



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA

Coordinación de Bibliotecas

Biblioteca Digital

La presente tesis es publicada a texto completo en virtud de que el autor ha dado su autorización por escrito para la incorporación del documento a la Biblioteca Digital y al Repositorio Institucional de la Universidad de Guadalajara, esto sin sufrir menoscabo sobre sus derechos como autor de la obra y los usos que posteriormente quiera darle a la misma.



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

---

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**

**Sistemática del género *Polystemma*  
(Gonolobinae, Apocynaceae)**

**Tesis**

**que para obtener el grado de**

**Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo  
de Recursos Naturales y Agrícolas**

**Presenta**

**Gerald Matus Hernández Barón**

**DIRECTOR**

**Dr. Aarón Rodríguez Contreras**

**Zapopan, Jalisco**

**Enero de 2021**



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

---

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**

**Sistemática del género *Polystemma*  
(Gonolobinae, Apocynaceae)**

**Tesis**

**que para obtener el grado de**

**Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo  
de Recursos Naturales y Agrícolas**

**Presenta**

**Gerald Matus Hernández Barón**

**DIRECTOR**

**Dr. Aarón Rodríguez Contreras**

**Zapopan, Jalisco**

**Enero de 2021**



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**

## **SISTEMÁTICA DEL GÉNERO *POLYSTEMMA* (GONOLOBINAE, APOCYNACEAE)**

Por

**GERALD MATUS HERNÁNDEZ BARÓN**

**Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas**

Aprobado por:

16 nov 2020

\_\_\_\_\_  
**Dr. Aarón Rodríguez Contreras**  
Director de Tesis e integrante del jurado

\_\_\_\_\_  
Fecha

16 nov 2020

\_\_\_\_\_  
**Dra. Guadalupe Munguía Lino**  
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

\_\_\_\_\_  
Fecha

16 nov 2020

\_\_\_\_\_  
**Dr. Leonardo Osvaldo Alvarado Cárdenas**  
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

\_\_\_\_\_  
Fecha

16 nov 2020

\_\_\_\_\_  
**Dr. Eduardo Ruiz Sánchez**  
Sinodal e integrante del jurado

\_\_\_\_\_  
Fecha

16 nov 2020

\_\_\_\_\_  
**Dr. Pablo Carrillo Reyes**  
Sinodal e integrante del jurado

\_\_\_\_\_  
Fecha

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

A Quien Corresponda:

Por este conducto el (la) abajo firmante, autor(a) del Trabajo Recepcional (Tesis) titulada: “Sistemática del género *Polystemma* (Gonolobinae, Apocynaceae)”, declaro que el contenido del mismo constituye un documento inédito y original por lo que cumple con los términos de originalidad a los que se hace mención en el Artículo 73 del Reglamento General de Posgrado y el Artículo 147 Fracción I del Reglamento General de Titulación de la Universidad de Guadalajara.

**ATENTAMENTE**

Guadalajara, Jalisco, a 20 de noviembre de 2020



---

Biol. Gerald Matus Hernández Barón

Código: 218901706

## **Dedicatoria**

Para Carmen, Ari, Jime, Diana y Luis

A la memoria del Dr. Jaime Raúl Bonilla Barbosa

## **Agradecimientos**

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca 926758 otorgada para desarrollar esta tesis de maestría.

El Dr. Aarón Rodríguez, la Dra. Guadalupe Munguía Lino y el Dr. Leonardo Alvarado Cárdenas, formaron parte del comité evaluador, dieron seguimiento y ayudaron en el desarrollo de este proyecto desde su inicio. El Dr. Pablo Carrillo Reyes y Dr. Eduardo Ruiz Sánchez revisaron cuidadosamente esta tesis y aportaron comentarios valiosos para mejorarla.

Estoy particularmente agradecido con el Dr. Víctor Steinmann por compartirme información sin publicar de *Polystemma*, por su ayuda para recolectar plantas en Michoacán, por los ejemplares herborizados y por las fotografías que enriquecieron este trabajo.

Estoy agradecido con la Dra. Guadalupe Munguía Lino por todo su apoyo desde que llegué al IBUG y especialmente por el apoyo brindado durante la etapa final de esta tesis. También, por las enseñanzas de QGIS y el manejo de Photoshop.

El Dr. Leonardo Alvarado Cárdenas me asesoró durante mi estancia de investigación en el Laboratorio de Plantas Vasculares de la Universidad Nacional Autónoma de México. Agradezco su apoyo para realizar dicha estancia y por todos sus ánimos para concluir esta tesis.

Ericka Belén Cortez me acompañó en la difícil tarea de entender la morfología floral de *Polystemma*. Sus extraordinarias ilustraciones enriquecieron este trabajo y hacen más fácil entender la morfología de *Polystemma*.

La M. en B. María Eugenia Muñoz Díaz de León, brindó soporte técnico en el Taller de Plantas I y II de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, para estudiar la anatomía floral de algunas especies de *Polystemma*. Ana Belén, Felipe Eslava y César Lucio siempre estuvieron atentos de mi progreso y me enseñaron las técnicas histológicas que necesité. También, reconozco la ayuda de Guadalupe Chávez Hernández durante mi estancia en la UNAM.

Mis colegas y amigos fueron las personas más importantes en el desarrollo de esta tesis de maestría. Agradezco que sin pedir nada a cambio hayan compartido conmigo su valioso conocimiento. Diana Trujillo Juárez, Abraham Ornelas, Christian Valdés y Fernanda Guerrero ayudaron en el manejo de sistemas de información geográfica. David Gómez y Esteban Suárez ayudaron en el manejo de bases de datos. Omar Enríquez y Tania Andrade brindaron soporte técnico en el laboratorio para la obtención de secuencias de ADN.

Ericka B. Cortez, Eduardo Ruiz y Gerardo Vera asesoraron en la elaboración de filogenias.

Muchos botánicos amablemente compartieron conmigo su información sobre Asclepiadoideae incluyendo fotos y ejemplares: Dr. Pablo Carrillo Reyes, Dr. Victor Steinmann, Dra. Socorro González, Dr. Leonardo Alvarado, Biol. Luisa Rodríguez Morales, M. en C. Verónica Juárez, M. en C. Lucio Lozada, Dr. Adolfo Espejo, M. en C. Ana Rosa López Ferrari, M. en B. Lizeth Jimena Hernández Barón y Dr. Arturo Castro Castro. Gracias a todos.

El Dr. Arturo Castro Castro ayudó en el trabajo de campo en Durango. Guadalupe Fiscal amablemente me brindó ayuda en el herbario CIIDIR.

Agradezco las pláticas y los consejos de la Dra. Blanca Pérez García durante mi estancia en la UNAM y su motivación para seguir en el mundo académico.

El M. en C. Lucio Lozada Pérez me permitió analizar duplicados de *Polystemma mirandae*, aprecio sus pláticas y consejos.

La M. en C. Verónica Juárez Jaimes me brindó su ayuda en el Herbario Nacional y compartió conmigo fotos del folículo de *Matelea gonoloboides*. Gracias por estar siempre pendiente de mi progreso.

Le agradezco infinitamente a Silvia Canales el apoyo que me ofreció desde el primer día. Gracias por la amistad y los buenos momentos.

Agradezco especialmente a Diana Trujillo, mi compañera en esta aventura. Por sus ánimos, paciencia, cariño y por todos los buenos momentos. Por compartir conmigo el gusto por las plantas e ir al campo. Por su apoyo para concluir los proyectos que empiezo y por el invaluable tiempo que hemos compartido.

Finalmente, agradezco a mi familia por su infinita paciencia. Gracias a mis hermanas Jime y Ari por su apoyo económico y moral. A mi madre y a mi padre por sus ánimos para terminar las cosas que empiezo, por su preocupación y su apoyo económico. A mi sobrino por su ayuda y por sus consejos. Gracias a mis tíos consentidos por todo su apoyo: Amalia, Obdulia, José y Toño.

## Índice general

Índice de figuras .....	viii
Índice de cuadros .....	x
Resumen .....	xi
Capítulo I. Introducción general.....	1
Hipótesis general.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos particulares .....	5
Literatura citada .....	5
Capítulo II. Relaciones filogenéticas en Gonolobinae (Asclepiadoideae, Apocynaceae) con énfasis en el género <i>Polystemma</i> .....	8
Resumen.....	10
Materiales y métodos .....	12
Resultados .....	14
Discusión .....	15
Agradecimientos .....	18
Literatura Citada .....	19
Capítulo III. Anatomía floral de algunas especies del género <i>Polystemma</i> y grupos hermanos (Gonolobinae, Apocynaceae) .....	29
Resumen.....	30
Materiales y métodos .....	33
Resultados.....	34
Discusión .....	35
Agradecimientos .....	37
Literatura citada .....	37
Capítulo IV. Taxonomía y distribución geográfica del género <i>Polystemma</i> (Gonolobinae, Apocynaceae) .....	48
Resumen.....	49
Materiales y métodos .....	52
Resultados .....	54
Tratamiento taxonómico .....	55
Clave para las especies de <i>Polystemma</i> .....	57
Agradecimientos .....	87
Literatura citada .....	88
Capítulo V. Conclusiones generales.....	110

## Índice de figuras

- Capítulo II.** Fig. 1. Cladograma obtenido con inferencia bayesiana. GE indica el grupo externo. Los números por debajo de la rama indican el soporte de probabilidad posterior. La flecha negra indica el soporte de Gonolobinae (PP: 1). Las letras indican los 10 clados reconocidos..... 25
- FIG. 2. Clado B. Los números por debajo de la rama indican el soporte de probabilidad posterior. B1 agrupa a las especies de PDM. B2 agrupa a dos especies de *Matelea*. B1 incluye a B1a que agrupa a las especies de *Polystemma*. B1b se divide en B1c que incluye a las especies de *Dictyanthus*. B1d incluye a las especies de *Matelea* subg. *Urostephanus*..... 26
- FIG. 3. Caracteres diagnósticos de Gonolobinae. A. Indumento mixto de tricomas multicelulares y glandulares en los tallos. B. Polinios horizontales C. Polinios con una región excavada en su unión con el corpúsculo (Re)..... 27
- FIG. 4. Diversidad morfológica del clado PDM. Las flechas blancas indican la región estaminal del ginostegio. A-C. *Polystemma viridiflorum*. A. Flor. B. Detalle del ginostegio y los lóbulos de la corona ginostegial. C. Folículo liso y maculado. D-F. *Dictyanthus pavonii*. D. Flor. F. Detalle del ginostegio y los lóbulos de la corona ginostegial. F. Folículo con agujones. G-I. *Matelea gonoloboides*. G. Flor. H. Detalle del ginostegio y de los lóbulos de la corona ginostegial. I. Folículo muricado y sin maculas blancas. .... 28
- Capítulo III.** FIG. 1. Estructuras secretoras presentes en las especies del clado PDM. Las flechas negras indican cada estructura. A. Tricoma glandular. B. Coléter. C. Laticíferos. D. Nectarios primarios en corte transversal. E. Nectarios primarios en corte longitudinal. F. Nectarios secundarios, corte longitudinal. G. Idioblastos. H. Osmóforos. I. Riel guía. J. Cabeza del estilo. K. Tapetum. L. Canal estilar. (A, I) *Dictyanthus pavonii*. (B, F, J) *Polystemma viridiflorum*. (C-E) *P. mirandae*. (H, K) *Matelea gonoloboides*. (L) *P. guatemalense*. .... 42
- FIG. 2. Cortes transversales de los lóbulos de la corola. A. Minerales en *Polystemma viridiflorum*. B. Minerales en *Polystemma guatemalense*. C. Minerales en *Polystemma mirandae*. D. *Dictyanthus pavonii*. E. *Matelea gonoloboides*. .... 44

FIG. 3. Tricomas glandulares. A. *Polystemma viridiflorum* en la base del tricoma tienen la glándula de secreción. B. *Dictyanthus pavonii* en el ápice del tricoma tienen la glándula de secreción. .... 45

FIG. 4. Forma de los lóbulos de la corona ginostegial y arreglo del tejido vascular. Las flechas negras señalan el tejido vascular. A. *Polystemma guatemalense*. B. *Polystemma viridiflorum*. C. *Polystemma mirandae*. D. *Matelea gonoloboides*. .... 46

**Capítulo IV.** FIG. 1. Características morfológicas de *Polystemma*. A. Hábito y corola campanulada B. Tricomas glandulares en pedúnculos, pedicelos y cáliz. C. Acercamiento de los tricomas glandulares en el cáliz en *P. viridiflorum*. D. Folículos lisos y maculados de *Polystemma* sp. 2 y *Matelea angustiloba*. Fotos G.M. Hernández-Barón. .... 93

FIG. 2. Algunas especies del género *Polystemma*. A. *Matelea angustiloba*. B. *Matelea magallanesii*. C. *Polystemma guatemalense*. D. *P. viridiflorum*. E. *Polystemma* sp. 1. E. *Polystemma* sp. 3. Fotos A y B de Carrillo Reyes, C, D y E de Hernández-Barón, E. de Steinmann. .... 94

FIG. 3. Diversidad de la corona ginostegial en *Polystemma*. A Vista superior del ginostegio y lóbulos estaminales e interestaminales de *Matelea magallanesii* (Carrillo-Reyes 4295). B-C. Vista frontal y lateral de *Polystemma cordifolium* mostrando los lóbulos de la corona rectangulares y la cabeza del estilo multilobulada (Tenorio 10493). D-E. Vista frontal y lateral de *P. guatemalense* mostrando los cinco lóbulos principales opuestos a las anteras, los lóbulos laterales son falcados y sobrelapados (Hernández-Barón 412). .... 95

FIG 4. Diversidad de la corona ginostegial en *Polystemma*. A-B. Vista frontal y lateral de *Polystemma viridiflorum* mostrando cinco lóbulos principales, cada uno con dos pares de apéndices laterales, el primero con lóbulos filiformes y el segundo con aciculares (Maya s/n). C. Vista frontal de *Polystemma* sp. 1. Mostrando la corona ginostegial con cinco lóbulos principales, los lóbulos laterales arqueados y divergentes (Hernández-Barón 413). D. Vista frontal de *Polystemma* sp. 3 mostrando la corona con lóbulos filiformes y aciculares, la cabeza del estilo es globosa a clavada (Steinmann & Y. Ramírez-Amezcuca 7159). E-F. Vista frontal y lateral de *Polystemma* sp. 4 mostrando cinco lóbulos principales fusionados desde la parte media y formando un disco carnoso, masivo y erecto (Carrillo-Reyes 8885). .... 96

FIG .5. Distribución geográfica de las especies de *Polystemma*. .... 97

FIG. 6. Distribución geográfica de <i>Matelea angustiloba</i> .....	98
FIG. 7. Distribución geográfica de <i>Matelea magallanesii</i> .....	99
FIG. 8. Distribución geográfica de <i>Polystemma canisferum</i> .....	100
FIG. 9. Distribución geográfica de <i>Polystemma cordatum</i> . ....	101
FIG. 10. Distribución geográfica de <i>Polystemma cordifolium</i> .....	102
FIG. 11. Distribución geográfica de <i>Polystemma guatemalense</i> .....	103
FIG. 12. Distribución geográfica de <i>Polystemma mirandae</i> . ....	104
FIG. 13. Distribución geográfica de <i>Polystemma viridiflorum</i> . ....	105
FIG. 14. Distribución geográfica de <i>Polystemma</i> sp. 1.....	106
FIG. 15. Distribución geográfica de <i>Polystemma</i> sp. 2.....	107
FIG. 16. Distribución geográfica de <i>Polystemma</i> sp. 3.....	108
FIG. 17. Distribución geográfica de <i>Polystemma</i> sp. 4.....	109

## Índice de cuadros

<b>Capítulo II.</b> Cuadro 1. Características de las secuencias obtenidas. ....	24
<b>Capítulo III.</b> Cuadro 1. Estructuras secretoras observadas en algunas especies del clado PDM. ....	41
<b>Capítulo IV.</b> Cuadro 1. Distribución geográfica de las especies de <i>Polystemma</i> . Las especies endémicas están señaladas con un asterisco. AC, Altos de Chiapas. BC, Baja California. CP, Costa Pacífica. CB, Cuenca del Balsas. DC, Desierto Chihuahuense. EVT, Eje Volcánico Transmexicano. SMOR, Sierra Madre Oriental. SMOC, Sierra Madre Occidental. SMS, Sierra Madre del Sur. SON, Sonora. VER, Veracruz.....	91

## Resumen

*Polystemma* (Apocynaceae) es un género americano con seis especies distribuidas desde el sur de Estados Unidos de América hasta Costa Rica. Todas sus especies crecen en México y tres son endémicas. El grupo está formado por enredaderas que desarrollan tricomas glandulares que se tornan blancos en la madurez. Las flores tienen corolas rotadas y lóbulos de la corona ginostegial filiformes. Los frutos son folículos lisos y maculados. El género forma parte de la subtribu Gonolobinae junto con *Dictyanthus*, *Gonolobus* y *Matelea*. Durante 60 años, *Polystemma* y 30 géneros más, entre ellos *Chthamalia*, *Dictyanthus* e *Ibatia*, se consideraron como sinónimos de *Matelea*. Esta propuesta se hizo para facilitar la identificación de géneros dentro de Gonolobinae. No obstante, estudios filogenéticos revelan a *Matelea* como un género polifilético. Aunque la columna vertebral de la subtribu no está resuelta, es posible reconocer clados con correspondencia morfológica. En este trabajo ampliamos la representación taxonómica de *Polystemma* para evaluar su monofilia. Se secuenciaron las regiones *trnL-F* y *rps16* de ADN de cloroplasto de seis especímenes de este género y se descargaron secuencias de GenBank de otras especies de *Polystemma* y de la subtribu. Mediante el método de inferencia Bayesiana las muestras secuenciadas se recuperaron en un clado con un alto soporte estadístico junto con otras especies de *Polystemma*. Los resultados muestran a *Polystemma* como un grupo parafilético. La hipótesis filogenética y evidencia morfológica ampliaron la circunscripción de *Polystemma*, para incluir plantas con lóbulos de la corona filiformes o falcados, libres o fusionados en la base que forman un anillo carnoso con pequeños lóbulos. También se realizó un estudio anatómico de las flores. Mediante el uso de técnicas histológicas convencionales se identificaron los tejidos secretores. Se reconocen 11 estructuras secretoras de las 13 previamente reportadas. Por primera vez se reportan minerales en las especies de *Polystemma* y en combinación con los tricomas glandulares bulbosos, se proponen como caracteres para su circunscripción. Para el reconocimiento de *Polystemma* como un grupo natural es necesario nombrar cuatro especies nuevas y proponer dos combinaciones nuevas.

## **Capítulo I. Introducción general**

## Capítulo I

### Sistemática del género *Polystemma* (Gonolobinae, Apocynaceae)

<sup>1</sup>Gerald Matus Hernández Barón

<sup>1</sup>Maestría en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (BIMARENA), Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas 45200, Zapopan, Jalisco, México

#### INTRODUCCIÓN GENERAL

Apocynaceae es una familia monofilética en la que se reconocen tres subfamilias: Asclepiadoideae, Periplocoideae y Secamonoideae y los grados Apocynoide y Rauvolfiode (Fishbein et al. 2018). Agrupa 378 géneros y 5350 especies distribuidas principalmente en regiones tropicales y subtropicales del mundo (Endress et al. 2018). Estas plantas tienen usos medicinales, ornamentales y ceremoniales (Fernández-Brewer et al. 2008; Alvarado-Cárdenas et al. 2017). La familia está definida por la combinación de hojas opuestas, látex lechoso, flores pentámeras, estambres epipétalos, ovarios bicarpelares y frutos folículos (Endress y Bruyns 2000; Endress et al. 2018). En México, es la 12ª familia de angiospermas más diversa al incluir 420 especies, de las cuales 210 son endémicas. Está representada por Apocynoide, Rauvolfiode y Asclepiadoideae (Alvarado-Cárdenas et al. 2020).

Asclepiadoideae agrupa la mayor diversidad con 181 géneros y 3000 especies a nivel mundial (Meve 2002; Endress et al. 2018). Asclepiadoideae incluye hierbas, enredaderas o sufrútices con hojas generalmente opuestas, aunque también pueden ser verticiladas y subalternas. Las flores desarrollan un ginostegio, que resulta de la fusión del androceo y el gineceo. Asimismo, el ginostegio posee una estructura compleja llamada corona, la cual produce néctar, atrae polinizadores y los orienta correctamente dentro de la flor (Kunze 1995; Fishbein 2001). El polen está incluido en dos sacos cerosos llamados polinios. A su vez, la caudícula une los polinios al corpúsculo. El polinario se compone de los polinios, las caudículas y el corpúsculo. El fruto es un folículo liso o con costillas y aguijones (Woodson 1941). En México, esta subfamilia cuenta con 24 géneros y 350 especies (Alvarado-Cárdenas et al. 2020).

Asclepiadoideae incluye a las tribus Asclepiadeae y Ceropogieae. Dentro de Asclepiadeae, la subtribu Gonolobinae representa el grupo más diverso. Es endémico de América e incluye 45 géneros y 500 especies (Endress et al. 2018; McDonnell et al. 2018). Gonolobinae incluye principalmente enredaderas hemicriptófitas y caméfitas deciduas, pero también hay lianas, hierbas perennes y erectas (*Pherotrichis* Decne.), plantas prostradas (*Chthamalia* Decne) y sufrútices (*Matelea trachyantha* (Greenm.) W.D. Stevens) (Ellenberg y Mueller 1967). Los tallos desarrollan indumento mixto. Por un lado, los tricomas son largos unicelulares, pluricelulares y eglandulares. Otro tipo de tricomas incluye extensiones bulbosas, cortas y glandulares. Por último, los tricomas glandulares pueden ser blancos, negros o pardos (Woodson 1941; Stevens 2005). En México, Gonolobinae cuenta con 15 géneros y 146 especies (Alvarado-Cárdenas et al. 2020).

Gonolobinae presenta variación en morfología floral y del fruto. Estos caracteres son útiles para definir y reconocer géneros. El género *Fischeria* DC. tiene anteras infladas. Las especies con apéndices dorsales en las anteras se incluyen en el género *Gonolobus* Michx. En contraste, las especies de *Matelea* Aubl. no tienen anteras infladas ni desarrollan apéndices dorsales. Este género se define por la estructura de la corona ginostegial. La corona está formada por una unidad exterior y otra interior. Ambas unidades son extensiones del filamento, pero la exterior sostiene a la interior. Las unidades pueden estar separadas o fusionadas entre sí. La unidad exterior forma un anillo entero o lobado (Woodson 1941). Los folículos pueden ser lisos u ornamentados. A pesar de la variación, Gonolobinae está definido por el indumento mixto y los polinios horizontales con una región excavada en el punto de unión con las caudículas (Woodson 1941; Stevens 2009).

Como resultado de la variación morfológica, Gonolobinae incluye de tres (*Fischeria*, *Gonolobus*, *Matelea*; Woodson 1941) a 45 géneros (Endress et al. 2014; Morillo 2015; Endress et al. 2018). La discrepancia surge principalmente de géneros segregados de *Matelea*. Con base en las características de la corona, Woodson (1941) sinonimizó 27 géneros, incluido *Polystemma* Decne. Los géneros *Gonolobus* y *Matelea* son los más diversos (Krings et al. 2008). Gonolobinae ha diversificado en México, Centroamérica y el norte de Sudamérica (McDonnell et al. 2018; Morillo 2015).

Utilizando un concepto diferente, Stevens (2001; 2005) segregó a *Polystemma* de *Matelea*. En las especies de *Polystemma*, los tallos, pecíolos, pedúnculos, pedicelos y cáliz desarrollan tricomas glandulares bulbosos y translúcidos que se tornan blancos en la madurez. La combinación del indumento mixto, lóbulos de la corona filiformes o falcados, así como folículos lisos y maculados definen a *Polystemma*. El género agrupa seis especies. De acuerdo con Mallet (1995) una especie es un grupo de individuos con características morfológicas comunes que no muestran formas intermedias con otros grupos. Las especies de *Polystemma* crecen desde el sur de Estados Unidos de América hasta Costa Rica (Stevens 2001; Fishbein 2017). Todas las especies crecen en México y tres son endémicas, por lo que se considera a México como un centro de diversificación (McDonnell et al. 2018).

Por otro lado, los resultados de análisis filogenéticos, con base en secuencias de ADN, son incongruentes con la propuesta de Woodson (1941). En primer lugar, sugieren que *Gonolobus* y *Fischeria* son monofiléticos y los reconocen como géneros (Krings et al. 2008; Morillo 2015; McDonnell et al. 2018). En contraste, *Matelea* es polifilético (Krings et al. 2008; McDonnell et al. 2018), agrupado en al menos seis clados (Krings et al. 2008). La evidencia molecular muestra que *Matelea* puede ser dividida en grupos más pequeños pero monofiléticos. Por ejemplo, Mangelsdorff et al. (2016) reconocen a los géneros *Anemotrochus* Mangelsdorff, Meve & Liede y *Tylodontia* Griseb. Otros géneros segregados de *Matelea* incluyen a *Atrostemma* Morillo, *Bruceholstia* Morillo, *Dictyanthus* Decne., *Ibatia* Decne., *Macroscepis* Kunth, *Pherotrichis* Decne., *Polystemma*, *Prosthecidiscus* Donn. Sm., *Orinoquia* Morillo, *Peruiviasclepias* Morillo, *Riparoampelos* Morillo, *Suberogerens* Morillo y *Vulcanoa* Morillo (Stevens 2000; 2005; Morillo 2015).

McDonnell et al. (2018) evaluaron la monofilia de *Polystemma*. Utilizaron secuencias de ADN de cloroplasto y de núcleo con resultados incongruentes entre sí. El ADN del cloroplasto muestra a *Polystemma* como un grupo parafilético, que necesita la inclusión de varias especies de *Matelea*. Por su parte el ADN nuclear, recupera al género como monofilético con los genes TRA2 y GLU o polifilético con el gen IIL2. Los autores discuten la incongruencia de los resultados y sugieren que para un mejor entendimiento de *Polystemma*, es necesario incrementar el número de regiones y la representación taxonómica. Recomiendan utilizar caracteres morfológicos para la circunscripción de géneros y especies.

La relación entre las especies de *Polystemma* y su relación filogenética con otros géneros de Gonolobinae son desconocidas.

#### HIPÓTESIS GENERAL

En Gonolobinae (Apocynaceae), el análisis filogenético de secuencias de ADN recupera y apoya a un clado al que se puede llamar *Polystemma*.

#### OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sistemático del género *Polystemma*.

#### OBJETIVOS PARTICULARES

Evaluar la monofilia de *Polystemma*.

Analizar la anatomía y morfología floral de algunas especies de *Polystemma*.

Elaborar descripciones morfológicas, mapas de distribución y claves de las especies de *Polystemma*.

#### LITERATURA CITADA

- Alvarado-Cárdenas, L. O., J. L. Villaseñor, L. López-Mata, J. Cadena, y E. Ortiz. 2017. Systematics, distribution and conservation of *Cascabela* (Apocynaceae: Rauvolfioideae: Plumerieae) in Mexico. *Plant Systematics and Evolution* 303: 337–369.
- Alvarado-Cárdenas, L. O., L. Lozada-Pérez, C. S. Islas-Hernández, E. B. Cortez-Castro, K. G. Maya-Mandujano, y M. G. Chávez-Hernández. 2020. Apocináceas de ayer y hoy. conocimiento histórico y reevaluación de la diversidad y distribución de Apocynaceae en México. *Botanical Sciences* 98: 393–416.
- Ellenberg, H y D. Mueller. 1967. A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivision. *Berlin Geobotanical Institute ETH, Stiftung* 37: 56–73.
- Endress, M. E. y V. P. Bruyns. 2000. A revised classification of the Apocynaceae *s.l.* *Botanical Review* 66: 1–56.
- Endress, M. E., S. Liede-Schumann, y U. Meve. 2014. An updated classification for Apocynaceae. *Phytotaxa* 159: 175–194.
- Endress, M. E., U. Meve, D. J. Middleton, y S. Liede-Schumann. 2018. Apocynaceae. Pp. 207–411 in *Flowering Plants. Eudicots, the families and genera of vascular plants 1*, eds. J. W. Kadereit, y V. Bittrich, Cham, Switzerland; Springer International Publishing.

- Fernández-Brewer, A. M., V. Juárez-Jaimes, y L. Cortés-Zárraga. 2008. Usos de las especies del género *Asclepias* L. (Apocynaceae, Asclepiadoideae), información del Herbario Nacional de México, MEXU. *Polibotánica* 25: 155–171.
- Fishbein, M. 2001. Evolutionary innovation and diversification in the flowers of Asclepiadaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 88: 603–623.
- Fishbein, M. 2017. Taxonomic adjustments in North American Apocynaceae. *Phytologia* 99: 86–88.
- Fishbein, M., T. Livshultz, S. C. Straub, A. O. Simões, J. Boutte, A. McDonnell, y A. Foote. 2018. Evolution on the backbone: Apocynaceae phylogenomics and new perspectives on growth forms, flowers, and fruits. *American Journal of Botany*: 105: 495–513.
- Krings, A., D. T. Thomas, y Q. Y. Xiang. 2008. On the generic circumscription of *Gonolobus* (Apocynaceae, Asclepiadoideae): evidence from molecules and morphology. *Systematic Botany* 33: 403–415.
- Kunze, H. 1995. Floral morphology of some Gonolobeae (Asclepiadaceae). *Botanische Jahrbücher für Systematik* 117: 211–238.
- Mallet, J. 1995. A species definition for the modern synthesis. *Trends in Ecology and Evolution*: 10: 294–299.
- Mangelsdorff, R. D., U. Meve, y S. Liede-Schumann. 2016. Phylogeny and circumscription of Antillean *Anemotrochus*, gen. nov., and *Tylodontia* (Apocynaceae: Asclepiadoideae: Gonolobinae). *Willdenowia* 46: 443–474.
- McDonnell, A., M. Parks, y M. Fishbein. 2018. Multilocus phylogenetics of New World milkweed vines (Apocynaceae, Asclepiadoideae, Gonolobinae). *Systematic Botany* 43: 77–96.
- Meve, U. 2002. Species numbers and progress in asclepiad taxonomy. *Kew Bulletin*: 459–464.
- Morillo, G. 2015. Aportes al conocimiento de las Gonolobinae Parte III (Apocynaceae-Asclepiadoideae). *Pittieria* 39: 191–258.
- Stevens, W. D. 2000. New and interesting milkweeds (Apocynaceae, Asclepiadoideae). *Novon* 10: 242–256.
- Stevens, W. D. 2001. Asclepiadaceae. Pp. 234–270 in *Flora de Nicaragua*, vol. 85, eds. W. D Stevens, C. Ulloa, A. Pool, y O. M. Montiel. St. Louis; Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden.
- Stevens, W. D. 2005. New and interesting milkweeds (Apocynaceae, Asclepiadoideae). *Novon* 15: 602–619.

Woodson, R. E. 1941. The North American Asclepiadaceae, I. Perspective of the genera.  
*Annals of the Missouri Botanical Garden* 28: 193–244.

**Capítulo II. Relaciones filogenéticas en Gonolobinae (Asclepiadoideae,  
Apocynaceae) con énfasis en el género *Polystemma***

**HERNÁNDEZ-BARÓN ET AL. FILOGENIA DE GONOLOBINAE**

**Relaciones filogenéticas en Gonolobinae (Asclepiadoideae, Apocynaceae) con énfasis en el género *Polystemma***

**Gerald Matus Hernández-Barón<sup>1</sup>, Leonardo Osvaldo Alvarado-Cárdenas<sup>2</sup>,  
Guadalupe Munguía-Lino<sup>3,5</sup>, Aarón Rodríguez<sup>4,5</sup>**

<sup>1</sup>Maestría en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (BIMARENA),  
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de  
Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas 45200, Zapopan,  
Jalisco, México ghernandezbaron@gmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Biología Comparada, Laboratorio de Plantas Vasculares, Facultad  
de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México Apartado Postal 70-282,  
04510, Ciudad de México, México leonardoac@ciencias.unam.mx

<sup>3</sup>Cátedras CONACyT-Universidad de Guadalajara, Departamento de Botánica y  
Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de  
Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, 45200 Zapopan,  
Jalisco, México gmlinno@gmail.com

<sup>4</sup>Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal (LaniVeg), Consejo  
Nacional de Ciencias y Tecnología, Departamento de Botánica y Zoología, Centro  
Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara,  
Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, 45200 Zapopan, Jalisco, México  
aaron.rodriguez@academicos.udg.mx

<sup>5</sup>Herbario *Luz María Villarreal de Puga* del Instituto de Botánica (IBUG),  
Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y  
Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100,  
Las Agujas, 45200 Zapopan, Jalisco, México

**Resumen**—La subtribu Gonolobinae (Asclepiadoideae, Apocynaceae) es un grupo endémico de América con 45 géneros y 500 especies. Análisis filogenéticos, con base en secuencias de ADN, apoyan la monofilia del grupo. Dentro de Gonolobinae, la evidencia molecular ha recuperado varios clados con apoyo estadístico y a los cuales se les ha reconocido como géneros. El género *Polystemma* es uno de ellos. *Polystemma* agrupa lianas cuyos tallos, pecíolos, pedúnculos y pedicelos desarrollan tricomas glandulares y translúcidos que se tornan blancos en la madurez. La combinación del indumento con los lóbulos de la corona filiformes y folículos lisos y maculados han definido al género. Con base en estas características, *Polystemma* agrupa seis especies cuyo rango de distribución varía desde el sur de Estados Unidos de América hasta Costa Rica. Tres especies son endémicas de México. Ampliamos la representación taxonómica de *Polystemma* para evaluar su monofilia. Secuenciamos el intrón *rps16* y el espaciador intergénico *trnL-F* del ADN de cloroplasto en seis taxones. Otras secuencias incluidas se obtuvieron de GenBank. La inferencia bayesiana recuperó un clado con soporte estadístico robusto y formado por 11 taxones. Los resultados muestran a *Polystemma* como un grupo parafilético. Además, *Polystemma* tuvo una relación de grupo hermano con *Dictyanthus* más *Matelea* subg. *Urostephanus*. La hipótesis filogenética y evidencia morfológica ampliaron la circunscripción de *Polystemma*, para incluir plantas con lóbulos de la corona filiformes o falcados, libres o fusionados en la base que forman un anillo carnoso con pequeños lóbulos. Para el reconocimiento de *Polystemma* como un grupo natural es necesario nombrar especies nuevas y proponer dos combinaciones nuevas.

**Palabras clave**—endémicas, *Matelea*, *rps16*, *trnL-F*.

La subtribu Gonolobinae (Asclepiadoideae, Apocynaceae) es monofilética y endémica de América (Liede et al. 2005; McDonnell et al. 2018). La subtribu con 45 géneros y 500 especies, es la más diversa dentro de la subfamilia Asclepiadoideae en el Nuevo Mundo (McDonnell et al. 2018). Gonolobinae incluye principalmente enredaderas caméfitas y hemicriptófitas deciduas, pero también hay hierbas perennes y erectas (*Pherotrichis* Decne.), plantas postradas (*Chthamalia* Decne.) así como sufrútices (*Matelea trachyantha* (Greenm.) W.D. Stevens). Esta subtribu está definida

por la presencia de indumento mixto y polinios en posición horizontal. Los tricomas son largos unicelulares, pluricelulares y glandulares. Otro tipo de tricomas incluye extensiones cortas, bulbosas y glandulares. Por último, los tricomas glandulares pueden ser blancos, negros o pardos (Woodson 1941; Stevens 2009; Endress et al. 2018).

Floralmente, Gonolobinae también es un grupo diverso. *Gonolobus* Michx. y *Fischeria* DC. tienen la corona en forma de copa o anillo, pero el primero se diferencia por presentar anteras con un apéndice dorsal laminar. En contraste, el segundo tiene anteras infladas. En *Matelea* Aubl., la corona está formada por dos unidades, una exterior y otra interior. Ambas unidades son extensiones del filamento, pero la exterior sostiene a la interior. La unidad exterior forma un anillo entero o lobado. *Matelea* carece de anteras infladas o apéndices dorsales (Woodson 1941). A pesar de la diversidad vegetativa y floral, Gonolobinae se define por el indumento y los polinios horizontales con una región excavada en su unión con el corpúsculo (Woodson 1941; Stevens 2009; Endress et al. 2018).

Woodson (1941) redujo Gonolobinae a los géneros *Fischeria*, *Gonolobus* y *Matelea*. En este último sinonimizó a 27 géneros, incluido *Polystemma*. La propuesta de clasificación prevaleció durante casi 60 años, pero resultados de análisis filogenéticos con base en secuencias de ADN, la refutan. En primer lugar, sugieren que *Gonolobus* y *Fischeria* son monofiléticos y los reconocen como géneros (Krings et al. 2008; Morillo 2015; McDonnell et al. 2018). Por el contrario, *Matelea* es polifilético (Krings et al. 2008; McDonnell et al. 2018) y sus especies están agrupadas en al menos seis clados (Krings et al. 2008). La evidencia molecular muestra que *Matelea* puede ser dividido en grupos más pequeños pero monofiléticos. Por ejemplo, Mangelsdorff et al. (2016) reconocen a los géneros *Anemotrochus* Mangelsdorff, Meve & Liede y *Tyodontia* Griseb y sugieren que los clados en Gonolobinae tienen una fuerte correspondencia con la distribución geográfica. Otros géneros segregados de *Matelea* incluyen a *Atrostemma* Morillo, *Bruceholstia* Morillo, *Orinoquia* Morillo, *Peruviasclepias* Morillo, *Riparoampelos* Morillo, *Suberogerens* y *Vulcanoa* Morillo (Morillo 2015). También se han segregado

los géneros *Dictyanthus* Decne., *Ibatia* Decne., *Macroscepis* Kunth, *Pherotrichis* Decne. y *Prosthecidiscus* Donn.Sm. (Stevens 2000; 2001; 2005; McDonnell et al. 2018).

*Polystemma* es un género segregado de *Matelea* (Stevens 2001; 2005). El grupo incluye enredaderas con tallos, pedúnculos y pedicelos con tricomas glandulares bulbosos y translúcidos que se tornan blancos en la madurez. Los lóbulos de la corona ginostegial son filiformes, falcados o rectangulares. Los folículos son lisos y maculados. Se reconocen seis especies (Fishbein 2017; Alvarado-Cárdenas et al. 2020) y su distribución va desde el sur de Estados Unidos de América hasta Costa Rica (Stevens 2001; Fishbein 2017). *Polystemma canisferum* McDonnell & Fishbein, *P. cordatum* (A. Gray) McDonnell & Fishbein y *P. mirandae* Lozada-Pérez son endémicas de México. La clasificación más reciente de Gonolobinae considera que *Heliostemma* Woodson *Labidostelma* Schltr., *Microdactylon* Brandegees, *Rothrockia* A. Gray y *Urostephanus* B.L. Rob. & Greenm son sinónimos de *Polystemma* (Endress et al. 2018). La actual circunscripción del género incluye taxones que no han sido incluidos en las filogenias. En este estudio ampliamos la representación taxonómica de *Polystemma* para evaluar su monofilia.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

**Muestreo de taxones**—El muestreo de taxones fue hecho a partir de la revisión de herbarios. Se revisaron las colecciones CIIDIR, ENCB, IBUG, MEXU, QMEX y UAMIZ (Thiers 2020). En las colecciones consultadas se descubrieron cuatro especímenes con los caracteres morfológicos de *Polystemma* que no pudieron ser determinados a nivel de especie: *Polystemma* sp. 1 (Carrillo-Reyes 7398, IBUG), *Polystemma* sp. 2 (Steinmann 4401, QMEX), *Polystemma* sp. 3 (Steinmann 7159, QMEX) y *Polystemma* sp. 4 (Carrillo-Reyes 8885, IBUG). La información de las etiquetas permitió la planeación de trabajo de campo en Jalisco y Michoacán. En campo, se recolectaron hojas frescas de cuatro individuos y se deshidrataron con gel de sílice (Chase et al. 1991). También se tomaron hojas de ejemplares herborizados de *Matelea angustiloba* (B.L. Rob. & Greenm.) W.D. Stevens (Ramírez-Díaz 749, IBUG) y *Matelea magallanesii* E.J.Lott (Carrillo-Reyes 4295 IBUG). Los ejemplares revisados se agruparon en seis especies, con base en el concepto de agrupamiento morfológico (Mallet 1995).

**Descarga de secuencias**—Se descargaron secuencias de todas las especies de Gonolobinae (102 especies) disponibles en GenBank. Las secuencias fueron generadas en trabajos previos sobre Gonolobinae (Krings et al. 2008; Mangelsdorff et al. 2016; McDonnell et al. 2018; González-Martínez 2019). El grupo externo incluyó dos especies de las subtribus Metastelminae y Oxypetalinae (Liede-Schumann et al. 2005, Apéndice 1).

**Extracción, amplificación y secuenciación de ADN**—El trabajo de laboratorio se hizo en el Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal (LaniVeg) de la Universidad de Guadalajara. El ADN se extrajo de material fresco y de ejemplares de herbario con el DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Alemania). El intrón *rps16* fue amplificado con los cebadores propuestos por Lee y Downie (2000). Para la amplificación de la región intergénica *trnL-F*, unidades e-f, se usaron los cebadores diseñados por Taberlet et al. (1991). Para la amplificación del ADN se utilizó el protocolo de Zamora-Tavares et al. (2016). Las condiciones de PCR se llevaron a cabo en un volumen final de 20  $\mu$ L que consistieron en 12.1  $\mu$ L de H<sub>2</sub>O, 2  $\mu$ L de buffer de reacción, 0.8  $\mu$ L de dNTPs, 1  $\mu$ L de cada cebador, 1  $\mu$ L de MgCl<sub>2</sub>, 0.1  $\mu$ L Taq polimerasa y 2  $\mu$ L de ADN total. La amplificación incluyó 4 minutos a 94°C y 35 ciclos de 94°C por 30 segundos, 57°C por 1 minuto, 72°C por 1 minuto y una extensión final de 72°C durante 10 minutos. Los productos se purificaron con 1  $\mu$ L de enzima Exosap IT por cada 5  $\mu$ L de la solución amplificada.

La secuenciación del ADN se obtuvo utilizando el TaqBigDye Terminator Cycle Sequencing (Perkin Elmer Applied Biosystems, Foster City, EUA). Posteriormente, se purificó con columnas Illustra Autoseq G50 (GE Healthcare, EUA) y se visualizaron en SeqStudio genetic analyzer (Perkin Elmer Applied Biosystems, Foster City, EUA).

**Edición de secuencias y análisis filogenéticos**—Las secuencias de ADN se editaron con Chromas Lite 1.41 (McCarthy 1996). El consenso de las secuencias se obtuvo en Sequencher 4.1.4 (Gene Codes, Ann Arbor, Michigan). Después, las secuencias fueron alineadas en PhyDE 0.9971 (Müller et al. 2010). Para el alineamiento se utilizó Muscle 3.8 (Edgar 2004) con ajustes finales manuales. Con las secuencias generadas y las descargadas se elaboró una matriz de datos concatenada utilizando el

programa Mesquite 2.1 (Maddison y Maddison 2019). Los huecos del alineamiento (gaps) fueron excluidos del análisis. Al final, el programa Jmodeltest 2.1.1 (Posada 2008) evaluó las secuencias y extrajo el modelo evolutivo mejor ajustado al conjunto de datos.

Los árboles filogenéticos fueron obtenidos y evaluados mediante inferencia bayesiana en Mr. Bayes 3.2 (Ronquist et al. 2012) usando la plataforma CIPRES (Miller et al. 2010). Se ejecutaron dos réplicas independientes de cuatro cadenas Markov-Montecarlo y 10 millones de generaciones cada una. Se muestrearon árboles cada 1000 generaciones. Para realizar el consenso de mayoría se descartó el 25% inicial de cada muestra. La convergencia de las cadenas se corroboró en el programa Tracer 1.7.1 (Rambaut et al. 2018). El árbol filogenético se visualizó en FigTree 1.4.4 (Rambaut 2014).

## RESULTADOS

La matriz de datos tuvo 102 taxones (Apéndice 1). Se obtuvieron 12 secuencias nuevas; seis del intrón *rps16* y seis de la región intergénica *trnL-F* (Cuadro 1). Los fragmentos secuenciados corresponden a *Matelea angustiloba*, *M. magallanesii*, *Polystemma* sp. 1, *Polystemma* sp. 2, *Polystemma* sp. 3 y *Polystemma* sp. 4. El intrón *rps16* editado y alineado generó 914 pares de bases. Por su parte, *trnL-F* aportó 401 caracteres. Ambas regiones concatenadas produjeron 1315 caracteres. El modelo evolutivo que mejor se ajustó a los datos fue GTR+G bajo el criterio AIC.

Mr. Bayes recuperó a Gonolobinae como un grupo monofilético (PP: 1, Fig. 1). Dentro de la subtribu, se obtuvieron siete grandes clados y tres clados con dos especies cada uno. El clado A incluyó a *Gonolobus* con 29 terminales (PP: 0.86). El clado B agrupó a especies de *Dictyanthus*, *Matelea* subg. *Urostephanus* y *Polystemma* con 20 terminales (PP: 0.73). El grupo C congregó a las especies de *Anemotrochus* más tres especies de *Matelea*, en conjunto formaron 10 terminales (PP: 0.83). En el clado D se agruparon nueve especies de *Macroscepis*, *Schubertia* Mart., *Ibatia* y *Fischeria* (PP: 0.87). El clado E incluyó un grupo de especies de *Matelea* sudamericanas con bajo soporte (PP: 0.65). El clado F incluyó un grupo de especies de *Matelea* norteamericanas con alto soporte (PP: 1). El clado G agrupó a las especies antillanas de *Tylodontia* (PP: 0.75).

Tres clados remanentes agruparon dos especies de *Matelea* cada uno. El clado H incluyó a *M. chrysantha* (Greenm.) Woodson y *Prosthecidiscus guatemalensis* Donn. Sm. El clado I agrupó a *M. sintenesii* (Schltr.) Woodson y *M. variifolia* (Schltr.) Woodson. Por último, el clado J congregó a *M. palustris* Aubl. (especie tipo del género) y *M. pedalis* (E. Fourn.) Fontella & E.A. Schwarz. La posición filogenética de *Suberogerens cyclophylla* (Standl.) Morillo, *Tyodontia cubensis* Griseb., *M. tuerckheimii* (Donn. Sm.) Woodson y *Pherotrichis* sp. permaneció sin resolver.

El clado B agrupó a *Polystemma* (Fig. 2). Al interior, la topología mostró valores moderados de probabilidad posterior. Los clados B1 y B2 se recuperaron como grupos hermanos. En lo sucesivo, B1 será referido como el clado *Polystemma-Dictyanthus-Matelea* subg. *Urostephanus* (PDM). El clado B1a agrupó 11 taxones: *Matelea angustiloba*, *M. magallanesii*, *Polystemma canisferum*, *P. cordatum*, *P. cordifolium* (A. Gray) McDonnell & Fishbein, *P. guatemalense* (Schltr.) W.D. Stevens, *P. viridiflorum* Decne (especie tipo del género), *Polystemma* sp. 1, *Polystemma* sp. 2, *Polystemma* sp. 3 y *Polystemma* sp. 4. A su vez, el clado B1b incluyó al clado B1c integrado por *Dictyanthus parviflorus* Hemsl., *D. pavonii* Decne., *D. reticulatus* (Turcz.) Benth. et Hook. f. ex Hemsl. y *D. macvaughianus* W.D. Stevens. Este clado tiene una relación de grupo hermano (PP: 1) con el clado *Matelea* subg. *Urostephanus* (B1d) que incluye a *Matelea gonoloboides* (B.L. Rob. & Greenm.) Woodson, *M. patalensis* (Donn. Sm.) Woodson y *M. porphyrantha* (Standl.) Woodson.

## DISCUSIÓN

Gonolobinae se recuperó como un grupo monofilético. Estos resultados fueron congruentes con lo registrado por Krings et al. (2008), Morillo (2015), Mangelsdorff et al. (2016), McDonnell et al. (2018) y González-Martínez (2019). Gonolobinae exhibió una gran diversidad de hábitos, formas de la corola, formas de los lóbulos de la corona y ornamentación de los folículos. No obstante, el indumento mixto y los polinios horizontales con una región excavada unifican al grupo (Fig. 3, Endress et al. 2018).

Por otra parte, *Matelea* resultó un grupo polifilético con especies anidadas en al menos nueve clados. En este escenario, hay dos posibles soluciones. Primero, reconocer a las especies de Gonolobinae como *Matelea* implicaría sinonimizar a más de

500 especies, incluidas las de *Gonolobus* y *Fischeria*. Esta opción se ha empleado en otros grupos taxonómicos dónde en un escenario similar se optó por reconocer un solo género como en *Ceropegia* L., *Tillandsia* L. y *Miconia* Ruiz y Pav. (Barfuss et al 2016; Bruyans et al. 2017; Michelangeli et al. 2019). En la segunda es necesario reconocer a los diferentes clados con apoyo estadístico como géneros diferentes como en la tribu *Marsdeniae* y otros grupos como *Turbinicarpus* Buxb. & Backeb. (Do Espírito Santo 2019; Vázquez-Sánchez et al. 2019).

Al interior de Gonolobinae hay clados monofiléticos que tienen correspondencia morfológica y en algunos casos geográfica. A estos clados se les ha asignado un nombre genérico. Por ejemplo, se han segregado los géneros *Atrostemma*, *Bruceholstia*, *Orinoquia*, *Peruviasclepias*, *Riparoampelos*, *Suberogerens* y *Vulcanoia* con base en evidencia molecular y morfológica (Morillo 2015). Los géneros *Anemotrochus* y *Tyodontia* también fueron segregados de *Matelea* por presentar sinapomorfías morfológicas y una distribución restringida a Las Antillas (Mangelsdorff et al. 2016). Por su parte, el caso más reciente incluye al género sudamericano *Caa* H.A. Keller y Liede (Keller y Liede-Schumann 2020) que se recuperó en un clado con buen soporte. Este estudio no fue la excepción. El análisis recuperó a *Polystemma* dentro del clado PDM con valores altos de soporte (Fig. 2, clado B1a, PP: 1). Hay características morfológicas que definen el clado y existe congruencia con la distribución geográfica en México y Centroamérica.

**Clado PDM**—La relación de grupos hermanos entre B1a y B1b (Fig. 2) coincidió con estudios previos (Krings et al. 2008; González-Martínez 2019). En otras palabras, el clado *Polystemma* comparte al ancestro común más próximo con *Dictyanthus* más *Matelea* subg. *Urostephanus*. Las especies de los clados antes mencionados presentan hábitos, forma de los lóbulos de la corona y ornamentación de los folículos diferentes.

Los clados B1c y B1d se han reconocido como *Dictyanthus* y *M.* subg. *Urostephanus*, respectivamente (Stevens 2000; González-Martínez 2019). *Dictyanthus* incluye subarbustos o enredaderas. La corona es espatulada o digitada y puede estar parcial o totalmente adnata a los lóbulos de la corola. Los folículos tienen proyecciones que asemejan agujones con puntas curvadas o redondeadas. Los atributos

morfológicos de este clado son contrastantes con los del clado B1a. Los tricomas uncinados en los tallos y la forma de los lóbulos de la corona definen a *Dictyanthus*.

Por su parte, B1d fue congruente con *Matelea* subg. *Urostephanus*. Esta sección de *Matelea* incluye tres especies y todas son enredaderas. La principal diferencia con respecto al clado B1a y B1c es la corona con lóbulos en posición interestaminal. Endress et al. (2018) consideran al género *Urostephanus* (*Matelea* subg. *Urostephanus*) como un sinónimo de *Polystemma*. Nuestros resultados recuperaron a ambos grupos como monofiléticos. *Matelea* subg. *Urostephanus* tuvo una relación de grupo hermano con *Dictyanthus*. En *Urostephanus* los lóbulos de la corona nacen de la región interestaminal del ginostegio, mientras que en *Polystemma* nacen de la región estaminal. Además, los folículos en *Urostephanus* son muricados o con proyecciones similares a agujones que tienen puntas redondeadas, sin maculas. En contraste, las especies de *Polystemma* presentan folículos lisos y maculados. *Matelea* subg. *Urostephanus* resultó monofilético y hermano de *Dictyanthus*. Con base en estas diferencias morfológicas y los resultados obtenidos en este estudio, no aceptamos a *Urostephanus* como un sinónimo de *Polystemma* (Fig. 4).

**Circunscripción de *Polystemma***—El clado B1a incluyó a las especies secuenciadas en este estudio. La corona ginostegial fue el carácter más variable de las especies del clado. La corona puede estar fusionada en la base o en la parte media. En *Matelea magallanesii*, *Polystemma* sp. 1, *Polystemma* sp. 2, *Polystemma* sp. 3, *P. canisferum* y *P. viridiflorum*, los lóbulos son filiformes, largos o cortos. En *P. cordatum* los lóbulos son liguliformes, gruesos y cortos. En *P. guatemalense* son falcados, gruesos y cortos. En contraste, en *P. cordifolium* los lóbulos son rectangulares y apenas fusionados en la base. En *Matelea angustiloba* y *Polystemma* sp. 4 las coronas están fusionadas desde la parte media y forman un disco dentado o crenado y erecto. No hay un carácter de la corona que unifique al grupo. Para entender mejor esta variación es necesario conocer las relaciones filogenéticas de las especies al interior del clado y estudiar la evolución de este carácter.

Asimismo, el clado B1a incluye plantas con hábitos diferentes. Todas las especies son enredaderas con una excepción. Por primera vez se reconoció el hábito

erecto en *Polystemma* sp. 2. La presencia de tricomas glandulares blancos en combinación con los folículos lisos y maculados unifican al grupo.

Endress et al. (2018) consideran a *Heliostemma*, *Labidostelma*, *Microdactylon*, *Rothrockia* y *Urostephanus* como sinónimos de *Polystemma*. Algunas especies tipo (*Labidostelma guatemalense* Schltr., *Microdactylon cordatum* Brandegees, *Rothrockia cordifolia* A. Gray y *Urostephanus gonoloboides* B.L. Rob & Greenm.) fueron incluidas en este estudio. *Heliostemma molestum* Woodson (especie tipo del género) fue la excepción debido a que solo se conoce del holotipo. Los resultados aquí obtenidos fueron congruentes con Endress et al. (2018) pero hubo una discrepancia. *Matelea gonoloboides*, la especie tipo de *Urosthephanus*, no se agrupó con el clado *Polystemma* (B1a). Por el contrario, junto con *M. patalensis* y *M. porphyrantha* forman un clado que podría reconocerse como *Urostephanus* (Fig. 2, B1d). El clado PDM es diverso morfológicamente y no se ha reconocido una sinapomorfía que lo unifique. Sin embargo, la evidencia molecular y morfológica soportan el reconocimiento de *Polystemma*, *Dictyanthus* y *Urostephanus*.

El agrupamiento de *Matelea angustiloba* y *M. magallanesii* en el clado B1a convierten a *Polystemma* en un grupo parafilético. No obstante, con base en las características morfológicas observadas y en las diferencias con respecto a su grupo hermano, el clado B1b, proponemos reconocer las 11 especies del clado B1a en el género *Polystemma*. Ocho de 11 especies son endémicas de México lo que sugiere una correspondencia entre el clado y la distribución geográfica como lo ha propuesto Mangelsdorff et al. (2016). El reconocimiento de *Polystemma*, como un grupo natural, requiere describir cuatro especies nuevas y hacer dos combinaciones nuevas. En conclusión, la presencia de tricomas glandulares blancos en tallos, pedúnculos, pedicelos y cálices en combinación con los folículos lisos y maculados definen a *Polystemma*.

#### AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (Conacyt) la beca otorgada para sus estudios de maestría (926758). Estamos agradecidos con los curadores de los herbarios por las facilidades para revisar las

colecciones. La Dra. Pilar Zamora ayudó en el procesamiento de muestras en el Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal (LaniVeg). El Dr. Victor Steinmann y el Dr. Pablo Carrillo ayudaron a recolectar hojas frescas en Michoacán y Jalisco, respectivamente. Por último, el Dr. Eduardo Ruiz asesoró en los análisis filogenéticos. A todos, muchas gracias.

#### CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

GMHB revisó los herbarios, hizo el trabajo de laboratorio y analizó los datos. GMHB y AR redactaron el manuscrito. LOAC y GML revisaron y corrigieron el manuscrito. Todos los autores revisaron y aprobaron el manuscrito final.

#### LITERATURA CITADA

- Alvarado-Cárdenas, L. O., L. Lozada-Pérez, C. S. Islas-Hernández, E. B. Cortez-Castro, K. G. Maya-Mandujano, y M. G. Chávez-Hernández. 2020. Apocináceas de ayer y hoy. conocimiento histórico y reevaluación de la diversidad y distribución de Apocynaceae en México. *Botanical Sciences* 98: 393–416.
- Barfuss, M. H. J., W. Till, E. M. C. Leme, J. P. Pinzón, J. M., Manzanares, H., Halbritter, et al. 2016. Taxonomic revision of Bromeliaceae subfam. Tillandsioideae based on a multi-locus DNA sequence phylogeny and morphology. *Phytotaxa* 279: 391–414.
- Bruyns, P. V., C. Klak, y P. Hanáček. 2017. A revised, phylogenetically-based concept of *Ceropegia* (Apocynaceae). *South African journal of botany* 112: 399–436.
- Chase, M. W. y H. H. Hills. 1991. Silica gel: an ideal material for field preservation of leaf samples for DNA studies. *Taxon* 40: 215–220.
- Do Espírito Santo FDS, A., Rapini, P. L., Ribeiro, S., Liede-Schumann, D.J. Goyder, J. Fontella-Pereira. 2019. Phylogeny of the tribe Marsdenieae (Apocynaceae), reinstatement of *Ruehssia* and the taxonomic treatment of the genus in Brazil. *Kew Bulletin* 74: 30.
- Edgar, R. C. 2004. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Research* 32: 1792–1797.
- Endress, M. E., U. Meve, D. J. Middleton, y S. Liede-Schumann. 2018. Apocynaceae. Pp. 207–411 in *Flowering Plants. Eudicots, the families and genera of vascular plants 1*, eds. J. W. Kadereit, y V. Bittrich, Cham, Switzerland; Springer International Publishing.
- Fishbein, M. 2017. Taxonomic adjustments in North American Apocynaceae. *Phytologia* 99: 86–88

- Fishbein, M., T. Livshultz, S. C. Straub, A. O. Simões, J. Boutte, A. McDonnell, y A. Foote. 2018. Evolution on the backbone: Apocynaceae phylogenomics and new perspectives on growth forms, flowers, and fruits. *American Journal of Botany*: 105: 495–513.
- González-Martínez C. A. 2019. *Dictyanthus* Decne. (Apocynaceae: Asclepiadoideae: Gonolobinae) género casi endémico de México e ignorado en las filogenias. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Keller, H. A. y S. Liede-Schumann. 2020. *Caa*, a new South American genus of Gonolobinae (Apocynaceae: Asclepiadeae: Asclepiadoideae). *Lilloa* 57: 81–88.
- Krings, A., D.T. Thomas, y Q. Xiang. 2008. On the generic circumscription of *Gonolobus* (Apocynaceae, Asclepiadoideae): evidence from molecules and morphology. *Systematic Botany* 33: 403–415.
- Lee, B. y S. Downie. 2000. Phylogenetic analysis of cpDNA restriction sites and *rps16* intron sequences reveals relationships among Apiaceae tribes Caucalideae, Scandiceae and related taxa. *Plant Systematics and Evolution* 22: 35–60.
- Liede-Schumann, S., A. Rapini, D. J. Goyder, y M. W. Chase. 2005. Phylogenetics of the new world subtribes of Asclepiadeae (Apocynaceae—Asclepiadoideae): Metastelmatinae, oxypetalinae, and Gonolobinae. *Systematic Botany* 30: 184–195.
- Maddison, W. P. y D. R. Maddison. 2019. Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.51. 2018.
- Mallet, J. 1995. A species definition for the modern synthesis. *Trends in Ecology and Evolution*: 10: 294–299.
- Mangelsdorff, R. D., U. Meve, y S. Liede-Schumann. 2016. Phylogeny and circumscription of Antillean *Anemotrochus*, gen. nov., and *Tylodontia* (Apocynaceae: Asclepiadoideae: Gonolobinae). *Willdenowia* 46: 443–474.
- McCarthy, C. 1996. Chromas vs. 1.45 (32 bit), Queensland, Australia.
- McDonnell, A., M. Parks, y M. Fishbein. 2018. Multilocus phylogenetics of New World milkweed vines (Apocynaceae, Asclepiadoideae, Gonolobinae). *Systematic Botany* 43: 77–96.
- Michelangeli, F. A., R. Goldenberg, F., Almeda, W. S., Judd, E.R., Bécquer, G., Ocampo, G.M., Ionta, J.D. Skea, L.C., Majure y D.S. Penneys, 2019. Nomenclatural novelties in *Miconia* (Melastomataceae: Miconieae). *Brittonia* 71: 82–121.

- Miller, M.A., W. Pfeiffer, y T. Schwartz. 2010. Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. *Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE)*, 14 Nov. 2010, New Orleans, LA pp 1–8.
- Morillo, G. 2015. Aportes al conocimiento de las Gonolobinae Parte III (Apocynaceae-Asclepiadoideae) *Pittieria* 39: 191–258.
- Müller, K., J. Müller, C. Neinhuis, y D. Quandt, 2010. PhyDE: Phylogenetic data editor, version 0.9971. Program distributed by the authors. <http://www.phyde.de>.
- Ohsako, T. y O. Ohnishi. 2000. Intra and interspecific phylogeny of wild *Fagopyrum* (Polygonaceae) species based on nucleotide sequences of noncoding regions in chloroplast DNA. *American Journal of Botany* 87: 573–582.
- Posada, D. 2008. jModelTest: phylogenetic model averaging. *Molecular Biology and Evolution* 25: 1253–1256.
- Rambaut, A. 2014. FigTree 1.4. 2 software. Institute of Evolutionary Biology, Univ. Edinburgh.
- Rambaut, A., A.J., Drummond, D., Xie, G., Baele, M.A., y Suchard. 2018. Posterior summarization in Bayesian phylogenetics using Tracer 1.7. *Systematic Biology* 67: 901–904.
- Ronquist, F., M. Teslenko, P. Van Der Mark, D. L. Ayres, A. Darling, S. Höhna, y J. P. Huelsenbeck, 2012. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic biology*, 61(3), 539-542.
- Stevens, W. D. 2000. New and interesting milkweeds (Apocynaceae, Asclepiadoideae). *Novon* 10: 242–256.
- Stevens, W. D. 2001. Asclepiadaceae. Pp. 234–270 in *Flora de Nicaragua*, vol. 85, eds. W. D. Stevens, C. Ulloa, A. Pool, y O. M. Montiel. St. Louis: Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden.
- Stevens, W. D. 2005. New and interesting milkweeds (Apocynaceae, Asclepiadoideae). *Novon* 15: 602–619.
- Stevens, W. D. 2009. Apocynaceae. Pp. 662–768 in *Flora Mesoamericana*, vol. 4, eds. G. Davidse, M. Sousa, y A. O. Chater. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Taberlet, P., L. Gielly, G. Pautou, y J. Bouvet. 1991. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Molecular Biology* 17: 1105–1109.
- Thiers, B. 2020. [continuamente actualizado] Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual

Herbarium. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (Consultado Jul 2020).

Vázquez-Sánchez, M., D., Sánchez, T., Terrazas, A., De La Rosa-Tilapa, y S. Arias. 2019. Polyphyly of the iconic cactus genus *Turbincarpus* (Cactaceae) and its generic circumscription. *Botanical Journal of the Linnean Society* 190: 405–420.

Woodson, R. E. 1941. The North American Asclepiadaceae, I. Perspective of the genera. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 28: 193–244.

Zamora-Tavares, M. P., M., Martínez, S. Magallón, L. Guzmán-Dávalos, y O. Vargas-Ponce. 2016. *Physalis* and physaloids: a recent and complex evolutionary history. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 100: 41–50.

**Apéndice 1.** Lista de especies utilizadas en el estudio y códigos de acceso para las secuencias del intrón *rps16* y el espaciador intergénico *trnl-F*.

**Grupo interno:** *Anemotrochus eggersii*, Liede & Meve 3592, HF547185, HF547131. *A. eggersii*, Neil 270, HF547186, HF547132. *A. eggersii*, RMC 387, HF547187, HF547133. *A. yamanigüeyensis*, Mangelsdorff RMC 22a, LN901514, LN901496. *A. yamanigüeyensis*, Mangelsdorff RMC 222b, LN901524, LN901548. *A. yamanigüeyensis*, Mangelsdorff RMC 357, LN901525, LN901549. *Dictyanthus reticulatus*, Stevens 2311, EU038868, EU031614. *D. parviflorus*, Stevens 1399, EU038871, EU031617. *D. macvaughianus*, Molseed 220, MH464890, MH464896. *D. pavonii*, Fishbein 5842, KY449028, KY582369.1. *Fischeria panamensis*, Folsom 9364, EU038832, EU031577. *F. scandens*, Krings 1407, EU038833, EU031578. *G. albomarginatus*, Taylor et Skotak 4455, EU038834, EU031579. *G. arizonicus*, van Devender 893, EU038835, EU031580. *G. bibarbatus*, Cowan 5620, EU038836, EU031581. *G. breedlovei*, King 2778, EU038837, EU031582. *G. croceus*, Cowan 4785, EU038839, EU031584. *G. chloranthus*, Cowan 5513, EU038838, EU031583. *G. denticulatus*, Hammel 9304, EU038867, EU031613. *G. fraternus*, Fishbein 5164, EU038840, EU031585. *G. fuscoviolaceus*, Taylor 3882, EU038841, EU031586. *G. gonoloboides*, Reina 884, EU038842, EU031587. *G. grandiflorus*, Fishbein 5114, EU038843, EU031588. *G. iyanolensis*, Krings SL1, EU038844, EU031589. *G. jaliscensis*, Fishbein 5121, EU038845, EU031590. *G. jamaicensis*, Krings 1393, EU038846, EU031591. *G. niger*, Mayfield 860, EU038847, EU031592. *G. pectinatus*, Prinzie et Lozada 202, EU038848, EU031593. *G. rostratus*, Morreau 30654, EU038849, EU031594. *G. stapelioides*, Krings 1395, EU038850, EU031595. *G. stenosepalus*, Taylor 2536, EU038851, EU031596. *G. stephanotrichus*, Krings s.n, EU038852, EU031597. *G. suberosus* var *granulatus*, Krings s.n, EU038853, EU031598. *G. suberosus* var. *suberosus*, Krings Fl9, EU038854, EU031599. *G. taylorianus*, Saunders 872, EU038895, EU031600. *G. uniflorus*, Van Devender 1323, EU038855, EU031601. *G. waitukubuliensis*, Krings

1386, EU038856, EU031602. *G. youroumaynensis*, Krings 1374, EU038857, EU031603. *Matelea acuminata*, Krings Mac1, EU038858, EU031604. *M. bicolor*, Rein 39, EU038860, EU031606. *M. correllii*, Correll 48157, EU038864, EU031610. *M. chrysantha*, Taylor 2384, EU038861, EU031607. *M. ekmanii*, Krings 1411, EU038869, EU031615. *M. gonoloboides*, Stevens 1349, EU038870, EU031616. *M. lanata*, Hinton 23755, EU038873, EU031619. *Ibatia maritima*, Goldman 1941, EU038875, EU031621. *M. nipensis*, Krings 1412, EU038876, EU031622. *M. oblongata*, Krings 1413, EU038877, EU031623. *M. palustris*, Hequet 576, —, EU031624. *M. pauciflora*, Lavastre 2290, EU038878, EU031625. *M. phainops*, Loigier 16617, EU038879, EU031626. *M. pubiflora*, Orzell et Brigdes 20226, EU038881, EU031628. *M. pusilliflora*, Martinez 14847, EU038882, EU031629. *M. rubra*, Proosdij 667, EU038885, EU031632. *Macroscepis diademata*, Liede 2015, AJ704265.1, AJ704267.1. *Macroscepis* sp., Fishbein 4092, —, KY582367.1. *M. sintenisii*, Krings 1405, EU038886, EU031633. *M. tamnifolia*, Krings 1414, EU038887, EU031634. *M. trachyantha*, Stevens 2299, EU038888, EU031635. *M. variifolia*, Krings 1397, EU038889, EU031636. *M. viridivenia*, Veloz 836, EU038890, EU031637. *Polystemma cordatum*, Tenorio 11556, EU038862, EU031608. *P. cordifolium*, Stevens 1517, EU038863, EU031609. *P. guatemalense*, Steinmann 3399, EU038883, EU031630. *P. viridiflorum*, Iltis 30876, EU038866, EU031612. *Prosthecidiscus guatemalensis*, Stevens 1811, EU038880, EU031627. *Schubertia* sp., Hennen 84-228, EU038892, EU031639. *Schubertia* sp., Murphy et Parra 730, EU038893, EU031640. *Schubertia grandiflora*, Zardini 46970, KY449027.1, KY582351.1. *Suberogerens cyclophylla*, Zardini, EU038865, EU031611. *Tylodontia fuscula*, Mangelsdorff RMC327, LN901520, LN901500. *T. stipitata*, Mangelsdorff RMC 332, LN901522, LN901546. *T. stipitata*, Mangelsdorff RMC 333, LN901523, LN901547. *T. urceolata*, Mangelsdorff RMC 233, LN901521, LN901532.

**Grupo externo:** *Funastrum odoratum* Liede & Conrad 2560, AJ290869, AJ699356. *Metastelma northropiae*, Fishbein 4228, KY449033.1, KY582362.1. *Metastelma* sp., Krings 1408, EU031638, EU038891. *Oxypetalum cordifolium*, Steinmann 2800, KY582363.1, KY449034.1.

Cuadro 1. Características de las secuencias obtenidas.

	Intrón <i>rps16</i>	Espacio intergénico <i>trnL-F</i>
<i>Matelea angustiloba</i>	817	369
<i>M. magallanesii</i>	827	370
<i>Polystemma</i> sp. 1	833	370
<i>Polystemma</i> sp. 2	824	370
<i>Polystemma</i> sp. 3	824	369
<i>Polystemma</i> sp. 4	829	370
Longitud promedio	833	370
Longitud de la matriz alineada	914	401
Caracteres variables	118	273

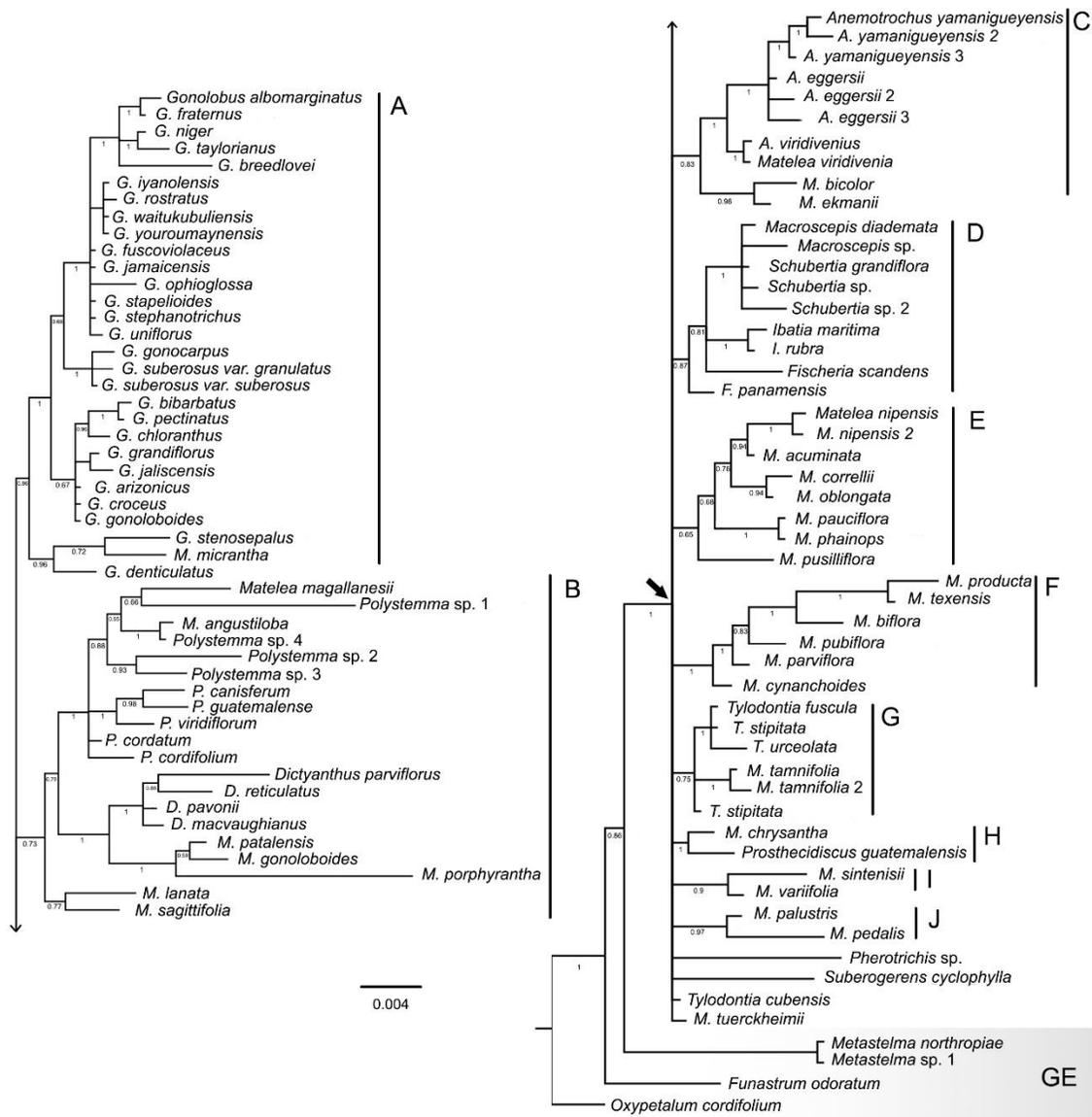


Fig. 1. Cladograma obtenido con inferencia bayesiana. GE indica el grupo externo. Los números por debajo de la rama indican el soporte de probabilidad posterior. La flecha negra indica el soporte de Gonolobinae (PP: 1). Las letras indican los 10 clados reconocidos.

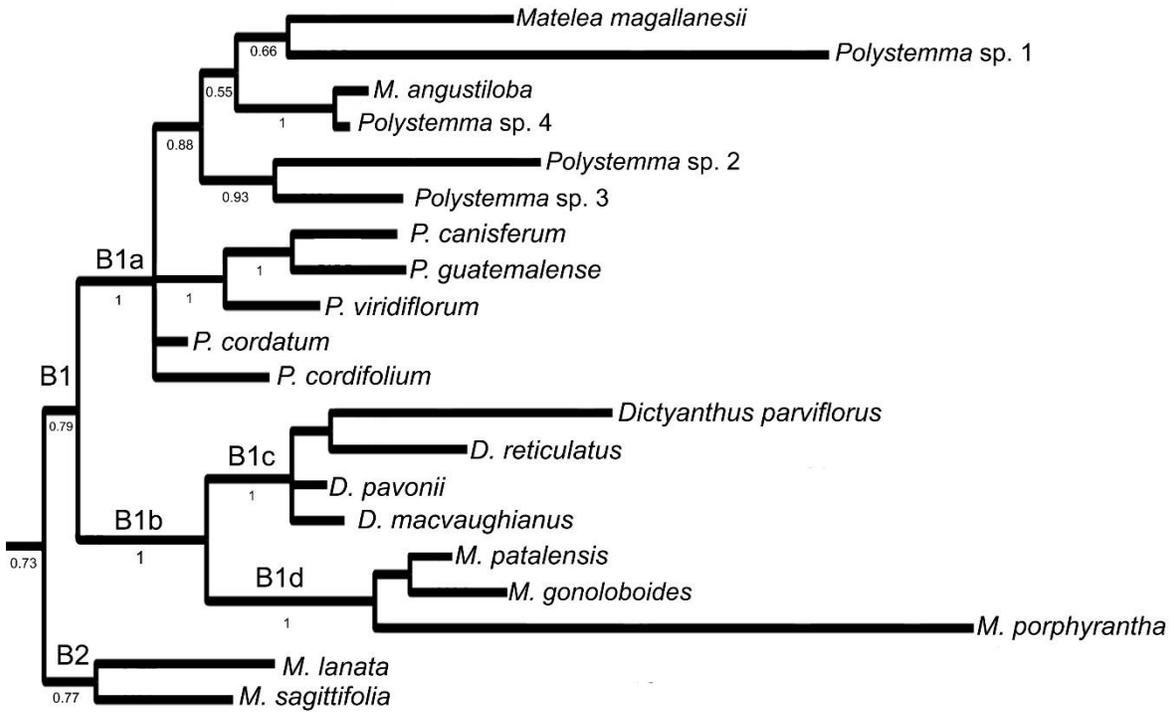


FIG. 2. Clado B. Los números por debajo de la rama indican el soporte de probabilidad posterior. B1 agrupa a las especies de PDM. B2 agrupa a dos especies de *Matelea*. B1 incluye a B1a que agrupa a las especies de *Polystemma*. B1b se divide en B1c que incluye a las especies de *Dictyanthus*. B1d incluye a las especies de *Matelea* subg. *Urostephanus*.



FIG. 3. Caracteres diagnósticos de Gonolobinae. A. Indumento mixto de tricomas multicelulares y glandulares en los tallos. B. Polinios horizontales C. Polinios con una región excavada en su unión con el corpúsculo (Re). Fotos de G.M. Hernández-Barón.

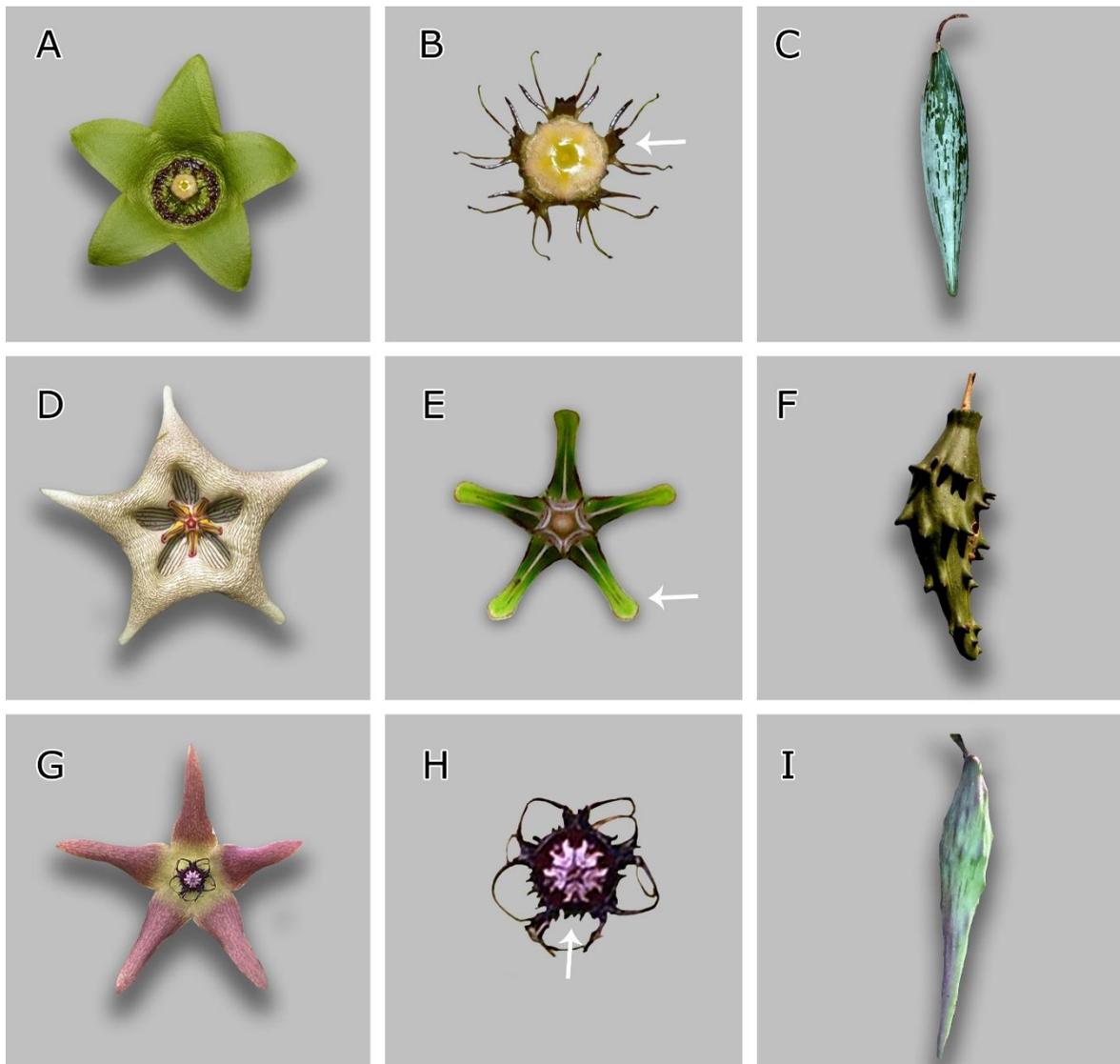


FIG. 4. Diversidad morfológica del clado PDM. Las flechas blancas indican la región estaminal del ginostegio. A-C. *Polystemma vidiriflorum*. A. Flor. B. Detalle del ginostegio y los lóbulos de la corona ginostegial. C. Folículo liso y maculado. D-F. *Dictyanthus pavonii*. D. Flor. F. Detalle del ginostegio y los lóbulos de la corona ginostegial. F. Folículo con agujones. G-I. *Matelea gonoloboides*. G. Flor. H. Detalle del ginostegio y de los lóbulos de la corona ginostegial. I. Folículo muricado y sin maculas blancas. Fotos: A, B, D E de Hernández-Barón, C de Carrillo-Reyes, F, G, H de Rodríguez-Morales, I de Juárez-Jaimes

**Capítulo III. Anatomía floral de algunas especies del género *Polystemma* y grupos hermanos (Gonolobinae, Apocynaceae)**

**Para someterse a Systematic Botany**

**Anatomía floral de algunas especies del género *Polystemma* y grupos hermanos  
(Gonolobinae, Apocynaceae)**

**Gerald Matus Hernández-Barón<sup>1</sup>, Guadalupe Munguía-Lino<sup>2,3</sup>, Aarón  
Rodríguez<sup>3,4</sup>, Leonardo Osvaldo Alvarado-Cárdenas<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Maestría en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (BIMARENA),  
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de  
Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas 45200, Zapopan,  
Jalisco, México

<sup>2</sup>Cátedras CONACyT–Universidad de Guadalajara, Departamento de Botánica y  
Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de  
Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, 45200 Zapopan,  
Jalisco, México

<sup>3</sup>Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal (LaniVeg), Consejo  
Nacional de Ciencias y Tecnología, Departamento de Botánica y Zoología, Centro  
Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara,  
Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, 45200 Zapopan, Jalisco, México

<sup>4</sup>Herbario *Luz María Villarreal de Puga* del Instituto de Botánica (IBUG),  
Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y  
Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100,  
Las Agujas, 45200 Zapopan, Jalisco, México

<sup>5</sup>Departamento de Biología Comparada, Laboratorio de Plantas Vasculares, Facultad  
de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México Apartado Postal 70–282,  
04510, Ciudad de México, México

**Resumen**—La subtribu Gonolobinae (Asclepiadeae, Apocynaceae) tiene una  
gran diversidad floral. El grupo incluye plantas con corolas campanuladas, rotadas,  
urceoladas o tubulares. El androceo y el gineceo están fusionados y forman un

ginostegio. A su vez, el ginostegio posee una estructura compleja llamada corona. La corona es una prolongación del ginostegio y ha sido clasificada como una estructura secretora. Además de la corona se han registrado otras 11 estructuras secretoras en la subtribu. La mayoría de estas estructuras están formadas por epidermis secretoras. *Polystemma* forma parte de Gonolobinae e incluye a 12 especies distribuidas desde el sur de Estados Unidos de América hasta Costa Rica. Estudios filogenéticos, con base en secuencias de ADN, recuperaron a *Polystemma* como grupo hermano de *Dictyanthus* más *Matelea* subg. *Urostephanus* (clado PDM). Como en otras Gonolobinae, se encontrarán varias estructuras secretoras en las especies del clado PDM. Además, se espera identificar diferencias anatómicas entre los géneros. Se utilizaron técnicas histológicas en parafina en cinco especies del clado PDM. Se identificaron 11 estructuras secretoras. En *Polystemma*, observamos la presencia de minerales en forma de abanico en cortes transversales de los lóbulos de la corola y se propone como un carácter para diferenciar al género. Además, destacamos la importancia de los tricomas glandulares bulbosos para reconocer a *Polystemma*.

**Palabras clave:** cortes anatómicos, estructuras secretoras, minerales, tricomas.

La subtribu Gonolobinae (Asclepiadeae, Apocynaceae) tiene una morfología floral complicada. El androceo y el gineceo están fusionados y forman un ginostegio. Asociado al ginostegio hay cinco apéndices llamados corona, mismos que producen néctar, atraen a los polinizadores y los orientan correctamente dentro de la flor (Kunze 1995; Fishbein 2001).

En Gonolobinae, los caracteres morfológicos se han utilizado para la delimitación de géneros y la elaboración de clasificaciones (Woodson 1941; Kunze 1995; Endress et al. 2014; Endress et al. 2018). Asimismo, los caracteres morfológicos se han estudiados en un marco filogenético (Fishbein et al 2018a; 2018b). Por otra parte, los caracteres anatómicos son útiles, pero han sido poco estudiados (De Marco, 2017).

En angiospermas, los caracteres anatómicos florales son útiles para delimitar grupos (Endress 1996; Gutiérrez et al. 2010; Fonseca-Juárez et al 2019). En particular, en Gonolobinae, el estudio de la anatomía floral ha permitido el reconocimiento de 11

estructuras secretoras (De Marco 2017). Estas estructuras se clasifican en externas e internas. Las primeras incluyen a los tricomas glandulares y coléteres. Las segundas incluyen a los nectarios primarios y secundarios. La corona ginostegial es un nectario secundario. Estos están asociados a la recompensa de polinizadores, pero también a la germinación del polen. Otro tipo de estructuras secretoras internas incluye a los laticíferos, osmóforos, idioblastos, compitum, riel guía, cabeza del estilo, tapetum, canal estilar y obturador (De Marco 2017).

Las estructuras secretoras tienen funciones diversas. Por ejemplo, los laticíferos producen metabolitos secundarios para evitar la herbivoría (Mahlberg 1993; Hagel et al. 2008). En cambio, los osmóforos desarrollan compuestos volátiles para atraer polinizadores (Vogel 1990; Grajales-Conesa et al. 2011). Por su parte, los idioblastos son células diferenciadas del mesófilo que producen y almacenan compuestos químicos (Cutler et al 2007). Las células del riel guía producen compuestos que lubrican la entrada de los granos de polen a la cámara estigmática (Kunze 1994; Endress 1996). La cabeza del estilo está involucrada en la formación del corpúsculo y en la fusión del androceo y el gineceo (Endress y Bruyns 2000; Endress 2016). El tapetum forma el saco ceroso que agrupa a los granos de polen en el polinio (Pacini et al. 1985). El canal estilar es un conjunto de células secretoras que guían a los tubos polínicos al óvulo (Monteiro y De Marco 2017). Por último, el obturador es un conjunto de células cúbicas secretoras que conducen a los tubos polínicos directamente al micrópilo (De Marco 2005; 2008; 2017). Esto ubica a Gonolobinae entre las subtribus con más estructuras secretoras de la tribu Asclepiadae.

*Polystemma* pertenece a Gonolobinae. El género se ha recuperado en un clado que tiene una relación de como grupo hermano con *Dictyanthus* más *Matelea* subg. *Urostephanus* (Clado PDM, Hernández-Barón en prep.). Las especies de este clado tienen una gran diversidad floral. Las diferencias están en la corona ginostegial. *Polystemma* tiene lóbulos filiformes, falcados o fusionados basalmente en posición estaminal. *Dictyanthus* tiene lóbulos espatulados a digitiformes en posición estaminal. Por su parte, *Matelea* subg. *Urostephanus* desarrolla lóbulos filiformes, pero en posición interestaminal. Como en otras Gonolobinae, el estudio de la anatomía floral permitirá

el reconocimiento de estructuras secretoras en las especies del clado PDM. Además, se espera identificar diferencias anatómicas entre los géneros. Los objetivos de este trabajo son identificar las estructuras secretoras presentes en las especies del clado PDM. También, reconocer caracteres anatómicos útiles para la delimitación de géneros.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

**Muestreo de taxones**—Con base en los resultados del capítulo II, se seleccionaron y se utilizaron flores frescas de *Polystemma guatemalense* (Schltr.) W.D. Stevens, *P. viridiflorum* Decne., *P. mirandae* Lozada-Pérez, *Dictyanthus pavonii* Decne. y *Matelea gonoloboides* (B.L. Rob. & Greenm.) Woodson.

**Técnica histológica en parafina**—Se utilizó la técnica histológica en parafina. Primero, se fijaron botones florales frescos en alcohol al 70%. Posteriormente, se realizaron varios cambios de alcohol. El proceso incluyó alcohol al 70% durante 5 días, al 85% durante 24 horas, al 96% durante 24 horas y al 100% durante 24 horas. Después, las flores se expusieron en una solución de alcohol-Slide Brite 100 (BioCare Medical/Pacheco CA, EUA) en una proporción 1:1 durante 24 horas. Enseguida, las flores se cambiaron a la solución Slide Brite-parafina, 2:1. A partir de este paso, las muestras se mantuvieron en la estufa de laboratorio entre 85 y 96°C. Después, se cambiaron a Slide Brite-Parafina 1:1. Se hizo un cambio a Slide Brite-Parafina 1:2 y 24 horas después se cambió a parafina pura. Las muestras estuvieron una semana en parafina pura en una estufa de laboratorio entre 85 y 96°C y después fueron incluidas en cubos de parafina. Una vez incluidas en cubos de parafina se mantuvieron en el refrigerador a 5°C durante 24 horas. Los cortes de los cubos de parafina se realizaron en un microtomo de rotación. Las tiras obtenidas se pusieron en agua a 90°C con grenetina y posteriormente fueron recuperadas con la ayuda de un portaobjetos. Se dejaron secar durante 24 horas y posteriormente fueron depositadas en una canastilla e ingresadas a la estufa a 88°C para eliminar el exceso de parafina. A este proceso le siguió una tinción cuadruple (Johansen 1940). Al final, las preparaciones permanentes se lograron utilizando resina sintética. Las muestras montadas se observaron y fotografiaron en un microscopio óptico. Las observaciones se hicieron en cáliz, corola y ginostegio.

## RESULTADOS

**Anatomía y reconocimiento de estructuras secretoras**—Se observaron 11 estructuras externas e internas secretoras (Cuadro 1). En todas las especies, las estructuras externas incluyeron tricomas glandulares y coléteres. Los primeros se localizaron en la superficie abaxial de los lóbulos del cáliz (Figura 1A) mientras que, los coléteres se observaron en la superficie interna entre los lóbulos de cáliz (Fig. 1B).

Las estructuras internas se observaron en la mayoría de los taxones, pero hubo excepciones. Solo *Polystemma viridiflorum* tuvo idioblastos (Fig. 1C) y el canal estilar no se observó en *Dictyanthus pavonii*. Los nectarios primarios estuvieron formados por una capa de células epidérmicas ubicadas en el dorso de los filamentos (Fig. 1D, 1E). Células secretoras en la epidermis constituyeron a los nectarios secundarios. En *Polystemma* los nectarios secundarios se apreciaron en las superficies cóncavas de los lóbulos de la corona ginostegial (Fig. 1F). En contraste, esta epidermis secretora se observó a lo largo de los lóbulos de la corona ginostegial en *D. pavonii*. Mientras que en *Matelea gonoloboides* se observaron en la base y ápice de los lóbulos. Los idioblastos aparecieron en la superficie adaxial de los lóbulos de la corola de *P. viridiflorum* (Fig. 1G).

Por otra parte, los osmóforos se apreciaron en forma de epidermis secretora en la superficie adaxial de los lóbulos de la corola (Fig. 1H). El riel guía se apreció entre los estambres con una porción esclarecida en el ápice (Fig. 1I). La cabeza del estilo es otro tejido secretor en el cual se apreció la formación del corpúsculo (Fig. 1J). El tapetum está involucrado en la formación del polinio dentro de las anteras (Fig. 1K). El canal estilar se observó en cortes longitudinales de los ovarios (Fig. 1L).

En cortes transversales de los lóbulos de la corola, se observaron minerales arreglados en forma de abanico en *Polystemma guatemalense*, *P. mirandae* y *P. viridiflorum* (Fig. 2 A-C). En contraste, *Dictyanthus pavonii* y *Matelea gonoloboides* no las tuvieron (Fig. 2 D-E). También hubo diferencias en los tipos de tricomas. En *Polystemma* los tricomas tuvieron una o dos células secretoras en la base (Fig. 3A). Mientras que *Dictyanthus* y *Matelea gonoloboides* tienen una célula secretora terminal (Fig. 3B).

La distribución de los nectarios secundarios fue diferente. En las especies de *Polystemma* los nectarios se apreciaron en las superficies cóncavas de los lóbulos de la corona ginostegial (Fig. 1F). En contraste, esta epidermis secretora se observó en todo lo largo de los lóbulos de la corona ginostegial en *Dictyanthus pavonii*. Mientras que en *Matelea gonoloboides* se observaron en la base y ápice de los lóbulos. Otro carácter exclusivo de *Polystemma* fue el arreglo del tejido vascular en los lóbulos de la corona ginostegial. En *Polystemma*, los haces vasculares tuvieron un arreglo alargado, mientras que en *M. gonoloboides* fueron más compactos, redondos o en forma de j (Fig. 4).

#### DISCUSIÓN

Este estudio identificó las estructuras secretoras de *Polystemma*, *Dictyanthus pavonii* y *Matelea gonoloboides*. Los resultados fueron consistentes con la diversidad de estructuras secretoras en Asclepiadoideae (De Marco 2017). La función de estas estructuras ha sido documentada de manera general y está asociada a procesos de polinización (Galetto 1997; 2006; Endress 2016; De Marco 2017). No obstante, existen pocos estudios que analicen el papel de las estructuras en procesos específicos (Domingos-Melo et al. 2019). En México solo se ha estudiado su diversidad en *Gonolobus grandiflorus* (Cav.) R. Br. ex Schult. (Alvarado Cárdenas et al. 2018).

Las especies tuvieron variación en los tricomas glandulares. Este carácter tiene importancia taxonómica en angiospermas (Valencia-Ávalos y Delgado 2003; Cutler et al 2007; Ramírez-Díaz et al. 2019). Los tricomas en *Polystemma* son bulbosos, con una o dos células secretoras en la base. En contraste, en *Dictyanthus pavonii* y *Matelea gonoloboides* son capitados con una célula secretora terminal. Además, los tricomas de *Polystemma* son translúcidos y se tornan blancos en la madurez. Por su parte, los tricomas capitados de *Dictyanthus* y *Matelea* son pardos o negros. Esta variación de colores puede estar asociada a la producción de diferentes compuestos químicos (Jürgens et al. 2008; Jürgens et al. 2010; De Marco 2015). Aunque la variación de tricomas glandulares se ha documentado en Gonolobinae (Woodson 1941; Stevens 2001, 2005, 2009) no se han hecho estudios sobre su estructura, evolución e

histoquímica. Con base en los resultados se resalta su importancia como un atributo importante para diferenciar especies del clado PDM.

La ubicación de las epidermis secretoras en los nectarios secundarios fue variable. En *Polystemma* estuvieron en las zonas cóncavas de los lóbulos. En *Dictyanthus pavonii* estuvieron a lo largo de los lóbulos de manera uniforme. Por su parte, *Matelea gonoloboides* tuvo epidermis secretora en el ápice de los lóbulos. Además de la ubicación de estas células, un estudio sobre la composición química del néctar es necesario. Los compuestos producidos por los nectarios se han documentado en algunas especies de Gonolobinae y su diversidad está relacionada con recompensa y germinación de polinios (De Marco 2014; Monteiro y De Marco 2017). La ubicación de las epidermis secretoras y los tipos de compuestos producidos pueden resultar de utilidad para la delimitación de géneros.

El tejido de los nectarios secundarios fue similar. Los nectarios tuvieron tejido compacto hacia el exterior y tejido laxo con espacios intercelulares muy grandes hacia el interior. Los nectarios mostraron vascularización solo en la porción media. El tejido vascular tuvo diferentes formas en cada especie. En *Polystemma* el arreglo vascular fue alargado y expandido (Fig. 4A-C), mientras que *M. gonoloboides* fue compacto circular o en forma de j (Fig. 4D). Un muestreo más amplio en Gonolobinae permitirá reconocer el valor anatómico de este carácter.

Las plantas producen biominerales como oxalatos y carbonatos (Skinner 2005). La distribución y estructura de estos compuestos siguen patrones determinados (Cutler et al. 2007; Hernández-Barón 2012; De la Rosa-Tilapa et al. 2020). Las especies de *Polystemma* poseen minerales en forma de abanico. Su distribución está limitada a la corola y solo en *P. mirandae* están presentes en la corola y corona. *Dictyanthus pavonii* y *Matelea gonoloboides* carecen de minerales en las flores. El uso de minerales para delimitar grupos ha sido documentado (Cutler et al. 2007; Hernández-Barón 2012). La estructura, diversidad y utilidad taxonómica de los biominerales en Apocynaceae deben ser evaluados en estudios posteriores.

En México hay pocos estudios sobre la diversidad de estructuras en Gonolobinae. Probablemente se deba a que la atención se ha enfocado en la resolución

de problemas taxonómicos o en estudios filogenéticos. Los caracteres anatómicos deben analizarse para evaluar su importancia taxonómica y ecológica. Además de investigar el papel de las estructuras en procesos específicos como la defensa contra herbívoros o la polinización. En conclusión, los géneros del clado PDM tiene una alta diversidad de estructuras secretoras. Asimismo, consideramos a los tricomas bulbosos con base secretora y a los minerales observados en *Polystemma* como caracteres que diferencian al grupo.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la maestra María Eugenia Díaz de León del Taller de Plantas I y II de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, por su ayuda con las técnicas histológicas. Ericka B. Cortez proporcionó flores de *Matelea gonoloboides*. La Dra. Teresa Terrazas ayudó en el reconocimiento de algunas estructuras. Ana Belén, César Pérez, Felipe Eslava y Guadalupe Chávez brindaron soporte técnico en el laboratorio. A todos gracias.

#### CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

GMHB realizó los cortes anatómicos, las preparaciones permanentes, tomó fotografías y preparó las figuras. GMHB y LOAC reconocieron las estructuras secretoras. GMHB y AR redactaron el manuscrito. GML y LOAC revisaron y corrigieron el manuscrito.

#### LITERATURA CITADA

- Alvarado-Cárdenas, L.O., Islas-Hernández C. S., González-Ramírez I., Cortez-Castro E.B., Maya-Mandujano K., Chávez-Hernández M. G., y E. Navarrete-Sauza. 2018. One flower to rule them all: Diversidad de visitantes florales y estructura morfológica de *Gonolobus grandiflorus* (Apocynaceae). Segundo Congreso de Biodiversidad, Universidad Autónoma de Tlaxcala. 3-5 de diciembre de 2018. Tlaxcala, México.
- Cutler, D. F., C. E. J. Botha, D. W. Stevenson, y D. William. 2007. Plant anatomy: an applied approach. Oxford: Blackwell. Pp. 88–92
- De la Rosa-Tilapa, A., A. Maceda, y T. Terrazas. 2020. Characterization of Biominerals in Cactaeae Species by FTIR. *Crystals* 10: 432.
- De Marco, D. 2005. Estruturas secretoras florais e coléteres foliares em espécies de cerrado de *Aspidosperma* Mart. e *Blepharodon* Decne. (Apocynaceae s.l.). Tesis de maestría. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil.

- De Marco, D. 2014. Secretory tissues and the morphogenesis and histochemistry of pollinarium in flowers of Asclepiadeae (Apocynaceae). *International Journal of Plant Sciences* 175: 1042–1053.
- De Marco, D. 2015. Micromorfología e histoquímica de los laticíferos de órganos vegetativos de especies de Asclepiadoideae (Apocynaceae). *Acta Biológica Colombiana* 20: 57–65.
- De Marco, D. 2017. Floral glands in asclepiads: structure, diversity and evolution. *Acta Botanica Brasilica* 31: 477–502.
- Domingos-Melo, A., L. T. Nadia, A. P. Wiemer, A. A. Cocucci, y I. C. Machado. 2019. Beyond taxonomy: anther skirt is a diagnostic character that provides specialized noctuid pollination in *Marsdenia megalantha* (Asclepiadoideae-Apocynaceae). *Plant Systematics and Evolution* 305: 103–114.
- Endress, M. E., B. Sennblad, S. Nilsson, et al. 1996. A phylogenetic analysis of Apocynaceae s. str. and some related taxa in Gentianales: a multidisciplinary approach. *Opera Botanica Belgica* 7: 59-102.
- Endress, M. E. y Bruyns, V. P. 2000. A revised classification of the Apocynaceae s.l. *Botanical Review* 66: 1–56.
- Endress, M. E., S. Liede-Schumann, y U. Meve. 2014. An updated classification for Apocynaceae. *Phytotaxa* 159: 175–194.
- Endress, M. E., U. Meve, D. J. Middleton, y S. Liede-Schumann. 2018. Apocynaceae. Pp. 207–411 in *Flowering Plants. Eudicots, the families and genera of vascular plants 1*, eds. J. W. Kadereit, y V. Bittrich, Cham, Switzerland; Springer International Publishing.
- Endress, P. K. 2016. Development and evolution of extreme synorganization in angiosperm flowers and diversity: a comparison of Apocynaceae and Orchidaceae. *Annals of Botany* 117: 749–767.
- Fishbein, M. 2001. Evolutionary innovation and diversification in the flowers of Asclepiadaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 88: 603–623.
- Fishbein, M., S. C. Straub, J. Boutte, K. Hansen, R. C. Cronn, y A. Liston. 2018a. Evolution at the tips: *Asclepias* phylogenomics and new perspectives on leaf surfaces. *American Journal of Botany* 105: 514–524.
- Fishbein, M., T. Livshultz, S. C. Straub, A. O. Simões, J. Boutte, A. McDonnell, y A. Foote. 2018b. Evolution on the backbone: Apocynaceae phylogenomics and new perspectives on growth forms, flowers, and fruits. *American Journal of Botany* 105: 495–513.

- Fonseca-Juárez, R. M., M. E. Castro-Laportte, y E. Sandoval-Zapotitla. 2019. Morfoanatomía floral de *Kallstroemia maxima* (Zygophyllaceae). *Revista mexicana de biodiversidad* 90: 1–12
- Galetto, L. 1997. Flower structure and nectar chemical composition in three Argentine Apocynaceae. *Flora* 192: 197–207.
- Galetto, L. 2006. Morfología y anatomía floral en especies de Apocynaceae-Asclepiadoidea. *Kurtziana*, 32: 5–11.
- Grajales-Conesa, J., V. Meléndez-Ramírez, y L. Cruz-López. 2011. Aromas florales y su interacción con los insectos polinizadores. *Revista mexicana de biodiversidad* 82: 1356–1367.
- Gutiérrez, J., T. Terrazas, L. Hernández, y D. Martínez-Cabrera. 2010. Floral anatomy of the *Milla* complex genera (Themidaceae). *Botanical Sciences* 87: 1–12.
- Hagel, J. M., E. C. Yeung, y P. J. Facchini. 2008. Got milk? The secret life of laticifers. *Trends in plant science*, 13: 631–639.
- Hernández-Barón, G. M., L. O. Alvarado-Cárdenas, G. Munguía-Lino, A. Rodríguez. En prep. Relaciones filogenéticas en Gonolobinae con énfasis en el género *Polystemma* (Gonolobinae, Apocynaceae).
- Hernández-Barón, L. J. 2012. Anatomía foliar de muérdagos del género *Phoradendron* Nutt. (Viscaceae) del estado de Morelos, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant Microtechnique*. New York: McGraw-Hill.
- Jürgens, A., S. Dötterl, S. Liede-Schumann, y U. Meve. 2008. Chemical diversity of floral volatiles in Asclepiadoideae-Asclepiadeae (Apocynaceae). *Biochemical Systematics and Ecology* 36: 842–852.
- Jürgens, A., S. Dötterl, S. Liede-Schumann, y U. Meve. 2010. Floral scent composition in early diverging taxa of Asclepiadoideae, and Secamonoideae (Apocynaceae). *South African Journal of Botany* 76: 749–761.
- Kunze, H. 1994. Ontogeny of the translator in Asclepiadaceae s.str. *Plant Systematics and Evolution* 193: 223–242.
- Kunze, H. 1995. Floral morphology of some Gonolobeae (Asclepiadaceae). *Botanische Jahrbücher für Systematik* 117:211–238.
- Mahlberg, PG. 1993. Laticifers: an historical perspective. *The Botanical Review* 59: 1–23.

- Monteiro, M. M. y D. De Marco. 2017. Corona development and floral nectaries of Asclepiadeae (Asclepiadoideae, Apocynaceae). *Acta Botanica Brasilica* 31: 420–432.
- Pacini E, G. G. Franchi, y M. Hesse. 1985. The tapetum: its form, function, and possible phylogeny in Embryophyta. *Plant Systematics and Evolution* 149: 155–185.
- Ramírez-Díaz, M., T. Terrazas, S. Aguilar-Rodríguez, A. Rojas-Leal, y D. Martínez-Cabrera. 2019. Ontogenia de los tricomas foliares de *Tilia caroliniana* subsp. *floridana* (Malvaceae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90: 1–10
- Skinner, H.C.W. 2005. Biominerals. *Mineralogical Magazine* 69: 621-641.
- Stevens, W. D. 2001. Asclepiadaceae. Pp. 234–270 in *Flora de Nicaragua*, vol. 85, eds. W. D. Stevens, C. Ulloa, A. Pool, y O. M. Montiel. St. Louis: Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden.
- Stevens, W. D. 2005. New and interesting milkweeds (Apocynaceae, Asclepiadoideae). *Novon* 15: 602-619.
- Stevens, W. D. 2009. Apocynaceae. Pp. 662–768 in *Flora Mesoamericana*, vol. 4, eds. G. Davidse, G., M. Sousa, y A. O. Chater. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Valencia-Ávalos, S. y A. D Salinas. 2003. Los tricomas foliares en la caracterización de un grupo de especies del género *Quercus*, sección Lobatae (Fagaceae). *Anales del Instituto de Biología* 74: 5–15.
- Vogel S. 1990 The role of scent glands in pollination. On the structure and function of osmophores. New Delhi, Amerind Publishing.
- Woodson, R. E. 1941. The North American Asclepiadaceae, I. Perspective of the genera. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 28: 193–244.

Cuadro 1. Estructuras secretoras observadas en algunas especies del clado PDM.

	<i>Polystemma guatemalense</i>	<i>P. mirandae</i>	<i>P. viridiflorum</i>	<i>Dictyanthus pavonii</i>	<i>Matelea gonoloboides</i>
<b>Estructuras externas</b>					
Tricomas glandulares	x	x	x	x	x
Coléteres	x	x	x	x	x
<b>Estructuras internas</b>					
Laticíferos	x	x	x	x	x
Idioblastos	—	—	x	—	—
Nectarios primarios	x	x	x	x	x
Nectarios secundarios	x	x	x	x	x
Osmóforos	x	x	x	x	x
Cabeza del estilo	x	x	x	x	x
Tapetum	x	x	x	x	x
Riel guía	x	x	x	x	x
Compitum	—	—	—	—	—
Canal estilar	x	x	x	—	x
Obturador	—	—	—	—	—

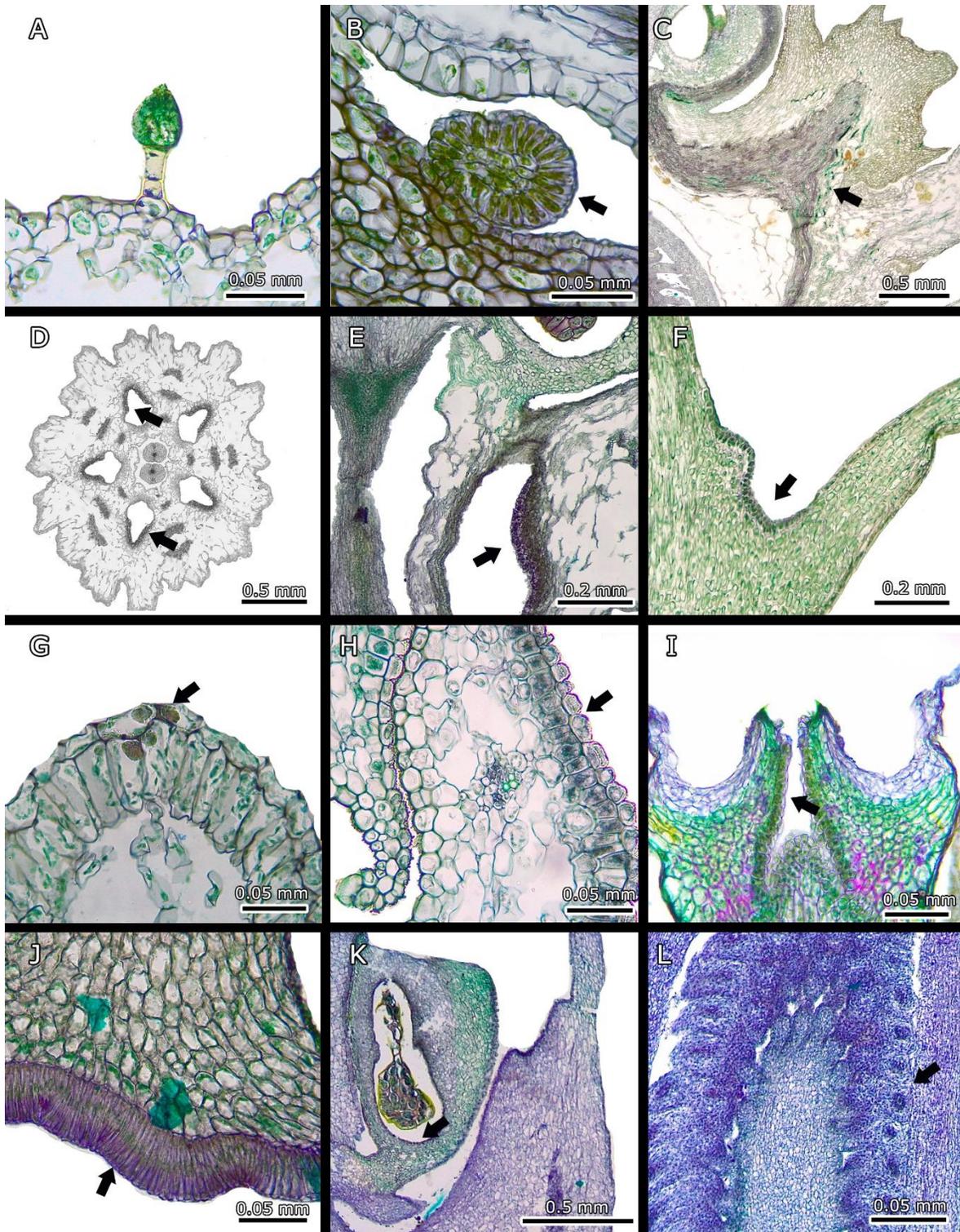


FIG. 1. Estructuras secretoras presentes en las especies del clado PDM. Las flechas negras indican cada estructura. A. Tricoma glandular. B. Coléter. C. Laticíferos. D. Nectarios primarios en corte transversal. E. Nectarios primarios en corte longitudinal.

F. Nectarios secundarios, corte longitudinal. G. Idioblastos. H. Osmóforos. I. Riel guía.  
J. Cabeza del estilo. K. Tapetum. L. Canal estilar. (A, I) *Dictyanthus pavonii*. (B, F, J)  
*Polystemma viridiflorum*. (C-E) *P. mirandae*. (H, K) *Matelea gonoloboides*. (L) *P.*  
*guatemalense*.

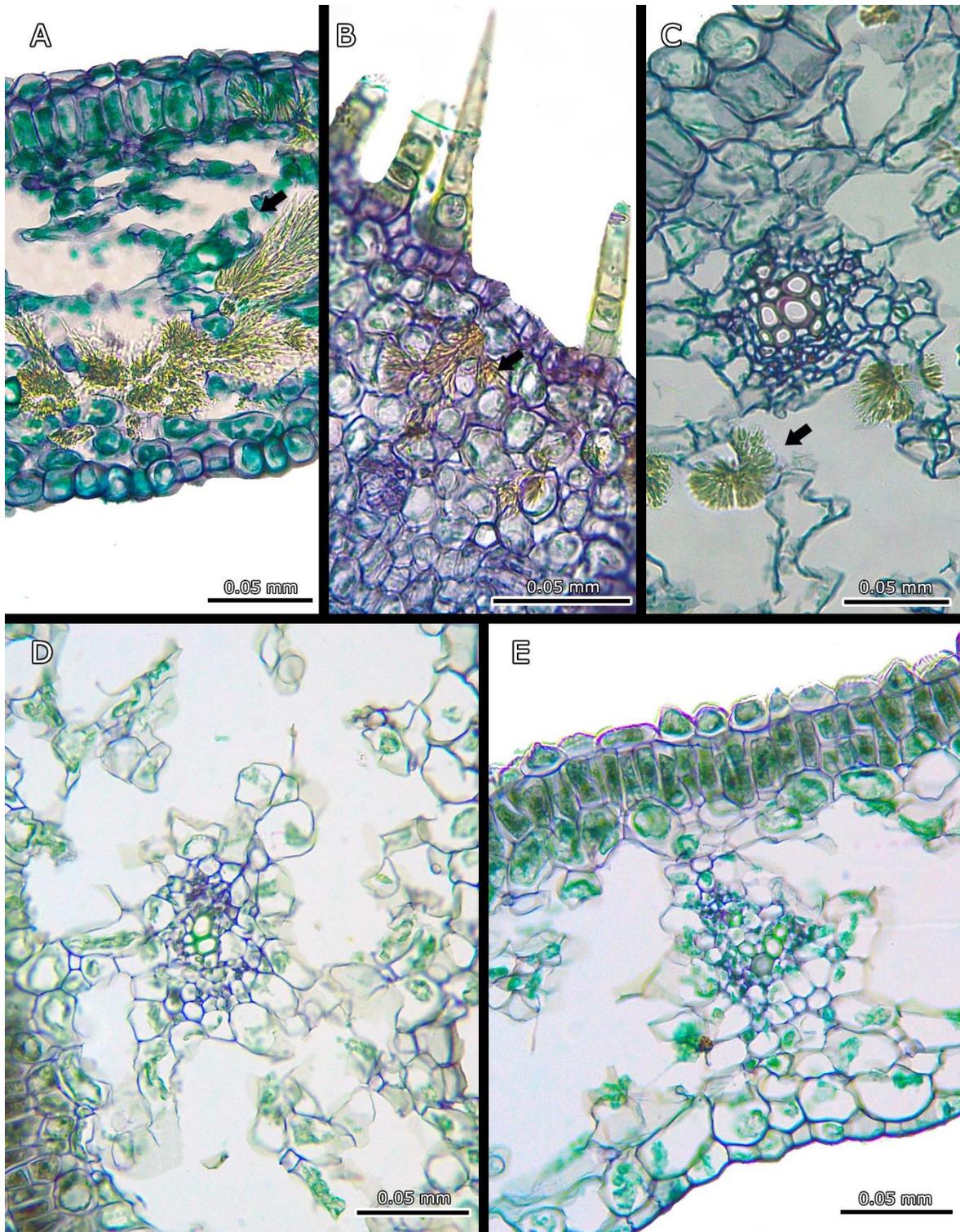


FIG. 2. Cortes transversales de los lóbulos de la corola. A. Minerales en *Polystemma viridiflorum*. B. Minerales en *Polystemma guatemalense*. C. Minerales en *Polystemma mirandae*. D. *Dictyanthus pavonii*. E. *Matelea gonoloboides*.

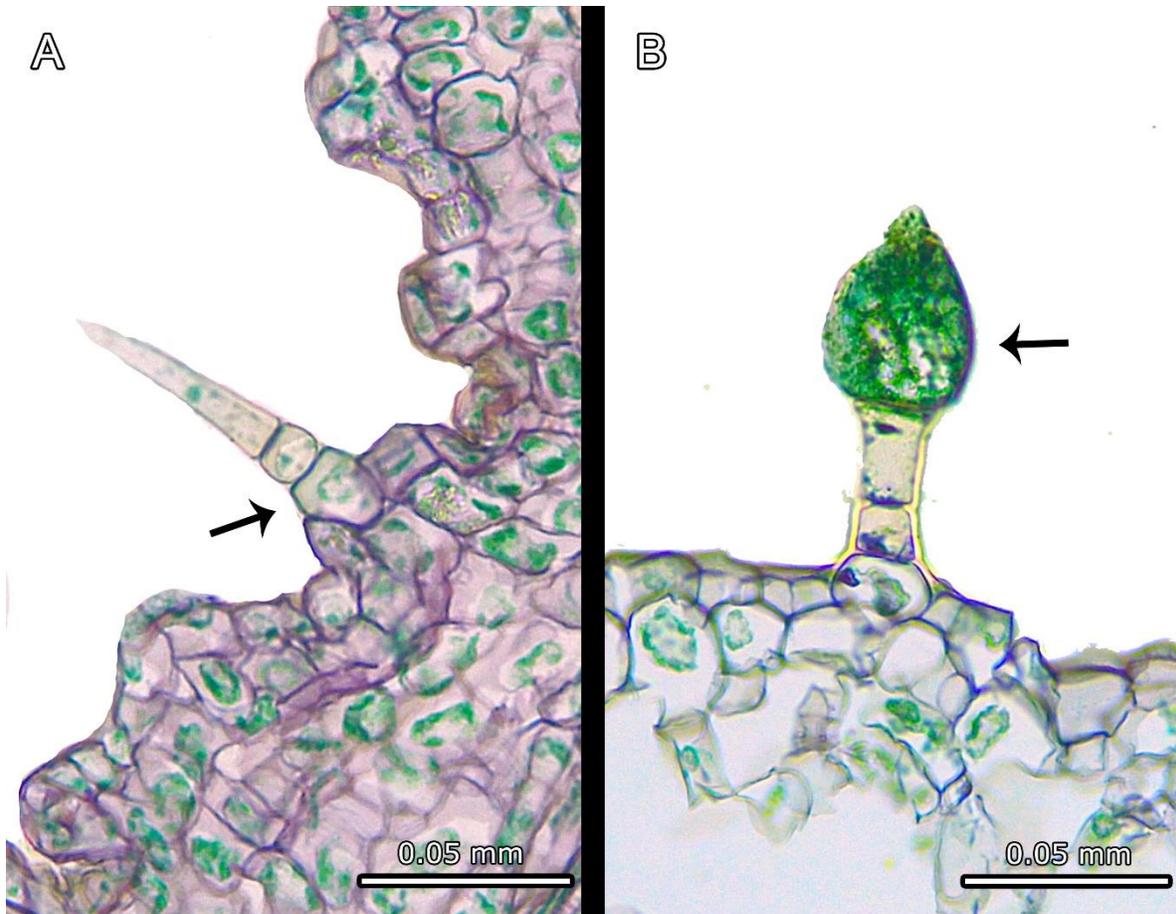


FIG. 3. Tricomas glandulares. A. *Polystemma viridiflorum* en la base del tricoma tienen la glándula de secreción. B. *Dictyanthus pavonii* en el ápice del tricoma tienen la glándula de secreción.

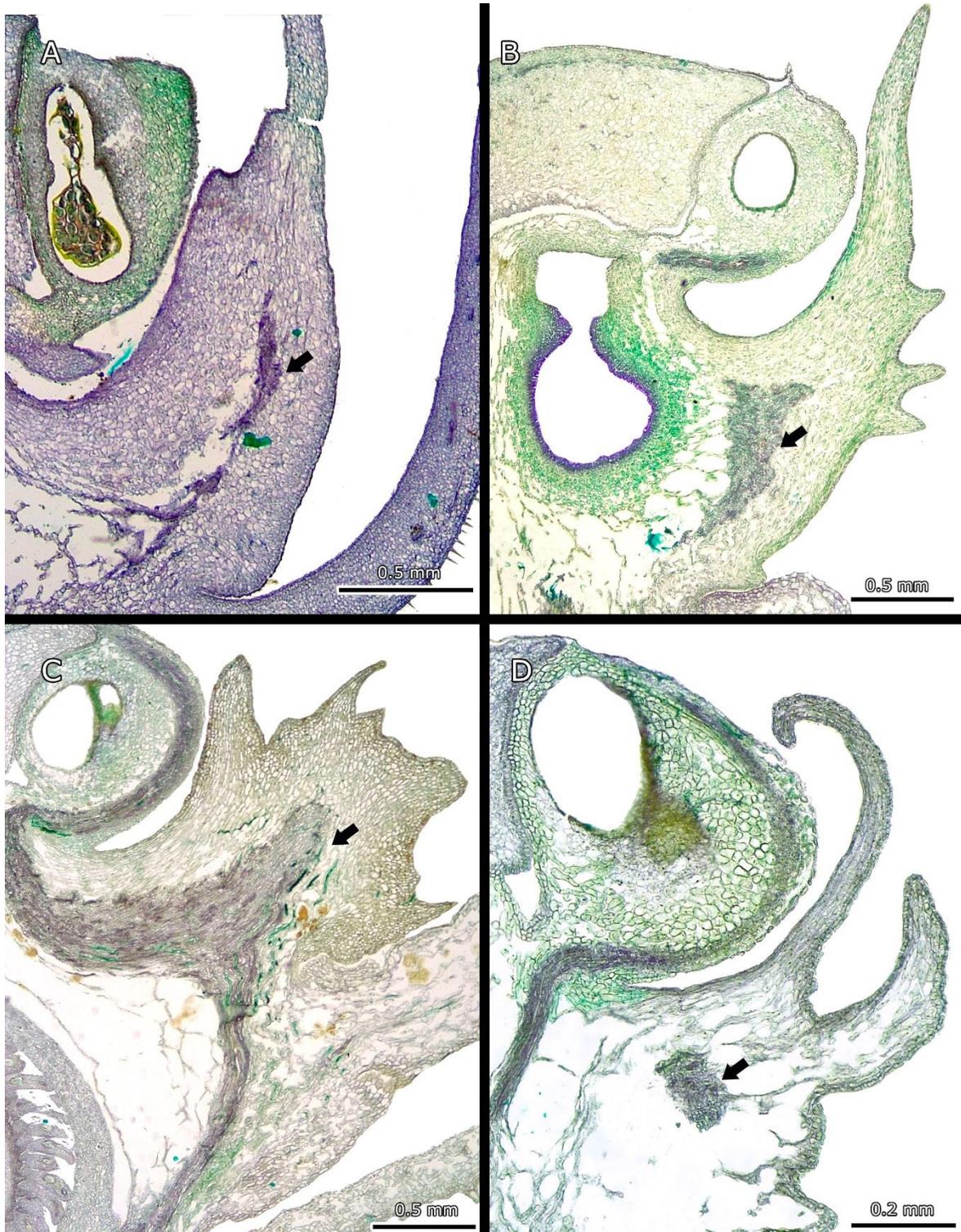


FIG. 4. Forma de los lóbulos de la corona ginostegial y arreglo del tejido vascular. Las flechas negras señalan el tejido vascular. A. *Polystemma guatemalense*. B. *Polystemma viridiflorum*. C. *Polystemma mirandae*. D. *Matelea gonoloboides*.



**Capítulo IV. Taxonomía y distribución geográfica del género *Polystemma*  
(Gonolobinae, Apocynaceae)**

**Para someterse a Systematic Botany**

**Taxonomía y distribución geográfica del género *Polystemma* (Gonolobinae, Apocynaceae)**

**Gerald Matus Hernández–Barón<sup>1</sup>, Guadalupe Munguía–Lino<sup>2,3</sup>, Leonardo Osvaldo Alvarado–Cárdenas<sup>4</sup>, Aarón Rodríguez<sup>3,5</sup>**

<sup>1</sup>Maestría en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (BIMARENA), Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas 45200, Zapopan, Jalisco, México gherandezbaron@gmail.com

<sup>2</sup>Cátedras CONACyT–Universidad de Guadalajara, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, 45200 Zapopan, Jalisco, México gmlinno@gmail.com

<sup>3</sup>Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal (LaniVeg), Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, 45200 Zapopan, Jalisco, México

<sup>4</sup>Departamento de Biología Comparada, Laboratorio de Plantas Vasculares, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México Apartado Postal 70–282, 04510, Ciudad de México, México leonardoac@ciencias.unam.mx

<sup>5</sup>Herbario *Luz María Villarreal de Puga* del Instituto de Botánica (IBUG), Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Las Agujas, 45200 Zapopan, Jalisco, México aaron.rodriguez@academicos.udg.mx

**Resumen**—*Polystemma* (Gonolobinae) es un género americano que incluye seis especies distribuidas desde el sur de Estados Unidos hasta Costa Rica. *Polystemma*

incluye enredaderas que desarrollan tricomas blancos en los tallos, pedúnculos, pedicelos y cálices. Las corolas son campanuladas y los folículos lisos y maculados. Estudios filogenéticos basados en secuencias de ADN de cloroplasto recuperaron al grupo como parafilético. Para el reconocimiento de *Polystemma* como un grupo natural es necesario nombrar nuevas especies y hacer dos combinaciones nuevas. Este trabajo proporciona una revisión taxonómica de *Polystemma*. Mediante la consulta de literatura especializada se proporciona la historia taxonómica del género. También se proveen descripciones morfológicas, claves de determinación de especies y datos sobre la distribución geográfica de las especies. Reconocemos 12 especies de *Polystemma* de las cuáles nueve son endémicas de México. Esto ubica al género como el segundo con mayor número de endemismos por debajo de *Dictyanthus*. En *Polystemma* la corona ginostegial es variable. La combinación de tricomas glandulares blancos y folículos lisos y maculados definen al grupo.

**Palabras clave**—Asclepiadoideae, endémicas, clave.

Decaisne (1844) describió al género *Polystemma* y lo definió por la presencia de corolas campanuladas y lóbulos de la corona filiformes. *Polystemma* proviene del griego *Polys* = muchos y *stemma*=corona y hace referencia a los numerosos lóbulos de la corona ginostegial (Gledhill 2002). Decaisne reconoció a *Polystemma viridiflorum* Decne. como la única especie del género. La corona ginostegial fue descrita como una “corona estaminal con 25 divisiones, los lóbulos opuestos a las anteras, biseriados, los laterales filiformes”. El material con el que se describió la especie tipo fue recolectado por Galeotti en 1517. La localidad tipo está cerca de Orizaba, Veracruz (*in regni mexicani montosis circa Orizabem, 4000 peds*).

Posteriormente, Brandege (1915) describió a la segunda especie del género: *Polystemma scopolorum*. La corona fue descrita como “escamas de la corona 5, estrechamente oblongas, ápice tridentado”. Brandege utilizó material recolectado por C.A. Purpus en una localidad de San Jeronimo Oaxaca para describir esta especie. Cinco años después, en 1920 Brandege, describió a *P. rupestre*. Esta especie fue descrita con base en material recolectado por Purpus en la barranca de Panoaya en Veracruz.

Brandege, definió a la corona como “cinco lóbulos, profundamente tres lóbulos y erectos”. Durante 26 años no se describió otra especie del género.

En 1941, Woodson realizó un tratamiento taxonómico para las Asclepiadaceae de Norteamérica. En su trabajo expuso la problemática de la época en cuanto a la delimitación de géneros. Para evitar más confusiones en la identificación de géneros Woodson propuso reconocer solo tres. Según Woodson, plantas con apéndices dorsales en las anteras pertenecen al género *Gonolobus* Michx. En cambio, el género *Fischeria* DC. incluyó a las especies con lóbulos de la corona vesiculares. Por su parte, lóbulos de la corona fusionados en la base o lobulados definieron a *Matelea* Aubl. En este último se sinonimizaron 27 géneros. A su vez, dentro de *Matelea* Woodson reconoció 16 subgéneros y 6 secciones. Sin embargo, la información que proporcionó sobre su clasificación fue escasa.

Esta propuesta de clasificación fue un parteaguas en el estudio de las Asclepiadaceae (ahora Asclepiadoideae). En su momento resultó útil para evitar más confusiones sobre la circunscripción de géneros, pero con el paso del tiempo llegó a ser cuestionada, polémica e incomprensible. Aunque, se ha utilizado con fines prácticos (Krings 2011; Cortez et al. 2018; Lozada-Pérez y Alvarado-Cárdenas 2018).

Stevens (2001) hizo varios cambios dentro de las Gonolobinae *sensu* Woodson. Segregó a los géneros *Dictyanthus* Decne., *Macroscelis* Kunth, *Polystemma* y *Schubertia* Mart. de *Matelea* y esta propuesta fue aceptada y seguida en la comunidad botánica.

En 2001, en su revisión de Asclepiadaceae para la Flora de Nicaragua Stevens, segregó a *Polystemma* de *Matelea* y circunscribió al género por presentar corolas campanuladas, lóbulos de la corona filiformes y folículos lisos y maculados. Posteriormente, Stevens (2005), en actualizaciones de la familia (sic) en América, circunscribió a *Polystemma* por la presencia de tricomas glandulares translúcidos que se tornan blancos en la madurez, corolas campanuladas, lóbulos de la corona filiformes, así como folículos lisos y maculados. En este último trabajo, hizo una nueva combinación *P. guatemalense*. La propuesta de Stevens fue aceptada entre la comunidad botánica y desde la resurrección del género se han publicado dos especies nuevas: *P. mirandae* Lozada-Pérez y *P. canisferum* McDonnell & Fishbein y se han hecho

dos nuevas combinaciones: *P. cordifolium* (A.Gray) McDonnell & Fishbein y *P. cordatum* (Brandege) L.O. Alvarado (Lozada-Pérez 2010; McDonnell y Fishbein 2016; Fishbein 2017; Alvarado-Cárdenas et al. 2020). Estas aportaciones suman siete especies válidas y efectivamente publicadas, pero dos de ellas (*P. rupestre* y *P. scopolorum*) son sinónimos de *P. viridiflorum* (Stevens 2009).

Filogenias derivadas de secuencias de ADN sugieren que *Matelea*, propuesto por Woodson, no es un grupo monofilético (Klings 2008; Morillo 2015; Mangelsdorff et al. 2016; McDonnell et al. 2018; González-Martínez et al. 2019; Hernández-Barón et al. 2020). En contraste, *Gonolobus* y *Fischeria* fueron recuperados como monofiléticos. La evidencia filogenética apoya la segregación de géneros de *Matelea* como *Polystemma* (Hernández-Barón et al. en prep.). Para reconocer el grupo como monofilético hace falta la inclusión de especies de *Matelea*. Los objetivos del trabajo fueron: (1) realizar una revisión taxonómica del género que incluye descripciones morfológicas, claves, datos sobre hábitat, fenología, distribución geográfica (3) realizar mapas de distribución de las especies.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

**Revisión de literatura**—Los antecedentes sobre la diversidad y distribución de *Polystemma* en México se consultaron en los trabajos de Juárez-Jaimes y Lozada (2003); Juárez-Jaimes et al. (2007), Ibarra-Manríquez et al. (2015); Villaseñor (2016) y Alvarado Cárdenas et al. (2020). La morfología floral y su terminología fue analizada en los trabajos de Woodson (1941), Liede y Kunze (1993), Liede y Weberling (1995), Kunze (1995), Endress y Bruyns (2000), Stevens (2001; 2005; 2009) y Hernández-Barón et al. (2019). Se recopiló una lista de caracteres con base en la literatura consultada. Los ejemplares tipo se consultaron en la página Jstor (2020).

**Trabajo de herbario y base de datos**—Datos geográficos y morfológicos fueron obtenidos mediante la revisión de los herbarios: CIIDIR, ENCB, HUMO, IBUG, MEXU, QMEX y UAMIZ (Thiers, 2020). Una base de datos fue elaborada a partir de la información obtenida de los ejemplares de herbario. La base incluyó los campos: nombre científico, familia, país, estado, municipio, localidad, elevación, coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos), tipo de vegetación, datos fenológicos, fecha

de recolecta, colector, número de colecta y determinador. Durante el trabajo de herbario también se evaluó la presencia de los caracteres morfológicos de *Polystemma* en *Matelea* y *Gonolobus*. Con frecuencia, estos géneros y sus especies son confundidos entre sí. Los ejemplares que carecían de datos geográficos fueron georreferenciados mediante el programa Google Earth Pro (Google 2020). También se consultaron bases de datos electrónicas. Los nombres científicos se verificaron en Tropicos del Jardín Botánico de Missouri (Tropicos.org 2020) y el International Plant Name Index (IPNI 2020). Los registros de plantas del norte del país se consiguieron mediante la consulta de la Red de herbarios del Noroeste (herbanwmex.net 2020). Otros registros fueron obtenidos a través de la plataforma SEINet (2020).

**Trabajo de campo**—La consulta de ejemplares de herbario permitió organizar salidas a campo. Cuatro especímenes de *Polystemma* fueron recolectados en los estados de Jalisco y Michoacán en agosto y octubre de 2018 y 2019. La recolecta de material botánico se realizó de acuerdo con el método de Lot y Chiang (1986). También se fijaron flores en alcohol al 70% para hacer disecciones y mediciones bajo el microscopio estereoscópico.

**Determinación de ejemplares**—Los ejemplares de herbario fueron determinados mediante el uso de claves especializadas (Juárez-Jaimes y Lozada 2003; Stevens 2001; 2009). Los ejemplares determinados fueron cotejados con las descripciones originales y con los holotipos consultados en las bases de datos JSTOR Global Plants y New York Botanical Garden (nybg.org 2020). Al estar tan estrechamente relacionada con *Matelea*, los ejemplares de este género también fueron revisados con claves taxonómicas. Se buscaron los caracteres: tricomas blancos, lóbulos de la corona filiformes y folículos maculados.

**Distribución geográfica y tipos de vegetación**—La distribución geográfica de las especies se analizó mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). La base de datos con coordenadas geográficas se convirtió a un archivo legible para un SIG (Qgis development team, 2020). En el SIG se corroboraron las localidades de todos los registros. Posteriormente se elaboraron mapas de distribución de las especies con las capas de división política estatal (INEGI 2019). Las provincias biogeográficas fueron

reportadas con base en el criterio de Morrone et al. (2017). Los tipos de vegetación fueron reportados con base en el criterio de Rzedowski (1978). La categoría de riesgo de las especies se evaluó con base en el criterio de la IUCN (2012) en la plataforma GeoCat (Bachman et al. 2011)

**Descripciones morfológicas y clave**—Las descripciones morfológicas siguieron la terminología de Stevens (2009) y el formato de Hernández-Barón et al. (2019). Las descripciones se hicieron en la paquetería monograph (Reginato 2016) en el programa R (R Development Core Team. 2020). La forma de las hojas se definió con base en el criterio de Hickey (1973). La composición de las inflorescencias fue reportada según Weberling (1989) y Liede y Weberling (1995). Los colores de las flores se establecieron a través de la clasificación de la Royal Horticulture Society (2015). Los caracteres vegetativos y florales de los especímenes analizados fueron observados, medidos y comparados. Esto permitió separar a las especies en varios grupos. Posteriormente se elaboró una clave dicotómica para determinar a las especies.

## RESULTADOS

*Polystemma* Decne. incluye 12 especies. El género agrupa enredaderas herbáceas o leñosas y subarbustos. Los tallos, pedúnculos, pedicelos, pedicelos y cálices desarrollan tricomas glandulares hialinos o translúcidos que se tornan de color blanco con la madurez. Los tricomas glandulares son bulbosos ensanchados en la base con la única excepción de *P. cordifolium* que tiene tricomas glandulares capitados (Fig. 1). Las corolas son campanuladas, tubular campanuladas o rotadas (Fig. 2). La corona ginostegial es variable. Los lóbulos están fusionados en la base y tienen 5 lóbulos bien definidos o pueden estar fusionados desde la mitad de cada lóbulo formando un disco continuo y erecto. Los cinco lóbulos principales generalmente tienen uno o dos pares de apéndices laterales, los lóbulos son filiformes, falcados o rectangulares. Los lóbulos fusionados forman un disco continuo con lóbulos reducidos o márgenes dentados o crenados. Los folículos son un carácter homogéneo dentro del género (Figs. 3 y 4). La superficie es lisa con maculas blancas, verdosas o azuladas está presente en todas las especies. La combinación de tricomas glandulares blancos y folículos lisos definen a *Polystemma*.

Las especies de *Polystemma* se distribuyen desde Arizona hasta Costa Rica (Fig. 5). Solo tres especies: *P. cordifolium*, *P. guatemalense* y *P. viridiflorum* crecen fuera de México. En México se distribuyen en 14 estados: Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sonora y Veracruz. Los estados con mayor número de especies son Jalisco, Michoacán y Oaxaca con 4. La provincia biogeográfica con mayor número de especies es la Cuenca del Balsas, dónde se distribuyen: *P. cordatum*, *P. guatemalense*, *P. mirandae* Lozada-Pérez, *Polystemma* sp. 2, *Polystemma* sp. 3 y *P. viridiflorum*. En segundo lugar, está la provincia de Costa pacífica, dónde crecen: *M. angustiloba* (B.L. Rob. Greenm.) W.D. Stevens, *M. magallanesii* E.J. Lott, *P. canisferum*, *P. guatemalense*, *Polystemma* sp. 1, y *P. viridiflorum*. En el Cuadro 1 se resume la distribución geográfica de las especies de *Polystemma*.

Las especies de *Polystemma* crecen principalmente en Bosque Tropical Caducifolio, pero también se han recolectado en áreas perturbadas y zonas abiertas. 11 de las 12 especies son enredaderas y una es un sufrútice.

#### TRATAMIENTO TAXONÓMICO

**POLYSTEMMA** Decne., Prodr. 8: 602–603. 1844. TIPO: *Polystemma viridiflorum* Decne.

Prodr. 8: 602–603. 1844

*Rothrockia* A. Gray, Proc. Amer. Acad. Arts. 20: 295–296. 1885. TIPO: *Rothrockia cordifolia* A. Gray, Proc. Amer. Acad. Arts 20: 295–296.

*Labidostelma* Schltr., Bull. Herb. Boissier, sér. 2, 6(10): 843–844. 1906. TIPO: *Labidostelma guatemalense* Schltr., Bull. Herb. Boissier, sér. 2 6(10): 843–844. 1906.

*Microdactylon* Brandegees, Zoë 5(11): 252. 1908. TIPO: *Microdactylon cordatum* Brandegees, Zoë 5(11): 252–253. 1908.

**Trepadoras** herbáceas o leñosas, con corcho en la base de los tallos en la madurez, rara vez sufrútices con tendencias trepadoras en la madurez; látex blanco siempre presente. **Raíces** fibrosas. **Tallos** cilíndricos con indumento mixto de tricomas multicelulares largos, tricomas unicelulares cortos y **tricomas glandulares**

translúcidos, ensanchados en la base o rara vez capitados (*P. cordifolium*) que se tornan blancos en la madurez. **Hojas** simples, opuestas, margen entero, pecioladas, láminas ovadas, rara vez deltoides; base cordada con lóbulos convergentes o divergentes, nunca truncada u obtusa; ápice acuminado o atenuado, glabras o pubescentes, con coléteres en la base de la lámina, rara vez ausentes. **Inflorescencias** una por nudo, cimosas, laxas o congestionadas, dicasios simples o compuestos, a veces monocasios, normalmente llamadas racemiformes, pedúnculos bien desarrollados o casi sésiles; **cáliz** gamosépalo 5 lobado, con los lóbulos divididos casi hasta la base, coléteres en los senos presentes; **corola** gamopétala, 5 lobada, campanulada, brevemente campanulada, tubular-campanulada rara vez rotada, tubo glabro o pubescente, rugoso o liso; **estambres** 5, epipétalos, connatos formando un tubo alrededor de dos ovarios apocárpicos, fusionados en el ápice formando un **ginostegio** sésil o estipitado, provisto de una estructura llamada **corona ginostegial** adnata a la corola y a la base del ginostegio, compuesta por dos unidades, externa e interna, **corona externa** formada por 5 lóbulos opuestos (estaminales) a las anteras o rara vez alternos (interestaminales), adnatos entre sí en la base o rara vez desde la mitad formando un disco carnosos, continuo y erecto, los **lóbulos estaminales** generalmente con uno o dos apéndices laterales y lóbulos centrales, los apéndices laterales de formas variadas, filiformes, aciculares, falcados, liguliformes, deltados o rara vez ausentes, los lóbulos centrales más cortos, 1-12, filiformes o deltados, **lóbulos interestaminales** prominentes, alargados y filiformes en el ápice; **corona interna** un apéndice terminal, oblongo, circular o en forma de uña, adnato a las anteras y a los lóbulos de la corona ginostegial; **anteras** horizontales, con un apéndice terminal hialino, ovado o reniforme, **polen** aglutinado y contenido en dos sacos cerosos llamados **polinios**, estériles en la unión con el brazo o caudícula cada polinio unido mediante un brazo o caudícula a un corpúsculo constituyendo el polinario; **cabeza del estilo** plana, convexa, capitada, o globosa, cuando plana a veces con un pequeño ostiolo inconspicuo en el centro. **Folículos** fusiformes, elipsoidales, delgados, glabros o pilosos, siempre con maculas blancas, verdosas o azuladas. **Semillas** con la superficie densamente tuberculada, rojo-pardo oscuras, con un conjunto de tricomas blancos en el ápice (coma).

CLAVE PARA LAS ESPECIES DE POLYSTEMMA

1. Plantas con tricomas glandulares capitados, presentes en tallos, hojas, pedúnculos, pedicelos y cálices, corolas blancas amarillentas a veces con venación morada rojiza fuerte  
*P. cordifolium*
1. Plantas con tricomas glandulares bulbosos en la base, presentes en tallos, pedúnculos, pedicelos y cálices, corolas verdes, blancas con venación violácea, rojas oscuras, pardo pálidas, amarillo claro, amarillo-anaranjadas o marrón-amarillento a veces con algunas máculas rojo violáceas en la base del tubo 2
2. Plantas sufrutescentes, láminas < 2 cm de largo y ancho. Corola amarilla claro con máculas rojo amarronadas  
*Polystemma* sp. 2
2. Plantas trepadoras, láminas > 2 cm de largo y ancho. Corolas verdes, blancas con venación violácea, rojas oscuras, pardo pálidas, amarillo-anaranjadas o marrón-amarillento a veces con algunas máculas rojo violáceas en la base del tubo 3
3. Corolas verdes en su totalidad, a veces con algunas máculas rojo violáceas en la base 4
4. Corolas tubular campanuladas, lóbulos de la corola de 3.0-6.4 mm de largo  
*P. canisferum*
4. Corolas campanuladas, lóbulos de la corola de 5.8-30 mm de largo 5
5. Lóbulos de la corola 25-30 mm de largo *M. magallanesii*
5. Lóbulos de la corola 5.8-16 mm de largo 6
6. Lóbulos de la corola lanceolados y levemente enrollados en el ápice, cabeza del estilo globosa o clavada *Polystemma* sp. 3
6. Lóbulos de la corola ovados, patentes, cabeza del estilo plana o cóncava 7
7. Lóbulos de la corola glabros adaxialmente, tubo de la corola profundamente rugoso, sin venación evidente *P. viridiflorum*
7. Lóbulos de la corola pilosos sobre las venas adaxialmente, tubo de la corola

- piloso, liso y con venación paralela *Polystemma* sp. 1
3. Corolas blancas con venación violáceo profundo, rojas oscuras, pardo  
pálidas, amarillo-anaranjadas o marrón-amarillento 8
8. Corolas blancas en el centro con venación violáceo profundo hacia el ápice o  
completamente violáceas, lóbulos de la corona falcados *P. guatemalense*
8. Corolas rojas oscuras, pardo-pálidas, amarillo-anaranjadas o marrón-  
amarillento con venación negra o parda, lóbulos de la corona filiformes,  
liguliformes o fusionados con forma de disco 9
9. Corolas rotadas, lóbulos de la corona fusionados formando un anillo  
continuo 10
10. Inflorescencias con 1-3 flores, corola marrón amarillento fuerte, tubo de la  
corola viloso *M. angustiloba*
10. Inflorescencias con 3-6 flores, corola amarilla anaranjada claro, tubo de la  
corola glabro *Polystemma* sp. 4
9. Corolas campanuladas, lóbulos de la corona filiformes o liguliformes 11
11. Corola pardo pálida, lóbulos de la corona filiformes, lóbulos de la corola  
glabros en el ápice *P. mirandae*
11. Corola roja oscura, lóbulos de la corona liguliformes, lóbulos de la corola  
pilosos en el ápice *P. cordatum*

1. **MATELEA ANGUSTILOBA** (B.L. Rob & Greenm.) W.D. Stevens, *Phytologia* 53(6): 405. 1983. *Gonolobus angustilobus* B.L. Rob. & Greenm. *Proc. Amer. Acad. Arts* 29: 388

TIPO: MÉXICO. Nayarit: Barranca cerca de Tepic. 10 Oct 1893, *Pringle 5458* (holotipo: GH-00076346 [Foto!]). Figura 2A.

**Enredaderas** herbáceas o leñosas. **Tallos** con indumento mixto, tricomas eglandulares ca. 2 mm, los glandulares ca. 0.8 mm. **Láminas** ovadas, 4.5–11.6 × 2.4–7 cm, base lobada, ápice acuminado, lóbulos convergentes a traslapados, seno 8–20 mm de profundidad, haz con indumento mixto similar al del tallo, pero esparcido, el envés con indumento mixto concentrado principalmente en las nervaduras, 7–8 coléteres en la base de la lámina; **peciolo**s 3.4–6.8 cm de largo, con indumento mixto.

**Inflorescencias** dicasios, 1–3 flores, con indumento mixto; pedúnculos 37–48 mm de largo, pedicelos 24–26 mm de largo; **cáliz** con 1 coléter por seno, lóbulos ovados con el margen ciliado, 2.8–3.5 × 1–2.5 mm, ápice agudo, con indumento mixto abaxialmente, puberulenta adaxialmente; **corola** marrón amarillento fuerte, rotada, tubo 1.8–2.2 mm de largo, densamente viloso, liso, lóbulos lanceolados, 7–9 × 2–2.5 mm, ápice agudo, densamente puberulentos abaxialmente, pilosos en la base adaxialmente; ginostegio sésil; **corona externa** cinco lóbulos fusionados desde la mitad formando un disco carnoso continuo, dentado, con cinco lóbulos inconspicuos, cada lóbulo con dos pliegues superpuestos ca. 1–1.2 × 1.2–1.4 mm de largo y ascendentes, con el margen dentado, **corona interna** ovada, ca. 0.5 mm; **apéndices terminales** de las anteras reniformes, ca. 0.5 × 0.5 mm; **cabeza del estilo** plana, ápice cóncavo; **corpúsculo** obovado, pardo, ca. 0.3 mm de largo, **polinios** reniformes ca. 0.8 mm de largo. **Folículos** 9–10 × 1.8–2.5.

**Distribución y hábitat**—*Matelea angustiloba* se distribuye en los estados de Nayarit y Jalisco. Crece en bosque tropical caducifolio en las provincias de Costa Pacífica, Eje Volcánico Transmexicano y Sierra Madre Occidental. Se ha recolectado entre 975 y 1100 m de elevación (Fig. 6).

**Fenología**—florece de julio a octubre, fructifica en octubre.

**Estado de conservación**—*Matelea angustiloba* debe ser considerada como En Peligro (EN) debido a que su extensión de presencia (EPO) es de 6,812.280 km<sup>2</sup>. El área de ocupación es de 12 km<sup>2</sup> y también la ubica en la misma categoría.

**Notas**—*Matelea angustiloba* se puede diferenciar fácilmente por tener inflorescencias con pocas flores, lóbulos de la corola lanceolados y tubo de la corola viloso. Esta especie es endémica del occidente de México y está pobremente representada en los herbarios. El hallazgo de esta especie en San Cristóbal de la Barranca, Jalisco amplió su rango de distribución que previamente estaba restringido a Nayarit. Los especímenes hechos a partir de las colectas de *Ramírez-Díaz et al.* 749 representan apenas el tercer registro de esta especie en México.

La corona ginostegial de *Matelea angustiloba* está formada por cinco lóbulos fusionados desde la mitad que forman un disco carnoso continuo y ascendente. A pesar de esto, cinco lóbulos opuestos a las anteras son distinguibles. Esta morfología sugiere la reducción y fusión de lóbulos para formar un anillo. La variación morfológica de las coronas requiere mayor explicación en estudios futuros.

**Especímenes adicionales examinados**—MÉXICO. Jalisco. San Cristóbal de la Barranca. Ca. 0.4 km al SE de Santa Cruz de Atistique, cerca del balneario El Agua Caliente. 13 ene 2016. *Ramírez-Díaz et al.* 749.

2. **MATELEA MAGALLANESII** E.J. Lott, *Phytologia* 73: 277–280. 1992.

TIPO: MÉXICO. Jalisco, municipio de La Huerta, Estación de Biología Chamela, UNAM, antiguo camino a Nacastillo, 24 Sep 1981, E. Lott 552 (holotipo: MEXU, isotipos: MO-164344 [Foto!]; TEX-00155220 [Foto!]; UCR-0000092 [Foto!]). Ilustración Figs. 2B, 3A.

**Enredaderas** leñosas. **Tallos** con indumento mixto, tricomas eglandulares 1–3 mm, tricomas glandulares ca. 0.5 mm. **Láminas** ovadas, 3.2–11.4 × 3.4–5.8 cm, base cordada, ápice acuminado, los lóbulos divergentes a convergentes, seno 10–18 mm de profundidad, haz y envés piloso; 0–4 coléteres en la base de la lámina; **peciolo**s 3.0–6.0 cm de largo, indumento mixto. **Inflorescencias** dicasios simples o con una flor extra, 1–4 flores, con indumento mixto; pedúnculo 15–40 mm de largo, pedicelos 8–20 mm de largo; **cáliz** 2–3 coléteres por seno, lóbulos lanceolados, 8–15 × 1.5–3.0 mm, ápice acuminado, glabros adaxial y abaxialmente; **corola** verde amarillo claro, con tonos violáceos en la base, campanulada, tubo 4–6 mm, glabro, liso, lóbulos deltados, con venación reticulada inconspicua, 25–30 × 6–9 mm, ápice atenuado a acuminado, puberulentos adaxial y abaxialmente; **corona externa** cinco lóbulos estaminales fusionados en la base, muy reducidos de 3 a 6 series, lóbulos interestaminales prominentes, 2–4 mm de largo, anchos en la base, atenuados hacia el ápice, con dos a 4 lóbulos filiformes en el ápice; **corona interna** oblonga 1–2 mm largo; **apéndices terminales** de las anteras anchamente ovados, 1.5 × 1.5 mm ancho; **cabeza del estilo** cóncava; **corpúsculo** sagitado, pardo, ca. 0.4 mm de largo, **polinios** subtriangulares ca. 0.5 mm de largo. **Folículos** 10–15 × 2–4 cm fusiformes, glaucos.

**Distribución y hábitat**—*Matelea magallanesii* es endémica de Jalisco. Crece en Bosque Tropical Caducifolio en la provincia Costa Pacífica. Se ha recolectado entre los 52 y 122 m de elevación (Fig. 7).

**Fenología**—florece de julio a septiembre, fructifica en septiembre y octubre

**Estado de conservación**—*Matelea magallanesii* debe ser considerada como En Peligro (EN) debido a que su extensión (E00) es de 43.351 km<sup>2</sup>. El área de ocupación (A00) es de 12 km<sup>2</sup>.

**Notas**—*Matelea magallanesii* se puede distinguir fácilmente por sus corolas de hasta 6 cm de diámetro. *M. magallanesii* tiene una morfología floral complicada. La corona es compleja ya que tiene lóbulos estaminales e interestaminales. Estos últimos son prominentes y mucho más largos que los estaminales y es un carácter único dentro del género.

**Especímenes adicionales examinados**—MÉXICO. Jalisco. La Huerta. Estación de Biología Chamela UNAM, Camino Antiguo por Vereda Chachalaca, 6 Ago 1991, *Bullock 978* (MEXU). Rancho Cuixmala. 22 Ago 1991, *Lott 3879* (MEXU). Tomatlán. km 110 de la carretera Melaque-Puerto Vallarta, 27 Jul 2004, *Carrillo-Reyes & Nicolalde 4295* (IBUG).

3. **POLYSTEMMA CANISFERUM** McDonnell & Fishbein, *Phytotaxa* 246(1): 79. 2016.

TIPO: MÉXICO. Sonora: municipio de Alamos, East-Northeast of Los Camotes along Los Tanques-Las Chinacas road, 18 Ago 1994. *Jenkins et al. 94-59* (holotipo: OKLA, isotipo: MEXU-01446525 [Foto!]). Ilustración: McDonnell & Fishbein, *Phytotaxa* 246(1): 78-84 figs. 1-2. 2016.

**Enredaderas** herbáceas con corcho fisurado en la base en la madurez. **Tallos** con indumento mixto, tricomas eglandulares de 0.4–0.55 mm de largo, tricomas glandulares ca. 0.05 mm. **Láminas** ovadas a deltoides, 3.0–9.3 × 1.8–4.5 cm, base cordada, ápice agudo a acuminado, los lóbulos divergentes, el seno ca. 1.5 cm de profundidad, haz y envés hirsuto, 3–6 coléteres en la base de la lámina; **peciolo**s de 1.5–4.1 cm de largo. **Inflorescencias** dicasios simples o ramificados, 2–6 flores, con indumento mixto; pedúnculos de 13–58 mm de largo, pedicelos de 5–23 mm de largo,

indumento del tallo; **cáliz** con 2 coléteres por seno, lóbulos elípticos, 2.5–4.0 × 1.5–2.0 mm de ancho; glabros adaxialmente, hirsutos abaxialmente; **corola** verde con venación púrpura en el tubo, tubular–campanulada, tubo de 2.5–6.5 mm de largo, glabro o puberulento, liso, lóbulos lanceolados, reflexos, 3.0–6.4 × 1.6–2.2 mm, ápice obtuso, glabros adaxialmente y hirsutulosos abaxialmente; ginostegio estipitado; **corona externa** con cinco lóbulos fusionados en la base, con uno o dos pares de apéndices laterales filiformes, el lóbulo central con 3–5 lóbulos irregulares y generalmente con el lóbulo central más largo que los laterales; **apéndices terminales** de las anteras ovados a rectangulares, **cabeza del estilo** convexa, ligeramente estriada; **corpúsculo** rómbico, pardo o rojizo, ca. 0.2 mm de largo, **polinios** ovalados, ca. 0.5 mm de largo. **Folículos** 10.5–13.5 × 1.1–1.3 cm.

**Distribución y hábitat**—*Polystemma canisferum* es endémica de Sonora. Esta especie crece en espacios abiertos de vegetación secundaria y bosque tropical caducifolio. Se distribuye en la vertiente norte del pacífico mexicano en las provincias de Costa Pacífica y Sonora. Se ha recolectado entre los 75 y 466 m de elevación (Fig. 8).

**Fenología**—florece de agosto a noviembre, fructifica en octubre y noviembre.

**Estado de conservación**—*Polystemma canisferum* debe ser considerada como Vulnerable (VU) debido a que su extensión de presencia (EPO) es de 5,251.584 km<sup>2</sup>. El área de ocupación de *Polystemma canisferum* es de 16 km<sup>2</sup>.

**Notas**—Esta especie se puede reconocer fácilmente por su corola angostamente tubular campanulada de color verde con el centro morado, y por la cabeza del estilo convexa. La corona ginostegial presenta los lóbulos filiformes que tradicionalmente han definido al género.

**Especímenes adicionales examinados**—**México. Sonora.** Alamos. East-Northeast of Los Camotes along Los Tanques-Las chinacas road, 18 Ago 1994, *Jenkins 94-59* (OKLA, MEXU). Navojoa. Teachive, 12 Nov 1994, *Van Devender 94-668* (OKLA). Soyopa. Loma Maderista, 3.5 km south of Tonichi, W side Río Yaqui, 3 Mar 2004, *Fishbein 6266* (OKLA). Soyopa. Loma Maderista, 3.5 km south of Tonichi, W side Río Yaqui, 3 Mar 2004, *Reina 2004-50* (OKLA). Ures. 1.3 km north of El Seguro, southwest

of Rancho Viejo, flats south of Cerro La Posta, south Sierra Mazatlán, 12 Mar 2005, *Van Devender 2005-150* (OKLA).

4. **POLYSTEMMA CORDATUM** (Brandege) L.O. Alvarado, Bot. Sci. Material Suplementario 2 pág. 10. *Microdactylon cordatum Brandege*, *Zoë* 5(11): 252–253. 1908. *Matelea cordata* (Brandege) Woodson, Ann. Missouri Bot. Gard. 28: 236. 1941.

TIPO: MÉXICO. Puebla: Caltepec. Cerca de Santiago Coatepec, Cerro El Castillo, near Coatepec, s.f., *Purpus 2836* [3836] (sintipos: E-00279129 [Foto!]; UC-124986 [Foto!]). Ilustración: Juárez-Jaimes y Lozada, Fl. Valle de Tehucán-Cuicatlán 37:18, Fig. 10. 2003.

**Enredaderas** herbáceas o leñosas. **Tallos** con indumento mixto, tricomas eglandulares ca. 1 mm, los glandulares ca. 0.4 mm. **Láminas** ovadas, 3.5–5.0 × 2.0–3.0 cm, base cordada, ápice agudo, obtuso a corto acuminado, haz y envés piloso, indumento mixto pero esparcido, densos en las nervaduras; 4-5 coléteres en la base de la lámina; **peciolos** 1.3–2.5 cm largo de largo, con indumento mixto. **Inflorescencias** dicasios simples o ramificados, 3–6 flores, con indumento mixto; pedúnculos 20–35 mm de largo, pedicelos 15–25 mm de largo; **cáliz** con 1–2 coléteres por seno, lóbulos lanceolados, 5.0–6.0 × 1.9–2.2 mm, ápice agudo, pilosos abaxialmente, glabros adaxialmente; **corola** rojo oscuro, campanulada, tubo 3.8–4.7 mm de largo, piloso, liso, lóbulos ovados, 6.0–7.0 × 5.0–5.5 mm, ápice agudo, puberulentos abaxialmente, hirsutos en el ápice adaxialmente; ginostegio estipitado; **corona externa** cinco lóbulos fusionados basalmente, unguiculados, cada uno con un par de apéndices ascendentes de 1.5 mm de largo, filiformes, con 2 internos más pequeños; **cabeza del estilo** plana, ápice plano; **corpúsculo** rómbico, pardo, ca. 0.2 mm de largo, **polinios** ovoides ca. 1 mm de largo. **Folículos** desconocidos.

**Distribución y hábitat**—*Polystemma cordatum* se distribuye en Oaxaca y Puebla. Esta especie crece en vegetación secundaria y bosque tropical caducifolio en la provincia de la Cuenca del Balsas. Se ha recolectado a 1420 y 2060 m de elevación (Fig. 9).

**Fenología**—florece en julio

**Estado de conservación**—*Polystemma cordatum* debe ser considerada en como Vulnerable (VU) debido a que su extensión de presencia (E00) es de 6,042.662 km<sup>2</sup> y su área de ocupación es de 20 km<sup>2</sup>.

**Notas**—*Polystemma cordatum* se puede diferenciar fácilmente por sus corolas uniformemente rojas oscuras con los lóbulos pilosos en el ápice.

**Especímenes adicionales examinados**—**México. Oaxaca.** San Juan Bautista Jayacatlán. a 4 km antes de San Juan Bautista Jayacatlán, sobre la terracería a San Juan Bautista Atlatlahuaca, 13 Jul 2002, *Lira 1664* (MEXU). La Loma Pachona, 6 km NO de Guadalupe Cuauteppec, 7 Nov 1986, *Tenorio 11745* (MEXU). Santos Reyes Tepejillo. Al NE de Santos Reyes Tepejillo, senda antigua para San Miguel Tlacotepec, 16 Jul 1996, *Calzada 21081* (MEXU). Villa de Tamazulápam del Progreso. 5 km SO de Villa de Tamazulápam del Progreso-Villa de Chilapa de Díaz. Región Mixteca, 6 Jul 1985, *García 1468* (MEXU). **Puebla.** Ixcaquixtla. 11 km SO de San Juan Ixcaquixtla, 5 Jul 1986, *Tenorio 11556* (MEXU).

5. **POLYSTEMMA CORDIFOLIUM** (A. Gray) McDonnell & Fishbein, *Phytologia* 99: 86. 2017. *Rothrockia cordifolia* A. Gray, *Proc. Amer. Acad. Arts* 20: 295–296. 1885. *Matelea cordifolia* (A. Gray) Woodson, *Ann. Missouri Bot. Gard.* 28(2): 222. 1941.

Tipo: Sonora. in northwestern Sonora (along with *Himantostemma* and *Pringleophytum*) in a range of rocky hills southwest of Altar. 17 Ago 1884. *Pringle s/n.* (sintipos: AC-00313390 [Foto!]; CAS-0005976 [Foto!]; CM-1763 [Foto!]; E-00279131 [Foto!]; F-0049036F [Foto!], F-0049037F [Foto!]; G-00177214 [Foto!], G-00177215 [Foto!], G-00177216 [Foto!]; GH-00040976 [Foto!], GH-00040977 [Foto!]; GOET-005769 [Foto!]; JE-00001639 [Foto!]; K000894994 [Foto!]; LE-00016206 [Foto!]; MPU-012847 [Foto!]; MU-000020467 [Foto!]; NY-00318763 [Foto!], NY-00318764 [Foto!]; PH-00020992 [Foto!], PH-00020993 [Foto!]; US-00111098 [Foto!]; UVMVT-031341 [Foto!]) Fig. 3 B y C.

**Enredaderas** herbáceas o leñosas. **Tallos** con indumento mixto, tricomas eglandulares 2–2.2 mm, tricomas glandulares capitados ca. 0.5 mm. **Láminas** ovadas, 2.2–9.3 × 3–7.2 cm, base lobada, ápice acuminado, lóbulos descendentes a traslapados,

seno 10–14 mm de profundidad, haz y envés con indumento mixto esparcido, 2–4 coléteres en la base de la lámina; **peciolo** 3.8–6 cm de largo, con indumento mixto. **Inflorescencias** dicasios simples o divididos, 2–6 flores, con indumento mixto; pedúnculos 29–33 mm de largo, pedicelos 22–25 mm de largo; **cáliz** con 1–2 coléteres por seno, lóbulos ovados a elípticos, 2.8–3.9 × 1.5–1.8 mm, ápice agudo, con indumento mixto abaxialmente, glabros adaxialmente; **corola** blanca amarillenta a veces con venación morada rojiza fuerte, tubular campanulada, tubo 3.8–4.2 mm de largo, glabro, liso, lóbulos oblongo-elípticos, 2–3.6 × 0.8–1.3 mm, ápice agudo a redondeado y levemente emarginado, abaxialmente con denso indumento mixto, adaxialmente glabros en la base, densamente puberulentos en el ápice; **ginostegio** sésil, 2–2.3 mm; **corona externa** cinco lóbulos fusionados en la base, oblongos con el ápice emarginado, 5–7 × 8–10 mm, carnosos en la base; **apéndices terminales** de las anteras adpresos al ápice del estilo y más o menos cubriéndolo, reniformes a deltados; **cabeza del estilo**, capitada y multilobulada; **corpúsculo** ovado, ca. 0.2 mm de largo, **polinios** obovados, ca. 0.5 mm de largo. **Folículos** 10-13 x 4-5 cm glabros, moteados de verde y blanco.

**Distribución y hábitat**—*Polystemma cordifolium* se distribuye en Estados Unidos de América y México. En México crece en Chihuahua, Baja California, Baja California Sur y Sonora. Esta especie crece en matorral xerófilo y en bosque tropical caducifolio en las provincias de Baja California, Desierto Chihuahuense, Sierra Madre Occidental y Sonora. Se ha recolectado entre los 322 y 1690 m de elevación (Fig. 10).

**Fenología**—florece de junio a agosto, fructifica en septiembre y octubre

**Estado de conservación**—*Polystemma cordifolium* debe ser considerada en la categoría de Preocupación Menor (LC) debido a que su extensión de presencia es de 73,707.472 km<sup>2</sup>. El área de ocupación es de 44.000 km<sup>2</sup>.

**Notas**—*Polystemma cordifolium* es una especie atípica dentro del género. La corona ginostegial tiene lóbulos rectangulares, gruesos y lisos. La cabeza del estilo es clavada con el ápice multilobulado (Fig. 3B y C). Por su parte, los tricomas glandulares son capitados, condición que es rara ya que todas las demás especies tienen tricomas bulbosos. La variación de los tricomas glandulares en *Polystemma* requieren mayor explicación en estudios futuros.

**Especímenes adicionales examinados—MÉXICO. Baja California Sur.** Isla Tiburón. Deep canyon beyond Simmen Haax waterhole, 25 Oct 2007, *Felger 07-123* (MEXU). La Paz. La Burrera, a 27 km, al E de Todos Santos, 14 Oct 1985, *Tenorio 10493* (MEXU). San Pedro 22.5 km al S de La Paz, 13 Oct 1985, *Tenorio 10385* (MEXU). Los Cabos. Along road from hwy. 1 across Cape Region mountains (S. de San Lázaro and S. la Victoria) to Hwy. 19 via San Pedro de la Soledad, ca. 1 km W of Hwy. 1. ca., 16 Dic 1994, *Daniel 6902* (MEXU). Rancho palo escopeta. Brecha San José del Cabo La Rivera, 10 Oct 1985, *Agúndes 194* (MEXU). Región de Los Cabos, Cerca de la Candelaria, 9 Oct 2009, *León 09\_072* (MEXU). **Chihuahua.** Quirire. Entre Creel y la Bufa. 2 Ago 1973, *Bye 4479*. Batopilas. E. de la Bufa. 30 Jul 1977, *Bye 7729*. **Sonora.** Caborca. Along canyon bottom in Sierra el Alamo (West of Caborca), 24 Ene 1989, *Turner 89-1* (MEXU). Guaymas. Near San Carlos Bay, Sonora, 24 Oct 1939, *Gentry 4720* (MEXU). Hermosillo. 2.5 km al S de Hermosillo, Son. Cerros graníticos con rocas masivas y planicies arenosas, 11 Ago 1990, *Búrquez 90-122* (MEXU).. 2.5 km al S de Hermosillo. Cerros graníticos con rocas masivas y planicies arenosas. Sitios planos detrás de las instalaciones entre el Cerro las víboras y la carretera. Suelos más profundos, 20 Feb 1991, *Búrquez 91-117* (MEXU). San Miguel Horcasitas. 8 miles by road (México 15) north of Pesqueria Junction (north of Hermosillo), 19 8 1960, *Felger 3851* (MEXU). Guaymas. Mex. Hwy. 15 at 8.8 miles by road north of turnoff to Bahía San Carlos, 12 Oct 1985, *Felger 85-1593* (MEXU).

**6. POLYSTEMMA GUATEMALENSE** (Schltr.) W.D. Stevens, *Novon* 15(4): 618. 2005. *Labidostelma guatemalense* Schltr., *Bull. Herb. Boissier*, sér. 2 6(10): 843–844. 1906.

TIPO: GUATEMALA. Huehuetenango, Nentón, Sep. 1887, *C. Seler y E. Seler 3279* (lectotipo: F) Ilustración: Fig. 2 C; Fig. 3. D y E.

*Vincetoxicum quirosii* Standl., *Publ. Field Mus. Nat. Hist. Bot. Ser.* 18(3): 959. 1938. Tipo: COSTA RICA. MANZANILLO, Puntarenas 22 Jun 1937 *Quiros 732* (Holotipo: F-0049065F [Foto!]). *Matelea quirosii* (Standl.) Woodson, *Ann. Missouri Bot. Gard.* 28(2): 224. 1941.

**Enredaderas** herbáceas o leñosas. **Tallos** con indumento mixto, tricomas eglandulares 2–3.5 mm, los glandulares 0.1–0.2 mm. **Láminas** ovadas a elípticas, 7–11 × 4.3–8.5 cm, base lobada, ápice abruptamente acuminado, lóbulos convergentes a

traslapados, seno 12–19 mm de profundidad, haz y envés piloso, 8–12 coléteres en la base de la lámina; peciolos 5.6–7.6 cm de largo, con indumento mixto. **Inflorescencias** dicasios simples o ramificados congestionados, 3–11 flores, con indumento mixto; pedúnculo 14–80 mm de largo, pedicelos 16–26 mm de largo; **cáliz** con 1 coléter por seno, lóbulos lanceolados, 8.5–11.2 × 2.4–4.5 mm, ápice agudo a atenuado, con indumento mixto abaxialmente, glabros adaxialmente o piloso hacia el ápice; **corola** blanca en el centro y rojo violáceo profundo hacia los ápices o completamente violácea, campanulada o casi rotada cuando maduras, con venación reticulada evidente, tubo 7.5–11.2 mm de largo, glabro, liso, lóbulos ovados 9–10.8 × 10.5–13.8 mm, ápice obtuso, levemente emarginado, pilosos abaxialmente, glabros adaxialmente; **ginostegio** sésil; **corona externa** cinco lóbulos opuestos a las anteras fusionados en la base formando un disco aplanado discontinuo, con el margen crenado, cada lóbulo principal con dos apéndices laterales, falcados 0.6–0.9 mm de largo, traslapados y por encima de la cabeza del estilo, con un lóbulo recto en medio, inconspicuo; **corona interna** una lígula acicular arqueada por encima de la antera; **apéndices terminales** de las anteras elípticos a deltados; **cabeza del estilo** plana, ápice plano; **corpúsculo** ovado, ca. 0.3 mm de largo, **polinios** reniformes, ca. 0.5 mm de largo. **Folículos** 12–21 × 1.4–1.8 cm.

**Distribución y hábitat**—*Polystemma guatemalense* se distribuye En México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica. En México crece en Chiapas, Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca y Puebla. Esta especie crece en espacios abiertos, vegetación secundaria y bosque tropical caducifolio. Se distribuye en las provincias de Altos de Chiapas, Cuenca del Balsas, Costa Pacífica, Desierto Chihuahuense, Eje Volcánico Transmexicano, Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Occidental y Veracruz. Se ha recolectado entre los 0 y 2100 m de elevación (Fig. 11).

**Fenología**—florece de junio a octubre, fructifica de julio a noviembre.

**Estado de conservación**—*Polystemma guatemalense* debe ser considerada en la categoría de Preocupación Menor (LC) debido a que su extensión de presencia (EOP) es de 724,736.878 km<sup>2</sup>. El área de ocupación es de 856 km<sup>2</sup>.

**Notas**—Esta especie se puede diferenciar fácilmente por sus lóbulos de la corona gruesos y falcados. Este carácter de la corona es único dentro del género. *Polystemma guatemalense* tiene una amplia distribución en México y Centroamérica. Algunas poblaciones de esta especie distribuidas en la Costa tienen un patrón de color diferente a las poblaciones que se distribuyen en Michoacán y Morelos. La variación observada sugiere que en *P. guatemalense* podría haber más de una especie.

**Especímenes adicionales examinados**—**COSTA RICA.** Comelco E, 7 Jul 1971, *Heithaus 190* (MEXU). Guanacaste. Península Santa Elena, along road at Playa Junquilla, at the head of Bahía Junquilla, 21 Jul 1981, *Taylor 324* (MEXU). Savanna 7.0 km NW of Bagaces, 80m, 10 1982, *Gómez 18667* (MEXU). **EL SALVADOR.** Ahuachapán. San Francisco Menéndez. El Corozo, Mariposario, zona baja "Los Peralta", 1 Jun 1900, *Rosales 831* (MEXU). Chalatenango. Nueva concepción. Área protegida Pañanala, Los Chorros, 21 Jun 2000, *King 52* (MEXU). Depto. Ahuachapán. San Francisco Menéndez El Corozo. Mariposario, zona alta "Los Peralta", s/f, *Rosales 984* (MEXU). Santa Ana. Candelaria de la Frontera. Ca. 4 km al NO de Candelaria de la Frontera, entre Tierra blanca y el Cerro Peña del Cuervo, 2 Jul 1995, *Linares 2874* (MEXU). Santa Ana. Santa Ana. Cerros de Santa Adela, 10 km al NO de Santa Ana (5.5 km en línea recta), 26 Ago 2004, *Linares 8005* (MEXU). Santa Ana. Texistepeque. Peña del Diablo, ca. De 1 km al S de Cantón Guarneña, 6 km al E de Texistepeque, 2 Jul 2000, *Linares 5070* (MEXU). **GUATEMALA.** El Progreso. A 2 km al N de los Leones, camino el Rancho-Cobán, 4 Ago 1988, *Martínez 23248* (MEXU). **HONDURAS.** El Paraíso. Oropolí. Las pintadas, cerca del empalme del camino a Arauca, por el camino de Yuscarán a Oropolí, 8 Nov 2002, *Linares 6316* (MEXU). **MÉXICO.** **Chiapas.** Arriba encañada, carretera a S. Fernando, 18 Jun 1950, *Miranda 6395* (MEXU). Mazapa y Motozintla, 24 Jul 1941, *Matuda 4814* (MEXU). Mirador manos que imploran, presa Chicoasen, 14 Ago 1985, *Espejo 2146* (MEXU). Amatenango de la Frontera. 22 km NE of Motozintla on hwy to Amatenango, 17 Sep 1988, *Stevens 25731* (MEXU). Chicoasén. 28 km al NW de Tuxtla Gutiérrez, Mirador manos que imploran, presa Chicoasén, 1 Ago 1983, *Grether 1761* (MEXU). Chicoasén. Mirador "manos que imploran", 10 km al SW de Chicoasén, 17 Sep 1988, *Reyes-García 953* (MEXU). Chicoasén. Mirador manos que imploran, presa Chicoasen, 14 Ago 1985, *Espejo 2146*

(MEXU). Jiquipilas. 16 km east-southeast of Tierra y Libertad along road to Villa Flores, 23 Ago 1972, *Breedlove 27310* (MEXU). La trinitaria. Along hwy 190, 33 km N of El Jocote (empalme), 32 km from La Trinitaria, 19 Sep 1988, *Stevens 25742* (MEXU). Motozintla. Mazapa y Motozintla, 19-24 Jul 1941, *Matuda 4814* (MEXU). 32 km south of Tuxtla Gutiérrez on road to Suchiapa, 19 Jul 1990, *Hampshire 1292* (MEXU). San Fernando. 11 km al NE de Tuxtla Gutierrez Chiapas, Cañón del Sumidero, 1 Oct 1984, *Torres 6336* (MEXU). Socoltenango. 16 km SW Tzimol, 1.5 km SW of fork in rd, 20 Sep 1988, *Stevens 25806* (MEXU). Soyaló. Old gravel pit and adj. Selva baja caducifolia along hwy 195 km by rd N of Soyalo on S to SW facing hillside, 24 Jul 1976, *Gary 2226* (MEXU). Tuxtla Gutiérrez. 11 km al NE de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, Cañón del Sumidero, 1 Oct 1984, *Torres 6357* (MEXU). Tuxtla Gutiérrez. 11 km al NE de Tuxtla Gutiérrez, Cañón del Sumidero, 1 Oct 1984, *Torres 6342* (MEXU). Tuxtla Gutiérrez. 8 km al W de Tuxtla Gutiérrez, al W de la colonia Juan Crispín, 17 Jul 1990, *Reyes-García 1954* (MEXU). Tuxtla Gutiérrez. En el mirador La Coyota, 17 km al N de Tuxtla Gutiérrez, en el Cañón del Sumidero, 3 Jul 1990, *Reyes-García 1728* (MEXU). Tuxtla Gutiérrez. Mesa al NO de Tuxtla Gutiérrez, 24 Jul 1949, *Miranda 5422* (MEXU). Tuxtla Gutiérrez. On the road to El Sumidero N of Tuxtla Gutierrez at the second mirador, 19 Jul 1991, *Hemple 966* (MEXU). Tzimol. 1 km al SE del entronque Tzimol-Uninajab, camino a Uninajab, 15 Sep 1988, *Reyes-García 872* (MEXU). Tzimol. 15 km south of Comitán on road to Tzimol and Tuxtla Gutiérrez, 18 Jul 1981, *Breedlove 51621* (MEXU). Tzimol. Entre Tzimol y ejido J. Mújica, 9 Ago 1998, *Martínez 31152* (MEXU). **Colima**. Colima. 7 km al SE de Colima, carr. A Jiquilpan, Terracería a Piscila, 30 Ago 1984, *Santana 404* (IBUG). Ca. 8 km SE of Colima on road to Piscila, 18 Sep 1983, *Anderson 12705* (MEXU). Coquimatlán. 0.4 km al N de La Fundición, 8 Feb 2002, *Ibarra-Manríquez 5992* (MEXU). Coquimatlán. 10 km al NW de Pueblo Juárez, brecha a la Sidra, 20 Ago 1984, *Santana 500* (MEXU). Ixtlahuacán. A 11 km al W de Ixtlahuacán, camino a Agua de la Virgen, 23 Sep 1983, *Martínez 4405* (MEXU). Manzanillo. 10-14 km al N de Santiago, entre Chandiablo y El Veladero, 2 Ago 1984, *Santana 472* (IBUG). Tecomán. A 3.65 km al NW de Tecolapa, 22 Ago 2010, *Martínez 41934* (MEXU). Tecomán. Tecolapa, cerro caleras, 7 Oct 1987. *Leger 1311* (IBUG). **Estado de México**. Amatepec. 3 km al N de carr. Palmar chico-bejucos, 19 Oct 1986, *Moreno 935* (MEXU). Estado de México. Bejucos, desviación a Acamuchitlán 16

Nov 2006, *Cervantes-Peredo s/n* (MEXU). Sultepec. Camino de Sultepec hacia el sur (a Teloapan, Guerrero, pasando por Salinas y San Miguel Totomaloya) Aprox. 2 km antes del paraje coquillo, 28 Jul 1996, *Vibrans 5882* (MEXU). Tejupilco. El Zapote, carr. A Acamuchitlán, 17 Ago 1979, *Guízar 555* (IBUG). Texcaltitlán. El Zapote, carr. A Acamuchitlán, 17 Ago 1979, *Guizar 555* (MEXU). Tlatlaya. 3 km al noreste de las Juntas de Axíchil, ejido Moctezuma, 21 Jul 2000, *Guizar 5066* (MEXU). Valle de Bravo. La Junta, Dist. Valle de Bravo, 11 Sep 1954, *Matuda 31641* (MEXU) **Guerrero**. A 20 km al N de La Unión, camino a Coahuayutla, 24 Oct 1983, *Martínez 1983* (MEXU). Acapulco de Juárez. Cerro Norte Escénica, Acapulca, 15 Ago 1970, *Wolfgang 1441* (MEXU). Acapulco de Juárez. Zona petroglifos La Mona, parque nacional el Veladero, 6 km al N de Acapulco, 14 Ago 1999, *García 6899* (MEXU). Alpoyecá. 0.5 km al NO de Teyoco, 21 Ago 1993, *Calónico 626* (MEXU). Buenavista de Cuéllar. La Torre de Microondas, Tuxpan, 30 Jul 1977, Halbinger ND (MEXU). Chilapa de Álvarez. 24 km al S de Chilapa, brecha a Juxtlahuaca, 24 Ago 1983, *Piña 112* (MEXU). Chilpancingo de los Bravo. 3 km del poblado El Ocotito rumbo hacia Zoyaltepec, 3 Ago 2007, *Cornejo 3669* (MEXU). Chilpancingo de los Bravo. Acahuizotla, 6 Ago 1961, *Kruse 743* (MEXU). Chilpancingo de los Bravo. Ca. 15 km NW of El Ocotito on Rt. 95, on road to Zoyaltepec, near waterfall, 4 Jul 1997, *Prinzie 176* (MEXU). Cocula. En la desv. A Tlanipatlán aprox. 15 km al SO de Cocula y a 28 km al SO del entronque con la carr. Iguala-Cd. Altamirano, 16 Oct 2011, *Soto 19864* (MEXU). Coyuca de Catalán. A 8 km al SO de placeres del oro, cerca de las Potrancas, camino a El Manchón, 24 Ago 2009, *Soto 16360* (MEXU). Coyuca de Catalán. Aprox. 108 km al SO de Cd. Altamirano y a 9 km al SO de El Cundán Grande (El Balcón), y a 4 km al NE de El Bálsamo, carr. Cd. Altamirano-Zihuatanejo, 22 Ene 2010, *Soto 17619* (MEXU). Coyuca de Catalán. Carr. Cd. Altamirano-Zihuatanejo, aprox. A 42.5 km al SO de la desv. A Placeres del Oro y a 60km al SO de Loma Bonita (cruce con la carr. Cd. Altamirano-Zirándaro), 22 Nov 2009, *Soto 17243* (MEXU). Cutzamala de Pinzón. Cerro La mesa del Caballo, 1 km al sur del Aguacate al SW de Caña Vieja, 7 Jul 1973, *González-Medrano 6141* (MEXU). General Heliodoro Castillo. Tlacotepec, 2.76km al NE, 19 Jul 1999, *Cruz-Durán 4233* (MEXU). Iguala. Cañón de La Mano, entre Los Amates y El Naranja, 10 km al N de Iguala por el ferrocarril, 23 Ago 1987, *Catalán 765* (MEXU). Juan R. Escudero. 17 km después de Tierra colorada a Ayutla, 16 Sep 1981, *Goreti-Campos 74*

(MEXU). La Unión de Isidoro Montes de Oca. A 1 km al N de La Unión, 22 Jul 1985, *Soto 9603* (MEXU). La Unión de Isidoro Montes de Oca. Paraje La Hujera, sobre el camino real La Paz-La Unión, 14 Ago 1993, *Guizar 2877* (MEXU). Pilcaya. Grutas de Cacahuamilpa, a 1 km del río Amacuzac, 24 Feb 2011, *Aguilar 6* (MEXU). Quechultenango. Grutas de Juxtlahuaca, a 7 km al NE de Colotlipa, 23 Ago 1980, *Quiroz 5224* (MEXU). San Miguel Totolapan. Aprox. 48 km al SE de San Miguel Totolapan y 34.3 km al SE de Sta María de Las Flores, camino San Miguel Totolapan El Puerto de las Tunas-Coronilla, 9 Sep 2014, *Soto 21711* (MEXU). Técpan de Galeana. Terracería a Sta. María y La Hacienda, 3-6 km al N de Tecpan (carretera), 2 Nov 1979, *Koch 79270* (MEXU). Teloloapan. Xalostoc 30 km, al NW de Iguala, carr, a Teloloapan, 25 Ago 1982, *Tenorio 1514* (MEXU). Zihuatanejo de Azueta. 1 km al SO del caserío "La Vainilla", camino al mirador, 28 Oct 1989, *Gallardo 244* (MEXU). Zihuatanejo de Azueta. 1.5 km al O del caserío "La Vainilla", cañada de las pozas, 25 Jul 1990, *Gallardo 607* (MEXU). Zihuatanejo de Azueta. 2-4 km N of Zihuatanejo on a dirt road leading to Mata de Sandía and La Vainilla, 24 Jul 1997, *Prinzie 205* (MEXU). Zihuatanejo de Azueta. 800 m al SO del caserío "La Vainilla", 15 Oct 1990, *Gallardo 661* (MEXU). **Jalisco**. Playa Melaque, con la Soc. de Ciencias Naturales de Jalisco, 4 Sep 1965, *Puga 4000* (IBUG). Autlán de Navarro. Brecha entre Autlán y El Chante, 10 Ago 1981, *Sánchez-Salamanca 276* (IBUG). Autlán de Navarro. Cerro de la Capilla, 30 Jul 1978, *Anaya s/n* (IBUG). Autlán de Navarro. Comunidad de Ayutita, calle Constitución. Al poniente por el arroyo de la misma, 17 Dic 2010, *Hernández 20* (IBUG). Ladera al N del cruce de San Francisco, 3 Oct 1997, *Linares 4301* (MEXU). Sierra de la vainilla (porción oeste), 11 Oct 1999, *Magallanes 5032* (MEXU). Cabo Corrientes. brecha El Tuito-Tehuamixtle, 31 Ago 1991, *Rodríguez 2216* (IBUG). Cd. Guzmán. Nevado de Colima, 11 Ago 1980, *Puga 16516* (IBUG). Cihuatlán. A 2.5 km al W de Melaque, brecha a la playa de Cuastecomate, 15 Dic 1984, *Natalia C.A 553* (IBUG, MEXU). Cocula. La Saucedá, camino viejo a Cocula, km 1, 1 Sep 1988, *Ramírez 89* (IBUG). El limón. 3 km. Al E de El Grullo por la carretera a Ciudad Guzmán, 8 Ago 1995, *Santana 7280* (IBUG). Cerro de El Zapote, a 3 km de la población de El Limón, 11 Oct 1980, *Santana 94* (IBUG). Cerro La Piedra, El Limón, 2 km. Al Sur de Población de El Limón, 9 Ago 1981, *Santana 363* (IBUG). La tabaquera 2.5 km al W de El Limón, por la carretera a El Grullo, 11 Oct 1986, *Santana 2289* (IBUG). Guadalajara. Barranca de Colimilla, 9 Ago 1998, *Cházaro*

7831 (IBUG). Hostotipaquillo. Aprox. 1.5 km al SE de la cortina de la Presa Hidroeléctrica de La Yesca, por la carretera a Hostotipaquillo, 28 Jul 2014, *Carrillo-Reyes 7349* (IBUG). Jilotlán de los Dolores. 10 km sobre la brecha de Jilotlán hacia Tecalitlán, 28 Jul 1988, *Cházaro 5628* (IBUG). Jilotlán de los Dolores. A 4 km al W de Tepalcatepec (Mich.) camino a Jilotlán, 21 Sep 1983, *Martínez 4386* (MEXU). Jilotlán de los Dolores. Jilotlán de los Dolores, 8 Ago 1987, *Ornelas 965* (IBUG). La Huerta. 0.5 km east of MEX 200 on the "el 25" road (ca. 15km south of Chamela), ca. 100m elevation, 16 Oct 1996, *Steinmann 1084* (MEXU, IBUG). 2 km de Nacastillo, 11 Ago 2006, *Ramírez-Delgadillo 7859* (IBUG). 41 km al NO de Barra de Navidad, 2 Oct 1973, *Pérez 764* (MEXU). 8.5 km sobre camino viejo de terracería a Nacastillo, que sale en el km 63.5 (a un lado del Puente Arroyo Chamela) de la carretera Puerto Vallarta-Barra de Navidad, 17 Nov 1997, *Téllez 13539* (MEXU). A 1 km de las oficinas de la fundación Cuixmala, rumbo al mirador, sobre el camino, 15 Nov 1997, *Calónico 5562* (MEXU). A 2 km al N de las oficinas de la Fundación Ecológica Cuixmala camino hacia el mirador, colecta hecha en arroyo lateral, 14 Sep 1997, *Téllez 13300* (MEXU). A 3 km de La Huerta, camino a Barra de Navidad, 3 Oct 1987, *Ramos s/n* (MEXU). A 600 m de la Entrada de la Estación de Biología Chamela UNAM, por la carretera a Manzanillo, 10 Oct 1997, *Calónico 4734* (MEXU, IBUG). Acahual de 2 años en los terrenos inclinados de la Estación., 27-30 Sep 1980. *Cervantes 29-A* (MEXU). Arroyo hornitos, exactamente en donde corre hacia el NE 5 km al E de la Estación de Biología Chamela, 11 Oct 1997, *Calónico 4773* (MEXU, IBUG). Boca de iguanas, bahía de Tenacatita, 6 Oct 1974, *Villarreal 6819* (IBUG). Brecha a Tenacatita, municipio de La Huerta, 22 Ago 1975, *Guzmán 208* (IBUG). Camino al Hotel Los Angeles Locos de Tenacatita, 23 Sep 1989, *Ramírez-Delgadillo 1606* (IBUG). Camino Antigo between Eje Central & Vereda Chachalaca. Estación de Investigación, Experimentación y Difusión Chamela. UNAM, 5 Ago 1981, *Bullock 972* (MEXU). Camino de entrada Estación de Biología CHAMELA (UNAM), 25 Sep 1986, *Ayala 925* (MEXU). Camino de la Manzanilla a la reserva ecológica "Las Joyas" ubicada a 2.5 a 3 km al S del pueblo, 16 Oct 2006, *Hernández 492* (IBUG). Chamela Biological Station of UNAM, 11 Ene 1983, *Miller 412* (MEXU). Chamela Field Station, 100 km S of Puerto Vallarta, 26 Sep 1988, *Gentry 63969* (MEXU). Cruce del camino Antigo Sur y el Eje Central, en la Estación de Biología Chamela, UNAM, 3 Oct 1997, *Domínguez 761* (IBUG). Cruce del

sendero Cachalaca, con el camino antiguo sur, dentro de la Estación de la Biología de Chamela, UNAM, 16 Oct 1997, *Domínguez 965* (MEXU). El mirador, a 12 km de las oficinas de la fundación Ecológica Cuixmala AC. Por el camino de terracería, 13 Sep 1997, *Calónico 4233* (MEXU, IBUG). En la mara 2500 m del sendero El Tejón, dentro de la Estación de Biología Chamela, UNAM, 13 Oct 1997, *Domínguez 855* (MEXU). En la marca de 800 m en el camino Eje Central, dentro de la estación de biología Chamela, UNAM, 20 Sep 1997, *Domínguez 422* (MEXU). En la marca de 800 m en el sendero Calandria, dentro de la Estación de Biología Chamela. UNAM, 26 Sep 1997, *Domínguez 600* (MEXU). Estación Biológica Chamela, lecho del río, 18 Sep 1976, *Delgado 111* (MEXU). Estación de Biología Chamela, sobre sendero del área de enseñanza, marcador "Heno", 2 Sep 2010, *Salazar 8062* (MEXU). Estación de Biología Chamela. Arroyo El Colorado, 28 Jul 2002, *Juárez-Jaimes 680* (MEXU). Estación de Biología Chamela. UNAM, 1 Nov 1981, *Lott 708* (MEXU). Estación de Biología Chamela. UNAM, 28 Sep 1981, *Magallanes 2678* (MEXU). Estación de Biología de Chamela, Jalisco, 16 Jul 1976, *Pérez 1982* (MEXU). Estación de Biología de Chamela, 6 Oct 1980, *Pérez 1935* (MEXU). Estación de Biología, brecha que baja al arroyo El Colorado. Al Este de la Estación de Investigación, experimentación y difusión Chamela. UNAM, 28 Ene 1977, *Magallanes 448* (MEXU). Estación de Investigación, Experimentación y Difusión Chamela. UNAM, 10 Dic 1976, *Magallanes 351* (MEXU). Estación de Investigación, Experimentación y Difusión Chamela. UNAM, 16 Sep 1978, *Magallanes 1149* (MEXU). Estación de Investigación, Experimentación y Difusión Chamela. UNAM, 28 Sep 1980, *Magallanes 2678* (MEXU). Estación de Investigación, Experimentación y Difusión Chamela. UNAM, 29 Sep 1982, *Magallanes 3852* (MEXU). km 60. Estación de Biología y Reserva Ecológica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, 8 Nov 2012, *Iñarritu 18* (IBUG). La Huerta, 22 Sep 1981, *Lott 494* (MEXU). La Rumorosa, km 60 de la carretera Barra de Navidad-Puerto Vallarta, 28 Sep 1985, *Ayala 248* (MEXU). Por el camino a Nacastillo, 3 km al N del Arroyo Maderas. Estación de Investigación, experimentación y difusión Chamela. UNAM, 29 Jul 1977, *Magallanes 736* (MEXU). Sendero interpretativo de la reserva Chamela-Cuixmala, 9 Nov 2012, *Benavides 39* (IBUG). Sobre el lindero NE de la Estación de Biología Chamela. UNAM, 15 Feb 1998, *Calónico 7843* (MEXU). Manuel M. Dieguez. Los Hornos, 10 Ago 1974, *Puga 15871*

(IBUG). Pihuamo. "Plan de Frijol", camino al rancho "Naranjas", 31 Jul 1985, *Rodríguez s/n* (MEXU, IBUG). Puerto Vallarta. 5.7 km al SE de Las Palmas, Las Guacas, 22 Oct 2010, *González 735* (IBUG). A 1 km al NE de Ixtapa, 26 km al N de Puerto Vallarta, 12 Oct 1979, *Velázquez 21* (IBUG). San Cristobal de la Barranca. ca. 0.4 km al SE de Santa Cruz de Atístique, 18 Sep 2015, *Ramírez-Díaz 615* (IBUG). San Julián. "La Curva", 7 km al E de San Julián, 5 Nov 1989, *Pérez-de la Rosa 1731* (IBUG). Tamazula. La Mesa Cerro de Tamazula, 20 Jul 1974, *Romero 57* (IBUG). Las juntas de Mota, 14 Sep 1974, *Puga 15720* (IBUG). Tecolotlán. Después de Tecolotlán, 23 8 1987, *Cházaro 4958* (IBUG). Tenacatita. Crucero a Los Angeles Locos de Tenacatita, 26 Jul 1975, *Delgado s/n* (IBUG). Tomatlán. km 8 brecha Cruz de Loreto a la intersección con la carretera Puerto Vallarta-Barra de Navidad, 9 Ago 1997, *Ramírez-Delgadillo 4298* (IBUG). Km. 110 carretera Melaque-Puerto Vallarta, 27 Jul 2004, *Carrillo-Reyes 4294* (IBUG). Unión de Tula. 1 km al E de Paredones, 12 Ago 2012, *Carrillo-Reyes 6732* (IBUG). **Michoacán.** Aguililla. 10 km al W de Aguililla, camino a Dos Aguas, 17 Nov 1983, *Martínez 413692* (MEXU). Apatzingán. A 4 km al NW de Apatzingán, carr. A Tepalcatepec, 10 Sep 1978, *Soto 1033* (MEXU). Aquila. 5 km, camino Aquila-La Placita, 28 Ago 1979, *Guerrero 163* (MEXU). Carretera Manzanillo-Lázaro Cárdenas, a 2 km al NE de la desv. A Aquila, 2 Sep 1980, *Soto 2604* (MEXU). Arteaga. 12.6 km al S de Guayabito, aprox. 17 km al S de la desviación a infiernillo, carr. Nueva Italia-Playa Azul, 20 Oct 1982, *Torres 1625* (MEXU). A 24.2 km al SW de Las Cañas, camino a Arteaga, 25 Sep 2011, *Martínez 41998* (MEXU). Gabriel de Zamora. En la Barranca Honda, 4 km al N de Gabriel Zamora, carr. Uruapan-Nueva Italia, 9 Sep 1978, *Soto 1024* (MEXU). Huetamo. En la cuesta del mango, 34 km al NE de Huetamo, carretera a Zitácuaro, 19 Ago 1980, *Soto 2333* (MEXU). La Huacana. Cerro del Ortigo, 3 km en LR al SO de Tziritzícuaro, 15 Sep 2012, *Ibarra 6707* (MEXU). En La Laja, carretera a Cuatro caminos, 12 Sep 1979. *Soto 1567* (MEXU). Nocupétaro. En las Angosturas, 13 km al NO de San Antionio de Las Huertas, 26 Sep 1982, *Soto 4671* (MEXU). San Lucas. Aprox. 2.5 km al SE del centro de San Lucas, camino Lucas-Cuirindichapio, 11 Sep 2013, *Soto 20739* (MEXU). Tepalcatepec. A 21 km al SO de Tepalcatepec, camino a Coalcomán, 25 Ago 1980, *Soto 2476* (MEXU). Tiquicheo de Nicolás Romero. En la Palma, 4 Sep 1981, *Soto 3001* (MEXU). Tzitzio. 35 km S of Temazcal (on Rt. 15 E of Morelia) on Rt. 49 to Huetamo vía El Limón, 22 Jul 1997, *Prinzie*

199 (MEXU). **Morelos.** Amacuzac. 1.2 km al SO de Casahuatlán, por la carretera Amacuzac-Iguala, alrededores del Cristo, 1 Oct 2014, *Rodríguez 97* (MEXU). Coatlán del Río. Cerro del Jumil, antes desviación colonia Benito Juárez, 7 km antes de Michiapa, 18 Jul 1977, *Germán 472* (MEXU). Cuernavaca. Cuernavaca, 13 Jul 1941, *Miranda 1486* (MEXU). Jojutla. 11 km al SO de El Higuierón, sobre el camino a Coaxintlan, 2 Nov 1987, *Cabrera 14607* (MEXU). Miacatlán. 3.6 km al SO de Palpán, por la carretera Miacatlán-Palpán, 6 Ago 2014, *Rueda 20* (MEXU). Tepalcingo. 5 km al SE de la estación biológica El Limón, del Cibyc, 31 Ago 2013, *Flores 6171* (MEXU). Tepalcingo. 5.4 km al SE de la estación biológica El Limón, 31 Ago 2013, *Rodríguez 48* (MEXU). Tlaquiltenango. 0.75 km al S de Xochipala, 21 Jul 1995, *Cerros 1168* (MEXU). Tlaquiltenango. 1 km al NW de Huaxtla, 11 Ago 1995, *Ramírez 619* (MEXU, IBUG). Tlaquiltenango. Alrededores de la presa Cruz Pintada, Huautla, 24 Jun 2014, *Rodríguez 87* (MEXU). Tlaquiltenango. Orilla de la carretera, a 500 m del entronque para Quilamula, 28 Jul 2009, *Flores-Morales 110* (MEXU). Yautepec. Cañón de lobos, 1 Jul 1962, *Sousa s/n* (MEXU). Yautepec. Oaxtepec, s/f, *Quiroz 799* (MEXU). **Nayarit.** Camino a San Rafael, 3 Jul 1991, *Benitez-Paredes 3260* (MEXU). Compostela. Along road to Puerto Vallarta, about 4 miles north of San Juan Caxtle, 24 Jul 1970, *Norris 13710* (MEXU). Tepic. km 20, corredor Tepic-Aguamilpa, inmediaciones del vivero forestal "aguamilpa", 25 Sep 1992, *Benitez 3894* (MEXU). **Oaxaca.** Subiendo al "mármol", ladera poniente del Cerro Guiengola, 22 Nov 1986, *Torres 770* (MEXU). Jalapa del Marquez. Alrededores de la Torres de Microondas de Jalapa del Marquez, 22 Oct 1988, *Torres 12908* (MEXU). Magdalena Tequisitlán. Near km post 184 on Hwy. 190, ca. 40 miles NW of Tehuantepec, 13 Ago 1975, *Davidse 9586* (MEXU). San Bartolo Yautepec. La Chacahua Calicanto, 10 Ago 2010, *López 15* (MEXU). San Carlos Yautepec. 5.5 km al SW de El Camarón, carr. A San Carlos Yautepec, 24 Jun 1984, *Torres 5305* (MEXU). San Carlos Yautepec. 5.5 km al SW de El Camarón, carr. A San Carlos Yautepec, 24 Jun 1984, *Torres 5306* (MEXU). San Carlos Yautepec. 8 km al oeste del Camarón, Distrito de Yautepec, 14 Ago 1988, *Ramos 172* (MEXU). San Carlos Yautepec. La Ratonera, Sta. Ma. Asunción Lachixonace, 11 Ago 2010, *Sánchez 2948* (MEXU). San Jerónimo Taviche. Cerro colorado, 10 Sep 2005, *Hernández 171* (MEXU). San Miguel del Puerto. Cafetal El Istmo, 27 Sep 2002, *Pascual 619* (MEXU). San Miguel del Puerto. Camino al cerro Cuateco, a 800 m de la carretera rumbo a San Miguel, 22 Jun

2002, *Pascual 513* (MEXU). San Miguel del Puerto. Camino al Tapesco a 1,800 m de Sta. Ma. Xadani, 30 Jun 2002, *Pascual 539* (MEXU). San Miguel del Puerto. Rancho San Agustín, 21 Jun 2003, *Pascual 801* (MEXU). Zimatán 9 km N del puente, por la brecha a Xadani, 26 Jul 1999, *Rivera 1639* (MEXU). 7.5 km N del Puente, por la brecha a Xadani; Distrito Pochutla, 28 Jul 1998, *Elorsa 457* (MEXU). San Miguel Tenango. 9.3 km al SW de la Reforma hacia Sta. María Ecatepec, 25 Jul 1984, *Torres 5628* (MEXU). San Pablo Macuiltianguis. Ribera izquierda de Río Culebra, cerca del acantilado, Macuiltianguis, 30 Jul 1980, *Lucero 86* (MEXU). San Pedro Huamelula. Camino al pueblo, 11 Jul 2009, *Leyva 237* (MEXU). San Pedro Huamelula. Terreno de Roberto Barenca, 25 Jun 2009, *Leyva 222* (MEXU). San Pedro Juchatengo. 12 km al NE de El Vidrio, brecha a Sola de Vega, 17 Ago 1988, *Campos 2390* (MEXU). San Pedro Ocoteppec. 11 km al N de Puerto Escondido, carr. A Oaxaca, 1 Ago 1984, *Torres 5789* (MEXU). Santa María Ecatepec. El copal, 4 Ago 2010, *Jarquín 20* (MEXU). Santa María Ecatepec. Santa María Ecatepec, 14 Jul 2010, *Maldonado 105* (MEXU). Santo Domingo Tehuantepec. 23 km SW de Morro Mazatán carr. Salina Cruz-Pochutla, 30 Jun 2005, *Torres 5423* (MEXU). Santo Domingo Tehuantepec. Arroyo del Marmol, ladera O del Cerro Guiengola entrando por Las Cruces, 18 km al NO de Tehuantepec, 3 Sep 1986, *Torres 477* (MEXU). Santo Domingo Tehuantepec. Cerro Guiengola, 10 km al NW de Tehuantepec, 27 Sep 1984, *Torres 6320* (MEXU). Santo Domingo Tehuantepec. Cerro Guiengola, 5 Ago 1985, *Torres 94* (MEXU). Las Ruinas y las Grutas, 1 km al N de las Ruinas del Cerro Guiengola al NW de Tehuantepec, 19 Jul 1986, *Torres 435* (MEXU). Río Huamelula, 6 Sep 1999, *Martínez 32597* (MEXU). Santos Reyes Tepejillo. 8 km al N de Santos Reyes Tepejillo, entrada por la Cruz Río Boquerón, 14 Ene 1995, *Calzada 19646* (MEXU). Tehuantepec. recorrido de El Limón a El Milagrito, El Limón está a 17 km al O de Tehuantepec entrando por Hierba Santa, 8 Jul 1985, *Martínez 27* (MEXU). **Puebla.** Chiautla. 10 km al NE de Chiautla, brecha a Izúcar de Matamoros, 27 Jul 1987, *Tenorio 14196* (MEXU). 7km al NE de Chiautla, brecha a San José de Las Flores, 4 Jul 1986, *Tenorio 11514* (MEXU). Izúcar de Matamoros. Matamoros, 30 Jul 1942, *Miranda 2178* (MEXU). Izúcar de Matamoros. Matamoros, 8 Sep 1943, *Miranda 2908b* (MEXU). Jolalpan. 4 km al W de San Pedro Las Palmas, 12 Jul 1990. *Razo 8* (MEXU). Tepexco. Km 105 carretera Cuautla-Izucar de Matamoros, a 2 km sobre la brecha que va de Tepexco a los Reyes Teolco, cerca de la

barranca de las Chachalacas, 13 Oct 1995, *Miranda 983* (MEXU). **Nicaragua**. Boaco. 4 km L S de Boaquito "San Antonio", 21 Oct 1982, *Moreno 18022* (MEXU). Carazo. Along hwy 12 ca. 7.1 km SW of Diramba, s/f, *Stevens 9258* (MEXU). km 48 carretera Diriamba-Casares, 13 Jul 1982, *Sandino 3244* (MEXU). Chinandega. Quebrada Las Lajitas, La Vainilla a 2 km de cinco pinos, camino a San Francisco del Norte. 28 Sep 1981, *Moreno 11762* (MEXU). Chontales. Hda. Veracruz including Cerro La Batea ans Cerro Los Charcos, 17 Jul 1983, *Stevens 22250* (MEXU). Estelí. Mechapa, 3 km al N de La Trinidad sobre la carretera Panamericana. 24 Oct 1983, *Moreno 22437* (MEXU). Quebrada La Limosa valle El Jazmín, 2 km al NO de esteli camino al Cerro Quiabú, 25 Jul 1980, *Moreno 1378* (MEXU). Ca. 7.0km from hwy 1 (at ca. Km 193 on road to Pueblo Nuevo, from Quebrada Jamaili to near summit of Cerro El Pedrero, 3 Jul 1977, *Stevens 2598* (MEXU). Entre el Cerro Las Brisas y el Rodeito, 2 Jul 1982, *Moreno 16765* (MEXU). Kukamonga km 167, Portal de Belén, 1 Ago 1983, *Moreno 21843* (MEXU). Valle Santa Cruz al sur de Estelí, Cerro El Picaho, lado este del cerro, 24 Jul 1980, *Moreno 1244-a* (MEXU). Granada. Isla Zapatera, camino entre La Habana y Cerro El Llano, 21 Ene 1982, *Sandino 1957* (MEXU). Isla Zapatera, hacienda San Fernando, costado W de la isla, 6 Ago 1983, *Grijalva 2876* (MEXU). Jinotega, 7 km a la entrada del camino viejo a Jinotefa, "El Edén", 25 Oct 1983, *Vega 97* (MEXU). León. Achuapa. Llano San Lorenzo, 21 km al norte de Achuapa, 4 Sep 1980, *Moreno 2325* (MEXU). Managua. El Tamarindo, 3 km al W de La Cuesta El Coyol, 1 Dic 1983, *Moreno 22516* (MEXU). Managua. Entrada Silvio Mayorca (La Ceiba), km 48 carretera a Masachapa. 15 Oct 1980, *Moreno 3502* (MEXU). Managua. Cuesta El Coyol, km 58-57, carretera norte, 24 Oct 1983, *Moreno 22461* (MEXU). Masaya. Laguna de Apoyo, 20 Sep 1981, *Moreno 11165* (MEXU). Near outcrop of basalt rock, Laguna Masaya, 24 Ago 1976, *Hall 7888* (MEXU). Parque Nacional Volcán de Masaya, near north shore of Laguna de Masaya, 5 Nov 1977, *Neill 2902* (MEXU). Parque Nacional Volcán Masaya, 30 Ago 1978, *Neill 4646* (MEXU). Matagalpa. Darío Valle El Jícaro, carretera a Terrabona, a 6 km de la carr. Panamericana, 18 Jun 1981, *Moreno 9253* (MEXU). Matagalpa. Carretera Sébaco-Dario, Cerro Chagüite grande, ca. 8 km al SE de Ciudad Dario, 22 Jul 1983, *Grijalva 2807* (MEXU). Km 81 sobre la carretera Panamericana, 1 km al N de Las Calabazas, 1 Nov 1982, *Moreno 18379* (MEXU). Nueva Segovia. A 10 km al SE de Tepesomcto, camino Tepesomto-Pueblo Nuevo, en el Pataste, 28 Ago 1982,

*Martínez 17684* (MEXU). Ca. km 233.5 ca 6.2 km N of edge of Ocotal, quebrada El Nancital, 7 Ago 1977, *Stevens 3070* (MEXU). Rivas. Quebrada Las Cañas, near Rio Escalante, 3 Ago 1978, *Stevens 9674* (MEXU).

7. **POLYSTEMMA MIRANDAE** Lozada-Pérez, *Novon* 20: 429–431, F. 1. 2010. TIPO: MÉXICO. Guerrero: municipio Eduardo Neri, a 7.5 km de Mezcala, rumbo a Amatitlán, 15 Jul 1991, *Luna 136* (holotipo: FCME!, isotipo: MEXU). Ilustración Lozada, *Novon* 20:429–431, Fig. 1. 2010.

**Enredaderas** herbáceas o leñosas. **Tallos** con indumento mixto, tricomas glandulares 0.5–0.8 mm, los glandulares ca. 0.1 mm. **Láminas** ovadas, 4.5–9 × 2.5–5 cm de ancho, base lobada, ápice agudo a corto-acuminado, lóbulos convergentes a traslapados, seno 5–12 mm de profundidad, haz con indumento mixto similar al del tallo, pero esparcido, el envés con indumento mixto concentrado principalmente en las nervaduras, coléteres 8–10 en la base de la lámina; **peciolos** 3–4.5 cm de largo, con indumento mixto. **Inflorescencias** monocasios, 2 flores, con indumento mixto; pedúnculos 20–25 mm de largo, pedicelos 20–25 mm de largo; **cáliz** con 1 coléter por seno, lóbulos ovados a estrechamente ovados, 6–7 × 3.5–4 mm de ancho, ápice agudo, con indumento mixto abaxialmente, puberulenta adaxialmente; **corola** parda pálida, campanulada, tubo 5–6 mm de largo, glabro, papiloso-rugoso de color púrpura oscuro, lóbulos ovados, 14–17 × 7–7.5 mm, densamente puberulentos abaxialmente, densamente reticulado-nervados adaxialmente; **corona externa** cinco lóbulos erectos fusionados en la base, rectangulares, cada lóbulo con 2 apéndices laterales, aciculares, 1–5–1.7 × ca. 0.3 mm, el lóbulo central con 12 apéndices reducidos en 3 series, **corona interna** una lígula erecta oblonga, 0.8–1 × ca 0.5 mm, ápice agudo a truncado emarginado; **apéndices terminales** de las anteras reniformes ca. 0.5 mm; **cabeza del estilo** plana, ápice cóncavo; **corpúsculo** obovado, pardo, ca. 0.35 mm de largo, **polinios** reniformes, ca. 0.7 mm de largo. **Folículos** desconocidos.

**Distribución y hábitat**—*Polystemma mirandae* es endémica de Guerrero, Oaxaca y Puebla. Esta especie crece en bosque tropical caducifolio y en vegetación secundaria en la Cuenca del Balsas y Sierra Madre del Sur. Se ha recolectado entre los 685 y 1462 m de elevación (Fig. 12).

**Fenología**—florece en julio.

**Estado de conservación**—*Polystemma mirandae* debe ser considerada como En Peligro (EN) debido a que su extensión de presencia (EOO) es de 12,437.173 km<sup>2</sup>, mientras que su área ocupación es de 16 km<sup>2</sup>.

**Notas**—*Polystemma mirandae* es fácilmente reconocible por presentar una corona ginostegial con 12 lóbulos centrales. Además, la corola es densamente estrigulosa adaxialmente. Esta especie solo se conoce del ejemplar tipo por lo que no ha podido ser incluida en las filogenias. No obstante, la morfología permite reconocerla fácilmente dentro del género *Polystemma*.

**Especímenes adicionales examinados**—**México. Guerrero.** Atenango del río. 19.4 km al NE de Atenango, s/f, *Martínez 2624* (MEXU, FCME). Eduardo Neri. A 7.5 km de Mezcala, rumbo a Amatlán, 15 Jul 1991, *Luna 136* (FCME). **Oaxaca.** San Miguel del Puerto. San Pedro Jaltepetongo along Tomellín–Santa María Almoloya rd. 3 km al N of San Pedro Jaltepetongo, s.f, *Fishbein 5822* (FCME). **Puebla.** Izúcar de Matamoros. Izúcar de Matamoros, s/f, *Miranda 2050* (MEXU).

**8. POLYSTEMMA VIRIDIFLORUM** Decne., Prodr [A.P. de Candolle]. 8: 602–603. 1844. *Matelea decasnei* Woodson, Ann. Missouri Bot. Gard. 28(2): 232. 1941.

TIPO: MÉXICO. Veracruz. montes aul E de l'Orizaba, 4000 [ft]. s/f. *Galeotti-1517* (holotipo: P-00645751 [Foto!], isotipos: G-00177312 [Foto!]). Ilustración Fig. 2 D; Fig. 4 A y B.

*Polystemma scopulorum* Brandegee, Univ. Calif. Publ. Bot. 6(8): 189. 1915. TIPO: MÉXICO.

Oaxaca: On rocky slopes near San Geronimo, Jul 1914, *Purpus 7275* (holotipo: UC-174875 [Foto!], isotipos: GH-00076655 [Foto!]; NY-00318761 [Foto!]).

*Polystemma rupestre* Brandegee, Univ. Calif. Publ. Bot. 7: 330. 1920. TIPO: México.

Veracruz. Barranca de Panoaya, Jul 1919, *Purpus 8451* (holotipo: UC-200855 [Foto!]; GH-00076654 [Foto!]; NY-00318760 [Foto!]; US-00111097 [Foto!]).

**Enredaderas** herbáceas o leñosas. **Tallos** con indumento mixto, tricomas eglandulares 1–2.2 mm, los glandulares 0.05–0.12 mm. **Láminas** ovadas, 4.3–8.5 × 2.4–5.1 cm ancho, base lobada, ápice acuminado, los lóbulos divergentes a traslapados, seno

0.4–1 cm de profundidad, haz y envés piloso, con indumento mixto esparcido, 2–6 coléteres en la base de la lámina; **peciolos** 2.1–5.5 cm de largo, con indumento mixto. **Inflorescencias** dicasios simples o ramificados, 3–6 flores, con indumento mixto; pedúnculo 18–53 mm de largo, pedicelos 9–25 mm de largo; **cáliz** con 1–3 coléteres por seno, lóbulos elípticos a lanceolados, 5.2–7.8 × 1–3.6 mm, ápice agudo, indumento mixto abaxialmente y con el margen ciliado, glabros adaxialmente; **corola** verde amarilla fuerte, con tonos rojo violáceos profundo en la base, campanulada, tubo 6.5–10.5 mm de largo, glabro, conspicuamente rugoso, púrpura, lóbulos deltados, 8.5–16 × 6–11.5 mm, ápice agudo a redondeado y levemente emarginado, con indumento mixto abaxialmente, glabros adaxialmente; **ginostegio** estipitado; **corona externa** cinco lóbulos fusionados en la base, cada lóbulo con 2 pares de apéndices laterales, el par superior con lóbulos aciculares 1.7–2.2 mm de largo, ápices agudos, el par inferior de 3.9–4.5 mm de largo, filiformes con ápices clavados, lóbulos centrales 2–4 lobulados, **corona interna** ligulada, 1.6–3.5 mm, ápice agudo; **apéndices terminales** de las anteras reniformes; **cabeza del estilo**, plana ápice cóncavo a veces con un pequeño ostiolo o hendidura inconspicua; **corpúsculo** ovoide, pardo, ca .02 mm de largo, **polinios** reniformes, ca 0.2 mm de largo. **Folículos** 10–16 × 1–1.5 cm.

**Distribución y hábitat**—*Polystemma viridiflorum* se distribuye en México, Guatemala, Honduras y Nicaragua. En México crece en los estados de Chiapas, Guerrero, Morelos, Oaxaca y Veracruz. Esta especie crece en bosque tropical caducifolio y vegetación secundaria en la Cuenca del Balsas, Costa pacífica, Sierra Madre del Sur y Veracruz. Se ha recolectado entre los 0 y 1804 m de elevación (Fig. 13).

**Fenología**— florece de junio a octubre, fructifica de julio a octubre

**Estado de conservación**—*Polystemma viridiflorum* debe ser considerada en la categoría de Preocupación Menor (LC) debido a que su extensión de presencia (EOP) es de 516,137.809 km<sup>2</sup> y su área de ocupación de 212 km<sup>2</sup>.

**Notas**—*Polystemma viridiflorum* es la especie tipo del género. Es fácilmente reconocible por sus corolas verdes con el tubo profundamente rugoso, glabro y rojo violáceo púrpura. Esta especie tiene dos pares de apéndices laterales. El primer par es de forma filiforme y el segundo acicular. Stevens consideró a *P. rupestre* y *P. scopolorum*

como sinónimos de esta especie. Estas especies solo se conocen del ejemplar tipo y muestran un gran parecido con *P. viridiflorum*, por lo que en este trabajo también las consideramos sinónimos.

**Especímenes adicionales examinados**—**HONDURAS**. El paraíso. Oropolí. A 31.4 km al SO de El Zamorano, a 2.8km al E de Oropolí, 21 Jul 2003, *Martínez 36377* (MEXU). Yuscarán. Camino entre yuscarán y Oropoli, más menos 11 km al S de Yuscarán, 10 Jun 2003, *Linares 6607* (MEXU). Yoro. Olanchito. Más menos 15 km al SO de Olanchito, 9 Nov 2003, *Linares 7079* (MEXU). **MÉXICO**. CHIAPAS. Acala. Roadside ditches 12-14km south of hwy 190 near Tuxtla along road to La Angostura, 9 Sep 1974, *Breedlove 37374* (MEXU). **Estado de México**. Tlatlaya. Peña de Órgano, Tlatlaya., 21 Jul 1954, *Matuda 31120* (MEXU). **Guerrero**. Ajuchitlán del Progreso. Cerro La Parotita de la localidad San Antonio de los Libres, 4 Ago 2014, *Chamu 173* (MEXU). **Michoacán**. Huetámo. En el Agua del Obispo, 13 km al N de Huetamo, al lado izquierdo de la carr. Huetamo-Tiquicheo-Temascal, 21 Ago 2009, *Soto 16324* (MEXU). A 12 km al SO de Huetamo, en Comburindio, 10 Sep 1981, *Soto 3073* (MEXU). En el Agua del Obispo, 13 km al N de Huetamo, al lado izquierdo de la carr. Huetamo-Tiquicheo-Temascal, 21 Ago 2009, *Soto 21* (MEXU). Tzitzio. 44 km S of Temazcal (located on Rt. 15 E of Morelia), on Rt. 49 to Huetamo via El Limón, 22 Jul 1997, *Prinzie 201* (MEXU). **MORELOS**. Jojutla. Jojutla de Juárez, M de Jojutla, 8 Ago 1912, *Salazar s/n* (MEXU). Tlaquiltenango. A 2 km de S Xochipala, 19 Jul 1995, *Cerros 1132* (MEXU). Orilla de la carretera, a 500 m del entronque para Quilamula, 28 Jul 2009, *Flores-Morales 111* (MEXU). **OAXACA**. Al pie del Cerro guiengola, vertiente E, en la entrada a las ruinas arqueológicas, 19 Ago 1985, *Hernández 923* (MEXU). Subida a las ruinas del cerro Guiengola, 10 km al NO de Tehuantepec, 26 Jul 1987, *R. Torres 10029* (MEXU). Asunción Ixtaltepec. Cerca de la vía del tren transistmico, 3 km al sur (163°) de Nizanda, 25 Jul 1999, *Meave 2323* (MEXU). Asunción Ixtaltepec. 1.23 (LR) NE (73°) de La Mata, 14 Sep 2002, *Saynes 3237* (MEXU). Cosolapa. 11 km E-NE de Totolapan por carretera a Tehuantepec, 24 Jun 1984, *Hernández 226* (MEXU). Matías Romero Avendaño. Along Hwy 185 about 20.8 mi S of Matías Romero turnoff, 17 Jul 1976, *Stevens 2461* (MEXU). Miahuatlán de Porfirio Díaz. 50 miles S of Oaxaca in Highway; base of long descent, 4 Jul 1977, *Dwyer 14357* (MEXU).

Salina Cruz. La Ventosa entre Chivela y Juchitán, 20 Jul 1980, *Germán 1155* (MEXU).  
Salina Cruz. Rincón Bamba a Santa Gertrudis, 5 Jul 1986, *Martínez 637* (MEXU). San  
Carlos Yautepec. 8 km al oeste de "El Camarón", 14 Ago 1988, *Ramos 172-A* (MEXU). San  
Carlos Yautepec. Guadalupe Victoria, alrededores del pueblo Distrito Yautepec, 1 Oct  
2009, *Elorsa 2268* (MEXU). San Juan Mixtepec. Cañada del río San Lucas, a 0.5 km al O  
de San Lucas. Región Mixteca, 22 Oct 1990, *Reyes 2605* (MEXU). San María Huatulco.  
Entrada a El Órgano y La Entrega, 2 km. Al oeste de Santa Cruz, 9 Jun 2003, *Elorsa 6786*  
(MEXU). San Pedro Huamelula. 220 m. al norte del Puente Sta. Ma. Huamelula, sobre la  
vereda al Naipu, 26 Sep 2001, *Salas 4054* (MEXU). Ayutla, 1 km N de la desviación en la  
carretera costera, cam. A Guadalupe Victoria, 24 Jul 1998, *Rivera 778* (MEXU). El  
Porvenir, 18 Sep 2010, *Molina 311* (MEXU). Mancevo, río seco, 17 Sep 2010, *García 315*  
(MEXU). Playa grande, pueblo distrito Tehuantepec, 29 Jul 1999, *Elorsa 2294* (MEXU).  
Puente el Ciruelo, 3.5 km al NE de Barra de la Cruz, 1 Ago 2000, *Salas 3238* (MEXU).  
Puente Santa María Huamelula, 200m al N sobre el río., 25 Jun 2002, *Elorsa 6124*  
(MEXU). San Pedro Totolápan. 12 km. Al SE de Totolapan, carretera Oaxaca-  
Tehuantepec, 3 Ago 1983, *Torres 3441* (MEXU). Tlacolulca. San Pedro Quiatoni, km 92.2  
de la carretera Oaxaca-Tehuantepec, 15 Sep 1995, *Panero 5969* (MEXU). Santa María  
Chimalapa. A 11 km al NE de la desviación a Santa Cruz Huatulco, sobre carr. Pochutla-  
Salina Cruz, 30 Jun 1984, *Hernández 393* (MEXU). Santa María Ecatepec. Río Otate, al S  
de Santa María Ecatepec, 21 Sep 1992, *Tenorio 18367* (MEXU). Santa María Huatulco.  
3.19 km (L.R.), 274° de la UMAR, orilla de carretera Distrito Pochutla, 24 Jul 2005,  
*Saynes 5735* (MEXU). Camino a la Bahía San Agustín, 1 km al S de la entrada a Santa  
María Huatulco, 19 Jun 2003, *Elorsa 7315* (MEXU). Carretera a la entrega, punto  
denominado El Apostadero Naval, 20 Oct 2003, *Elorsa 7412* (MEXU). Desviación al  
Arrocito, 3 km al SE de la Crucecita, Huatulco, 28 Jun 2003, *Elorsa 6865* (MEXU). Punta  
Santa Cruz, 1 km al este de la bahía Santa Cruz, 14 Ago 2003, *Elorsa 7074* (MEXU). Santa  
María Mixtequilla. a 18 km de Mixtequilla, carretera a Paso Escondido, 24 Ago 1994,  
*Calzada 19257* (MEXU). Santiago Astata. Aguaje La Tortilla, 8 Jun 2009, *Sánchez 2625*  
(MEXU). Santiago Astata. Barra de la Cruz, 0.2 km. W, vereda hacia Zimatán, 8 Jul 1998,  
*Sánchez 47* (MEXU). Cascada La Tortolita, 30 Jul 2000, *Salas 3192* (MEXU). Santiago  
Astata. Entrada El Porvenir, 27 Jun 2009, *Petri 15* (MEXU). Laguna La Cotorra, 2 km al

N, 3 Sep 1999, *Martínez 32562* (MEXU). Tapanalá, 1.5 km E, el Guayacán Distrito Tehuantepec, 8 Sep 1999, *Rivera 1938* (MEXU). Zaachulo 300 m. hacia el norte de la carretera costera, 3 Sep 2009, *Gopar-Vasquez 1* (MEXU). Santo Domingo Tehuantepec. 11 km al E de Tehuantepec, camino a Juchitán, 12 8 1998, *Martínez 31300* (MEXU). 17.2 km al NW de Tehuantepec en la entrada a Buenos Aires, 24 Jul 1984, *Torres 5554* (MEXU). Carnero, entrando por el rincón bamba. Carretera a Pochutla, a O de salina Cruz, 23 Jun 1986, *Martínez 582* (MEXU). Guelaguchi, desviación 50 m. adelante del cementerio, 24 Jul 1999, *Rivera 1574* (MEXU). Subida a las ruinas del cerro Guiengola, 10 km al NO de Tehuantepec, 26 Jul 1987, *Torres 10029* (MEXU). Yautepec. 32 km SE of Totolapan along highway 190, 23 Jul 1987, *Zona 214* (MEXU). **Veracruz**. Paso de Ovejas. Río Acazónica, ladera S, entre Río-Poblado de Acazónica, 16 Ago 1996, *Castillo 16010* (MEXU). **NICARAGUA**. León. El Velero, mouth of Estero San José, ca. 10 km by road S of Hwy 32, 9 Sep 1984, *Stevens 23084* (MEXU). Between Puerto Sandino (Somoza) and El Velero, 26 Sep 1984, *Stevens 23128* (MEXU).

#### 9. **POLYSTEMMA** sp. 1

Ilustración Fig 2. E; Fig. 4 C.

**Enredaderas** herbáceas, leñosas en la base. **Tallos** con indumento mixto, tricomas eglandulares de 1-2 mm, los glandulares de ca. 0.2 mm. **Láminas** ovadas, 8-9.5 × 4.6-5.3 cm, base lobada, ápice acuminado, lóbulos convergentes, seno 10-15 mm de profundidad, haz y envés piloso, con indumento mixto. 5-9 coléteres en la base de la lámina; **peciolos** 4-5.5 cm de largo, con indumento mixto. **Inflorescencias** dicasios simples o ramificados, 2-6 flores, con indumento mixto; pedúnculos 10-11.2 mm de largo; pedicelos 5.6-10 mm de largo; **cáliz** con 2-3 coléteres por seno, lóbulos lanceolados, 4-7 × 1-1.5 mm, ápice atenuado a acuminado, pilosulosos abaxialmente, glabros adaxialmente; **corola** verde amarillenta fuerte con venación reticulada, blanca a parda, campanulada, tubo 2-3 mm de largo, piloso con algunos tricomas unicelulares sobre las venas, la venación paralela, liso, lóbulos ovados, 7-9 × 3-4 mm, ápice agudo, lóbulos abaxialmente pilosulosos con algunos tricomas glandulares, adaxialmente con densos tricomas unicelulares concentrados principalmente sobre las venas; ginostegio sésil; **corona externa** cinco lóbulos fusionados en la base formando un disco aplanado

con el margen crenado, cada lóbulo principal con un par de apéndices laterales, aciculares, arqueados y divergentes, 0.8–1.2 mm de largo, el lóbulo central 3–4 lobado, cada lóbulo de 0.01–0.04 mm de largo, **corona interna** una lígula oblonga 1–2 mm; **apéndices terminales** de las anteras ovados a suborbiculares, 0.6–1.2 × 0.85–1 mm; **cabeza del estilo** levemente cóncava, ápice con un unapenas visible; **corpúsculo** ovoide, pardo, ca .02 mm de largo, **polinios** obovados, ca 0.15 mm de largo. **Folículos** desconocidos.

**Distribución y hábitat**—*Polystemma* sp. 1 se conoce de una sola localidad en el sur de Jalisco. Esta área se ubica en la provincia Costa Pacífica. *Polystemma* sp. 1 crece en áreas abiertas cerca de suelos gipsófilos en bosque tropical caducifolio a 840 m de elevación (Fig. 14).

**Fenología**—florece de julio a agosto

**Estado de conservación**— *Polystemma* sp. 1 es conocida de una sola localidad en el sur del estado de Jalisco. La consideramos con Datos insuficientes (DD) para evaluar su estado de conservación.

**Notas**—*Polystemma* sp. 1 se puede confundir con *P. viridiflorum*, pero se diferencia por tener lóbulos de la corola pilosos adaxialmente y el tubo de la corola liso y con venación paralela. Los apéndices laterales de los lóbulos de la corona son los más cortos del género (0.8-1.2 mm).

**Ejemplares examinados**—MÉXICO. JALISCO. Tuxcacuesco. 3.8 km al SSE de San Buenaventura por el camino a Agua Dulce y palmar de Los Camberos. 26 Ago 2019. *Hernández-Barón y Rodríguez 419*.

## 10. POLYSTEMMA sp. 2

**Sufrútices** con corcho grueso en la base. **Tallos** con indumento mixto, tricomas eglandulares 0.3–0.5 mm, los glandulares 0.05–0.1 mm. **Láminas** ovadas, 0.9–1.6 × 0.5–1.4 cm, base lobada, ápice agudo a obtuso, los lóbulos convergentes a divergentes, seno 2–4 mm de profundidad, 2–4 coléteres en la base de la lámina; **peciolo**s 0.7–1.2 cm de largo, con indumento mixto. **Inflorescencias** dicasios simples o ramificados, con indumento mixto; pedúnculo 1–4 mm de largo; pedicelos 5.5–6.5 mm de largo; **cáliz**

con 1 coléter por seno, lóbulos divididos casi hasta la base, lanceolados, 2-3 × 1-1.5 mm, ápice atenuado, pilosos abaxialmente, glabros adaxialmente; **corola** amarilla clara con máculas rojo amarronadas, brevemente campanulada, tubo ca 1.5 mm de largo, piloso, liso, lóbulos lanceolados, 8.5-10 × 2-4.1 mm, ápice agudo, abaxialmente glabra, adaxialmente pilosa; ginostegio sésil; **corona externa** cinco lóbulos fusionados en la base, cada lobo con un par de apéndices laterales, filiformes, el lóbulo central erecto; **corona interna** una lígula reducida, oblonga; **apéndices terminales** de las anteras reniformes; **cabeza del estilo** cóncava, ápice plano; **corpúsculo** elipsoide, pardo claro, ca 0.175 mm de largo, **polinios** obovados, ca 0.4 mm de largo. **Folículos** ca 10 × 1 cm.

**Distribución y hábitat**—*Polystemma* sp. 2 es endémica de Michoacán. Esta especie se distribuye en la Cuenca del Balsas. Crece en bosque tropical caducifolio a 300 m de elevación (Fig 15).

**Fenología**—florece en julio. Se ha recolectado con frutos en octubre y noviembre.

**Estado de conservación**—*Polystemma* sp. 2 es conocida de una sola localidad en el sur del estado de Michoacán. La consideramos con datos insuficientes (DD) para evaluar su estado de conservación.

**Notas**—*Polystemma* sp. 2 tiene hábito sufrutescente, lo cual no había sido reportado para el género. Esta especie podría confundirse con *Polystemma viridiflorum* por los lóbulos filiformes. No obstante, *Polystemma* sp. 2 tiene corolas rojas con puntos amarillos y las hojas más pequeñas de las especies del género (<2 cm de largo).

## 11. POLYSTEMMA sp. 3

Ilustración Fig. 4E.

**Trepadora** leñosa. **Tallos** con indumento mixto, tricomas eglandulares 1-2 mm, los glandulares ca. 0.3 mm. **Láminas** ovadas a lanceoladas, 3.4-7.2 × 1.5-3.6 cm, base cordada, ápice agudo a acuminado, seno 0.6-1.1 mm de largo, lóbulos divergentes o traslapados, hispidulosos abaxial y adaxialmente, 6-8 coléteres en la base de la lámina; **peciolos** 2.9-3.4 cm de largo, con indumento mixto. **Inflorescencias** monocasios ramificados, congestionadas, 8-10 flores, con indumento mixto; pedúnculo de 14-26

mm de largo, pedicelo 13–16 mm; **cáliz** con 1 coléter por seno, lóbulos lanceolados, 5.2–6.3 × 1.3–1.7 mm, ápice atenuado, pilosos abaxialmente, glabros adaxialmente; **corola** verde amarillo brillante, roja violácea fuerte en el centro y tornándose verde amarillento en los lóbulos, campanulada, tubo 2–3 mm de largo, liso, lóbulos lanceolados a casi lineares en el ápice, 5.8–11.8 × 1.2–3.7 mm, ápice redondeado, puberulentos abaxialmente, seríceos adaxialmente, glabros hacia el ápice; **corona externa** cinco lóbulos fusionados basalmente, cada lóbulo con dos apéndices laterales filiformes de 2.2–2.5 × 0.2–0.25 mm de ancho, lóbulos centrales, deltados 0.43–0.68 × 0.15 de ancho, a veces trilobulados cuando así, el lóbulo de en medio ca. 0.1 mm, **corona interna** una lígula bífida, 1–1.1 mm; **apéndices terminales** de las anteras ovados, 0.7–0.8 × 0.10–0.14 mm; **cabeza del estilo** prominentemente globosa o clavada, púrpura o negruzca al secarse ca. 0.90 × 0.84 mm largo; **corpúsculo** ovado, pardo, ca. 0.1 mm de largo, **polinios** reniformes ca. 0.6 mm de largo. **Folículos** 16–19 × 0.8–1.3 cm.

**Distribución y hábitat**—*Polystemma* sp. 3 es endémica del estado de Michoacán. Crece en bosque tropical caducifolio en la Cuenca del Balsas. Se ha recolectado a 302 m de elevación (Fig. 16).

**Fenología**— florece de junio a septiembre con frutos inmaduros colectados en septiembre.

**Estado de conservación**—*Polystemma* sp. 3 debe ser considerada en la categoría de En Peligro (EN) debido a que su extensión de presencia (EPO) es de 4.058 km<sup>2</sup> y su área de ocupación es de 12 km<sup>2</sup>.

**Notas**—*Polystemma* sp. 3 se puede diferenciar fácilmente por la cabeza del estilo conspicuamente globosa a clavada. Los lóbulos centrales en cada lóbulo principal de la corona son deltados. Ambos caracteres son novedades en el género.

**Ejemplares examinados**—**México. Michoacán.** La Huacana. ca. 2 km (by air) ENE of Los Ranchos, along the ridge top of Cerro El Barril, 30 Ago 2003 (fls), *Steinmann* 3456 (QMEX).

## 12. POLYSTEMMA sp. 4.

Ilustración Fig. 4 E y F.

**Enredaderas** herbáceas o leñosas. **Tallos** con indumento mixto, tricomas glandulares 0.8–1 mm, los glandulares ca. 0.2 mm. **Láminas** ovadas, 6–7.2 × 2.8–3.6 cm de ancho, base lobada, ápice acuminado, lóbulos convergentes a traslapados, seno 5–7 mm de profundidad, haz y envés con indumento mixto, 6–8 coléteres en la base de la lámina; **peciolos** 3.4–4.5 cm de largo, con indumento mixto. **Inflorescencias** dicasios con una o dos flores acompañantes, 4–5 flores, con indumento mixto; pedúnculos 37–39 mm de largo, pedicelos 11–16 mm de largo; **cáliz** con 1 coléter por seno, lóbulos ovados, 8–10 × 3–5 mm de ancho, ápice acuminado, glabro abaxialmente, glabro adaxialmente; **corola** amarilla anaranjada clara, campanulada, tubo 5–6 mm de largo, glabro, liso, lóbulos lanceolados, venación reticulada evidente, 14–17 × 5–6 mm de ancho, glabra abaxial y adaxialmente; ginostegio sésil; **corona externa** cinco lóbulos fusionados desde la mitad formando un disco carnosos continuo, erecto, el margen crenado a dentado, cinco lóbulos principales oblongos, ca. 3–4 × 3–4 mm, cada lóbulo con dos ensanchamientos laterales de ca. 1 mm de largo; **apéndices terminales** de las anteras suborbiculares, ca. 1.5 × 1.5 mm; **cabeza del estilo** plana, ápice plano; **corpúsculo** deltado, pardo, ca. 0.5 mm de largo, **polinios** reniformes, ca. 1–1.2 mm de largo. **Folículos** desconocidos.

**Distribución y hábitat**—*Polystemma* sp. 4 es endémica del estado de Jalisco. Crece en cafetales. Se ha recolectado a 1300 m sobre el nivel del mar (Fig. 17).

**Fenología**—florece en julio

**Estado de conservación**— *Polystemma* sp. 4 es conocida de una sola localidad al noroeste del estado de Jalisco. La consideramos con Datos insuficientes (DD) para evaluar su estado de conservación.

**Notas**—*Polystemma* sp. 4 se puede reconocer fácilmente por sus corolas amarillo anaranjadas y su corona ginostegial masiva en forma de disco.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los curadores de los herbarios citados en materiales y métodos, especialmente a la M. en C. Verónica Juárez por todas las facilidades para consultar la colección del herbario MEXU. La M. en C. Ana Rosa López Ferrari y la M. en B. Lizeth

Jimena Hernández Barón revisaron y enriquecieron versiones previas de este manuscrito. Los doctores Víctor Steinmann, Pablo Carrillo Reyes y Arturo Castro Castro ayudaron en el trabajo de campo y compartieron información sobre las especies recolectadas. Ericka B. Cortez elaboró las grandiosas ilustraciones de este trabajo. Gracias a todos.

#### CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

GMHB hizo la revisión de literatura, la revisión de herbario y el trabajo de campo. Las descripciones morfológicas y la corrección de las mismas estuvieron a cargo de GMHB y LOAC. El manuscrito fue redactado por GMHB y AR. Las figuras fueron hechas por GMHB y LOAC. GML enseñó el uso de SIG a GMHB. GMHB y GML manejaron la base de datos. LOAC y GML revisaron y corrigieron versiones previas del trabajo. Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final del manuscrito.

#### LITERATURA CITADA

- Alvarado-Cárdenas, L. O., L. Lozada-Pérez, C. S. Islas-Hernández, E. B. Cortez-Castro, K. G. Maya-Mandujano, y M. G. Chávez-Hernández. 2020. Apocináceas de ayer y hoy. conocimiento histórico y reevaluación de la diversidad y distribución de Apocynaceae en México. *Botanical Sciences* 98: 393–416.
- Bachman, S., Moat, J., Hill, A. W., De La Torre, J., & Scott, B. (2011). Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys* 150: 117–126.
- Cortez, E. B., L. Lozada-Pérez, y L. O Alvarado-Cárdenas. 2018. Two New Species of *Matelea* (Asclepiadoideae: Gonolobeae; Gonolobinae) from Mexico. *Systematic Botany* 43: 818–825.
- Endress, M. E. y V. P. Bruyns. 2000. A revised classification of the Apocynaceae *s.l.* *Botanical Review* 66: 1–56.
- Fishbein, M. 2017. Taxonomic adjustments in North American Apocynaceae. *Phytologia* 99: 86–88
- Gledhill D. 2002. The Name of Plants. Bristol: Cambridge University Press.
- Google. 2020. Google Earth Software 7.1.2. Disponible en: <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>

- Hernández-Barón, G. M., L. O. Alvarado-Cárdenas, G. Munguía-Lino, y A. Rodríguez. En prep. Relaciones filogenéticas en Gonolobinae con énfasis en el género *Polystemma* (Gonolobinae, Apocynaceae).
- Hernández-Barón, G. M., V. Juárez-Jaimes, y A. Campos-Villanueva. 2019. La subfamilia Asclepiadoideae (Apocynaceae) de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Revista mexicana de biodiversidad* 90. e902897
- Hickey, L. J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *American Journal of Botany* 60: 17–33.
- Ibarra-Manríquez, G., F. J. Rendón-Sandoval, G. Cornejo-Tenorio, y P. Carrillo-Reyes 2015. Lianas de México. *Botanical Sciences* 93: 365–417.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2019. 'División política estatal 1:250000. 2019', escala: 1:250000. Edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. Disponible en: <http://geoportal.conabio.gob.mx/#!l=dest2019gw:1@m=mixto>
- IUCN. 2012. IUCN red list categories and criteria version 3.1. Ed. 2. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- JSTOR Global Plants. 2020. <https://plants.jstor.org/> (Consultado Jul 2020).
- Juárez-Jaimes, V., L. O. Alvarado-Cárdenas, y J. L. Villaseñor. 2007. La familia Apocynaceae sensu lato en México: Diversidad y distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 459–482.
- Juárez-Jaimes, V., y L. Lozada. 2003. Asclepiadaceae, Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán 37. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Krings, A. 2011. *Matelea s.l* (Apocynaceae, Asclepiadoideae) in the West Indies. *Systematic Botany* 36: 730–756.
- Krings, A., D.T. Thomas, y Q. Xiang. 2008. On the generic circumscription of *Gonolobus* (Apocynaceae, Asclepiadoideae): evidence from molecules and morphology. *Systematic Botany* 33: 403–415.
- Kunze, H. 1995. Floral morphology of some Gonolobeae (Asclepiadaceae). *Botanische Jahrbücher für Systematik*, 117: 211–238.
- Liede, S. y F. Weberling, 1995. On the inflorescence structure of Asclepiadaceae. *Plant Systematics and Evolution*. 197: 99–109.
- Liede, S. y H. Kunze. 1993. A descriptive system for corona analysis in Asclepiadaceae and Periplocaceae. *Plant Systematics and Evolution* 185: 275–284.

- Lot, A., y Chiang, F. 1986. Manual de herbario: administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. México ed. FDF: Consejo Nacional de la Flora de México.
- Lozada-Pérez, L. 2010. *Polystemma mirandae* (Apocynaceae, Asclepiadoideae), una nueva especie de México. *Novon* 20: 429–431.
- Lozada-Pérez, L. y L. O. Alvarado-Cárdenas. 2016. A new species of *Matelea* s.l (Apocynaceae, Asclepiadoideae) from Mexico. *Phytotaxa*, 288: 168–174.
- McDonnell, A. y M. Fishbein. 2016. *Polystemma canisferum* (Apocynaceae, Asclepiadoideae): a distinctive new gonoloboid milkweed vine from Sonora, Mexico. *Phytotaxa* 246: 78–84.
- Morrone, J. J., T. Escalante, y G. Rodríguez-Tapia. 2017. Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. *Zootaxa* 4277: 277–279.
- New York Botanical Garden Herbarium. 2020. <http://sweetgum.nybg.org/science/vh/> (Consultado Jul 2020).
- QGIS Development Team. 2020. *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponible en: <http://qgis.org>
- R Development Core Team. 2020. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Red de Herbarios del Noroeste. <https://herbanwmex.net/portal/>. (Consultado Jul 2020).
- Reginato, M. 2016. MonographaR: An R package to facilitate the production of plant taxonomic monographs. *Brittonia* 68: 212–216.
- Royal Horticultural Society. 2015 RHS colour chart six edition. Royal Horticultural Society, London, UK
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. México D.F.: Limusa.
- SEINet. 2020. Southwest Environmental Information Network. <http://swbiodiversity.org/seinet/index.php> (Consultado Jul 2020).
- Stevens, W. D. 2000. New and interesting milkweeds (Apocynaceae, Asclepiadoideae). *Novon* 10: 242–256.
- Stevens, W. D. 2001. Asclepiadaceae. Pp. 234–270. in Flora de Nicaragua, vol. 85, eds. W. D. Stevens, C. Ulloa, A. Pool, y O. M. Montiel. St. Louis; Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden.
- Stevens, W. D. 2005. New and interesting milkweeds (Apocynaceae, Asclepiadoideae). *Novon* 15: 602–619.

- Stevens, W. D. 2009. Apocynaceae. Pp. 662–768 in *Flora Mesoamericana*, vol. 4, eds. G. Davidse, M. Sousa, y A. O. Chater. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- The International Plant Names Index. 2020. <https://www.ipni.org/index.html>
- Thiers, B. 2020. [continuously updated] Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (Consultado Jul 2020).
- Tropicos. 2020. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org> (Consultado Jul 2020).
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87: 559–902. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Weberling, F. 1989. Morphology of flowers and inflorescences. Cambridge, Cambridge University Press.
- Woodson, R. E. 1941. The North American Asclepiadaceae, I. Perspective of the genera. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 28: 193–244.

**Apéndice 1.** Colores utilizados de acuerdo con el gráfico de colores de la Royal Horticulture Society. Entre paréntesis se indica el código de los colores.

***Matelea angustiloba***, corola marrón amarillento fuerte/strong yellowish brown (199D). ***M. magallanesii***, corola verde amarillo claro/light yellow green (145B). ***Polystemma cordifolium***, corola blanca amarillenta/yellowish white (155B) venación morada rojiza fuerte/ strong reddish purple (72B). ***P. guatemalense*** corola blanca/white, venas rojo violáceo profundo/deep purplish red (61A). ***P. viridiflorum***, corola verde amarilla fuerte/ strong yellow green 144C. tubo, rojo violáceo profundo/deep purplish red (59B). ***Polystemma sp.1***, corola verde amarillenta fuerte/strong yellowish green N144A. ***Polystemma sp. 3*** corola verde amarillo brillante/brilliant yellow green (150B), venación roja violácea fuerte/strong purplish red (71B). ***Polystemma sp. 4***, corola amarilla anaranjada clara /light orange yellow (22D).

Cuadro 1. Distribución geográfica de las especies de *Polystemma*. Las especies endémicas están señaladas con un asterisco. AC, Altos de Chiapas. BC, Baja California. CP, Costa Pacífica. CB, Cuenca del Balsas. DC, Desierto Chihuahuense. EVT, Eje

Volcánico Transmexicano. SMOR, Sierra Madre Oriental. SMOC, Sierra Madre Occidental. SMS, Sierra Madre del Sur. SON, Sonora. VER, Veracruz.

Taxón	Estados	Provincias biogeográficas
* <i>Matelea angustiloba</i>	Nayarit, Jalisco	CP, SMOC, EVT
* <i>M. magallanesii</i>	Jalisco	CP
* <i>Polystemma canisferum</i>	Sonora	CP, SON
* <i>P. cordatum</i>	Oaxaca, Puebla.	CB, SMS
<i>P. cordifolium</i>	Baja California Sur, Chihuahua, Sonora	BC, DC, SMOC, SON
<i>P. guatemalense</i>	Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla.	AC, CB, CP DC, SMS, SMOC, EVT, VER
* <i>P. mirandae</i>	Guerrero, Oaxaca, Puebla.	CB, SMS
<i>P. viridiflorum</i>	Chiapas, Guerrero, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Veracruz.	CB, CP, SMS, VER
* <i>Polystemma</i> sp. 1	Jalisco	CP
* <i>Polystemma</i> sp. 2	Michoacán	CB
* <i>Polystemma</i> sp. 3	Michoacán	CB
* <i>Polystemma</i> sp. 4	Jalisco	SMS

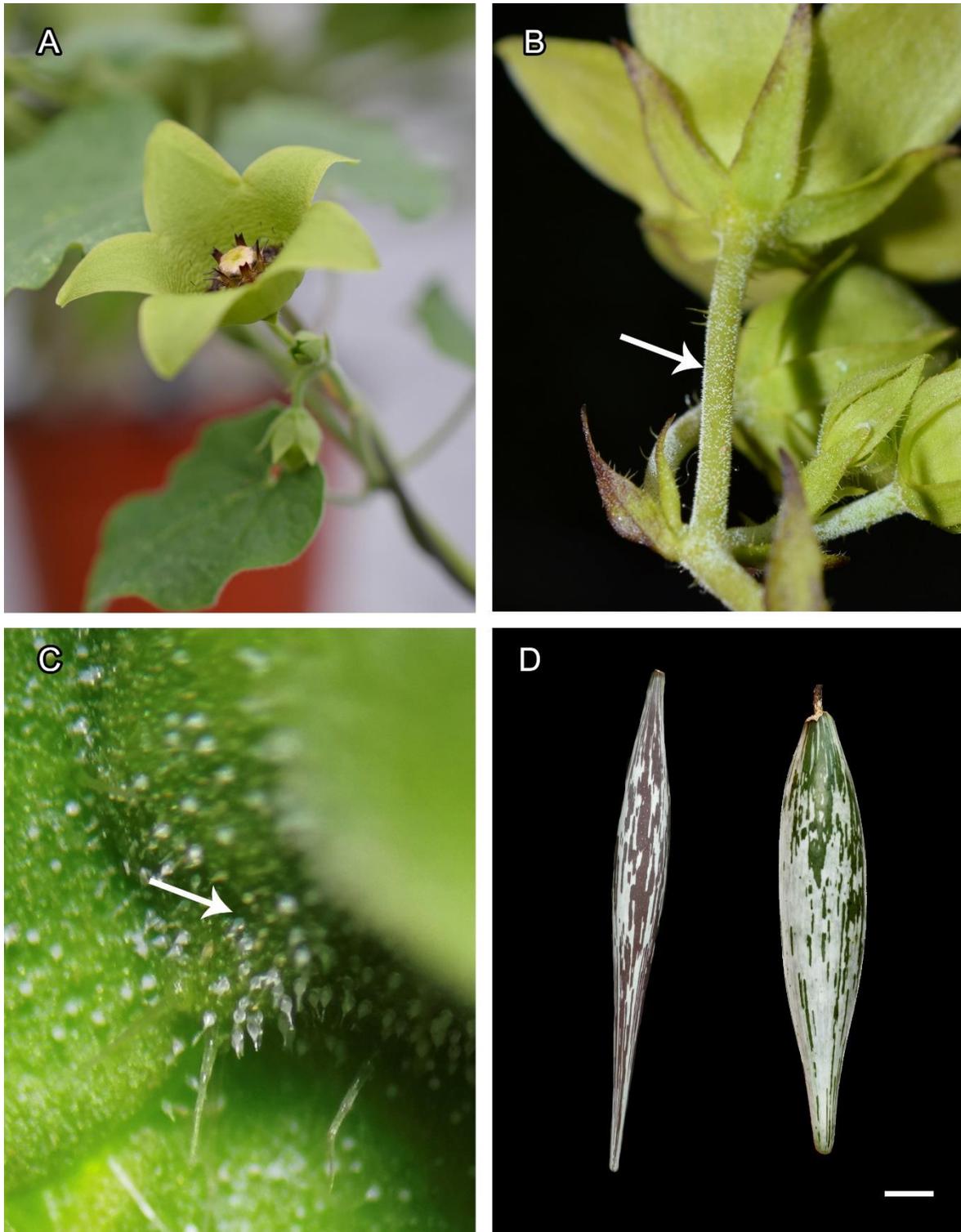


FIG. 1. Características morfológicas de *Polystemma*. A. Hábito y corola campanulada B. Tricomas glandulares en pedúnculos, pedicelos y cáliz. C. Acercamiento de los tricomas glandulares en el cáliz en *P. viridiflorum*. D. Folículos lisos y maculados de

*Polystemma* sp. 2 y *Matelea angustiloba* Barra de escala de 1 cm. Fotos A, B y C de G.M. Hernández-Barón D Steinmann y Carrillo-Reyes.

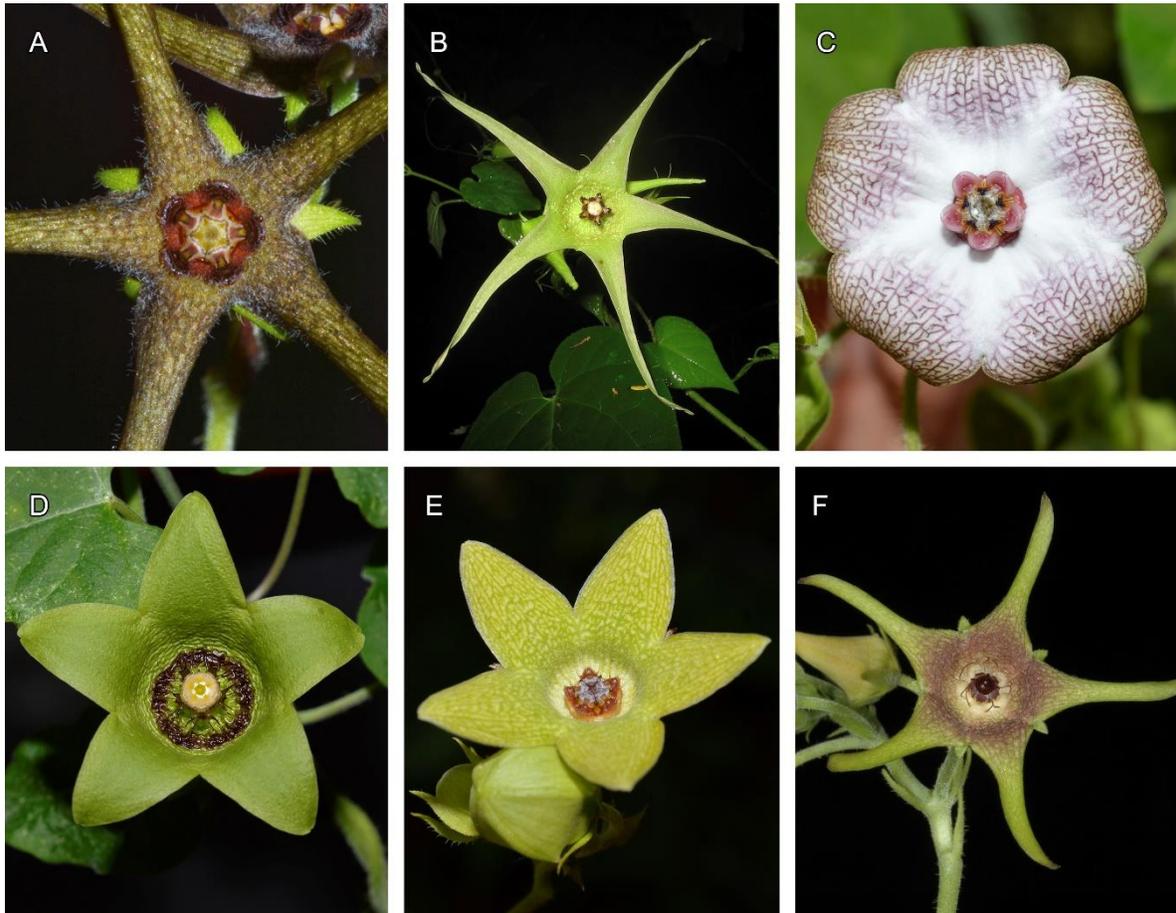


FIG. 2. Algunas especies del género *Polystemma*. A. *Matelea angustiloba*. B. *Matelea magallanesii*. C. *Polystemma guatemalense*. D. *P. viridiflorum*. E. *Polystemma* sp. 1. E. *Polystemma* sp. 3. Fotos: A y B de Carrillo Reyes, C, D y E de Hernández-Barón, E. de Steinmann.

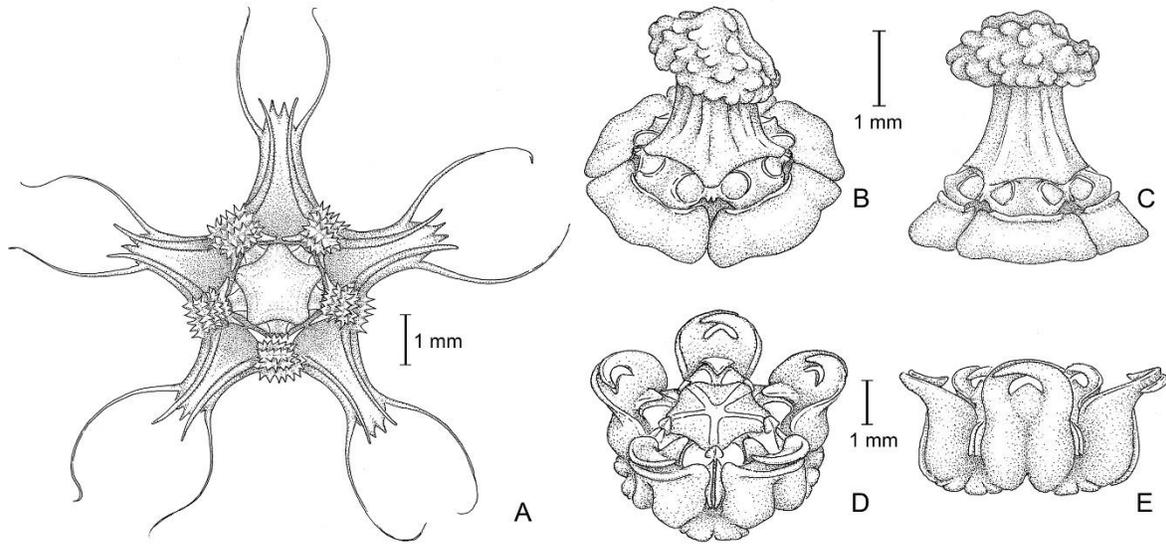


FIG. 3. Diversidad de la corona ginostegial en *Polystemma*. A Vista superior del ginostegio y lóbulos estaminales e interestaminales de *Matelea magallanesii* (Carrillo-Reyes 4295). B-C. Vista frontal y lateral de *Polystemma cordifolium* mostrando los lóbulos de la corona rectangulares y la cabeza del estilo multilobulada (Tenorio 10493). D-E. Vista frontal y lateral de *P. guatemalense* mostrando los cinco lóbulos principales opuestos a las anteras, los lóbulos laterales son falcados y sobrelapados (Hernández-Barón 412) Ilustraciones de E.B. Cortez.

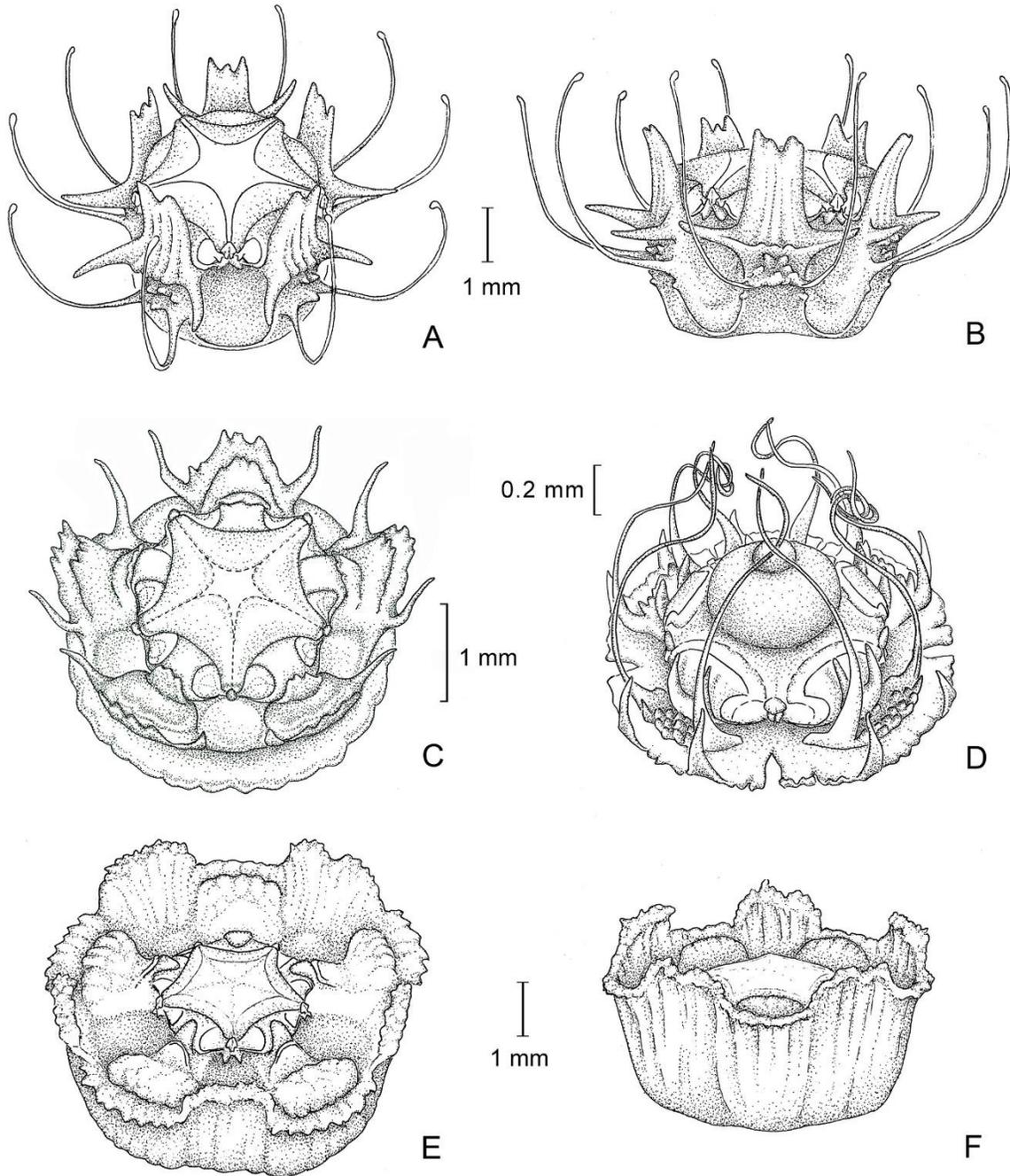


FIG 4. Diversidad de la corona ginostegial en *Polystemma*. A-B. Vista frontal y lateral de *Polystemma viridiflorum* mostrando cinco lóbulos principales, cada uno con dos pares de apéndices laterales, el primero con lóbulos filiformes y el segundo con aciculares (*Maya s/n*). C. Vista frontal de *Polystemma* sp. 1. Mostrando la corona ginostegial con cinco lóbulos principales, los lóbulos laterales arqueados y divergentes (*Hernández-Barón 413*). D. Vista frontal de *Polystemma* sp. 3 mostrando la corona con lóbulos

filiformes y aciculares, la cabeza del estilo es globosa a clavada (*Steinmann & Y. Ramírez-Amezcu* 7159). E-F. Vista frontal y lateral de *Polystemma* sp. 4 mostrando cinco lóbulos principales fusionados desde la parte media y formando un disco carnososo, masivo y erecto (*Carrillo-Reyes 8885*) Ilustraciones de E.B. Cortez.

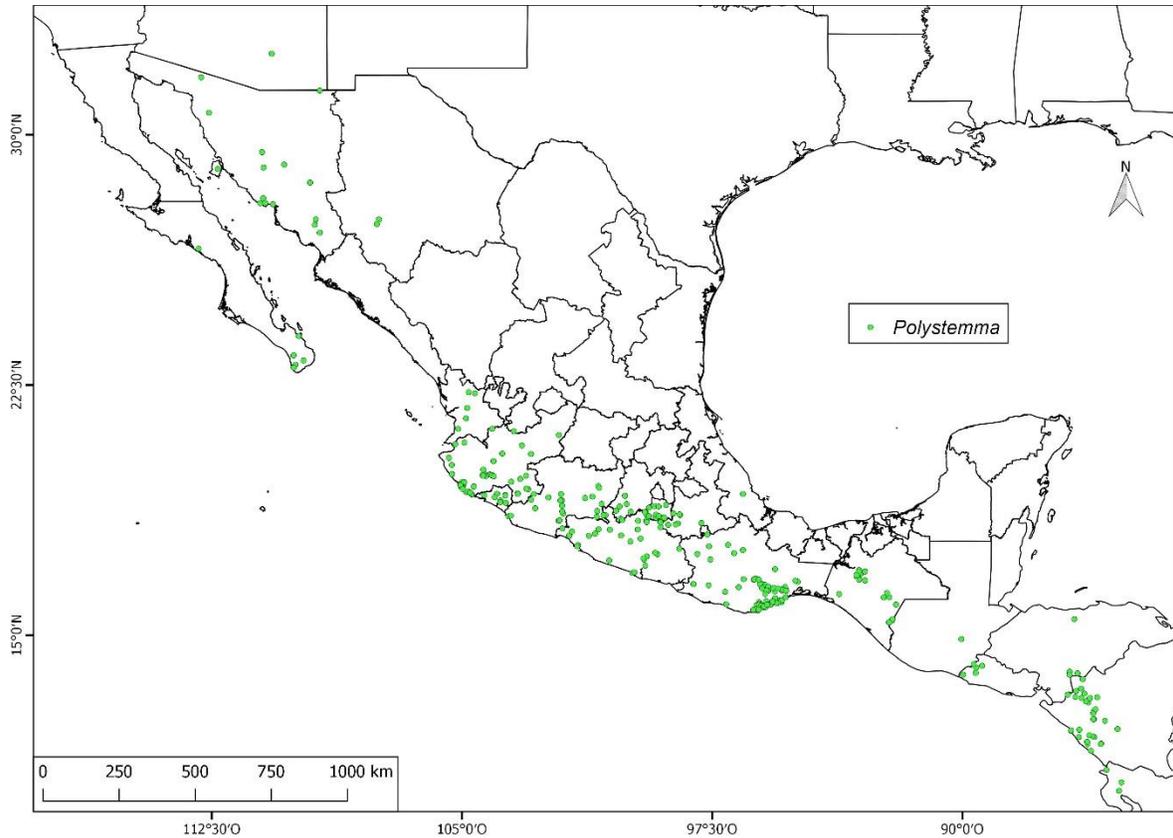


FIG.5. Distribución geográfica de las especies de *Polystemma*.

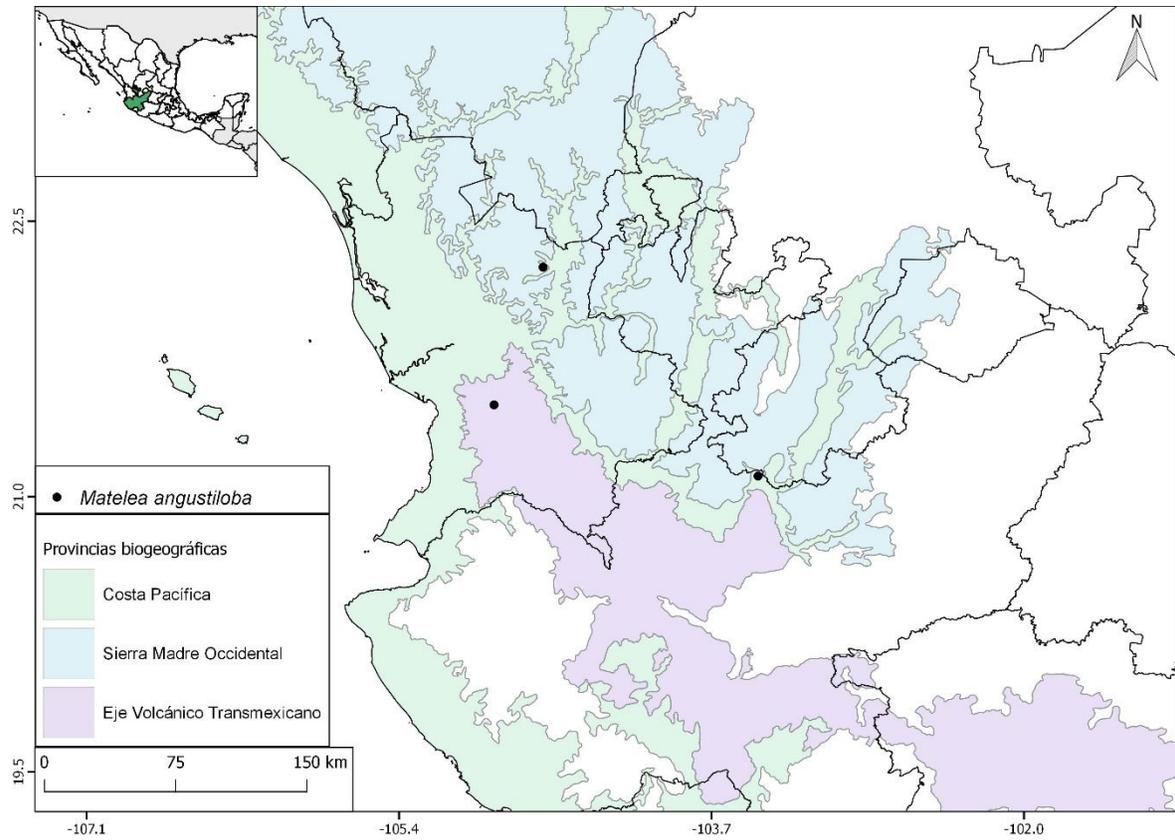


FIG. 6. Distribución geográfica de *Matelea angustiloba*.

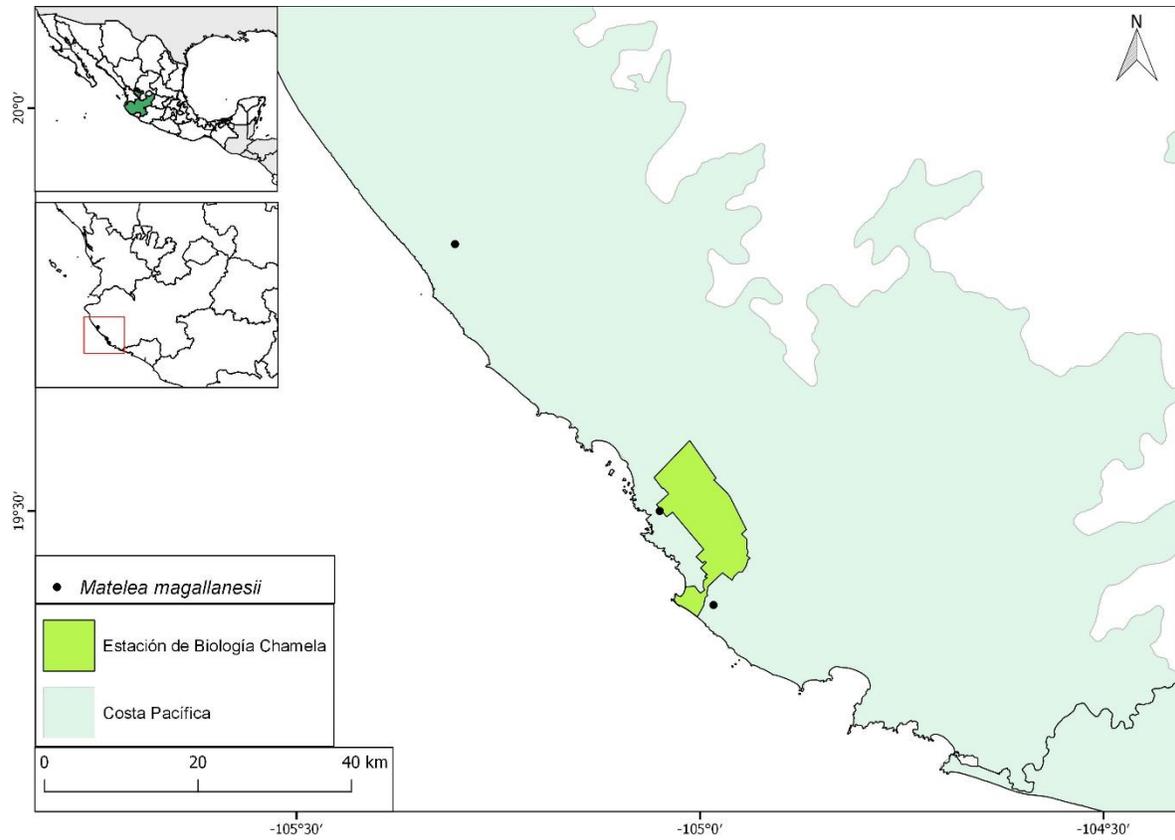


FIG. 7. Distribución geográfica de *Matelea magallanesii*.

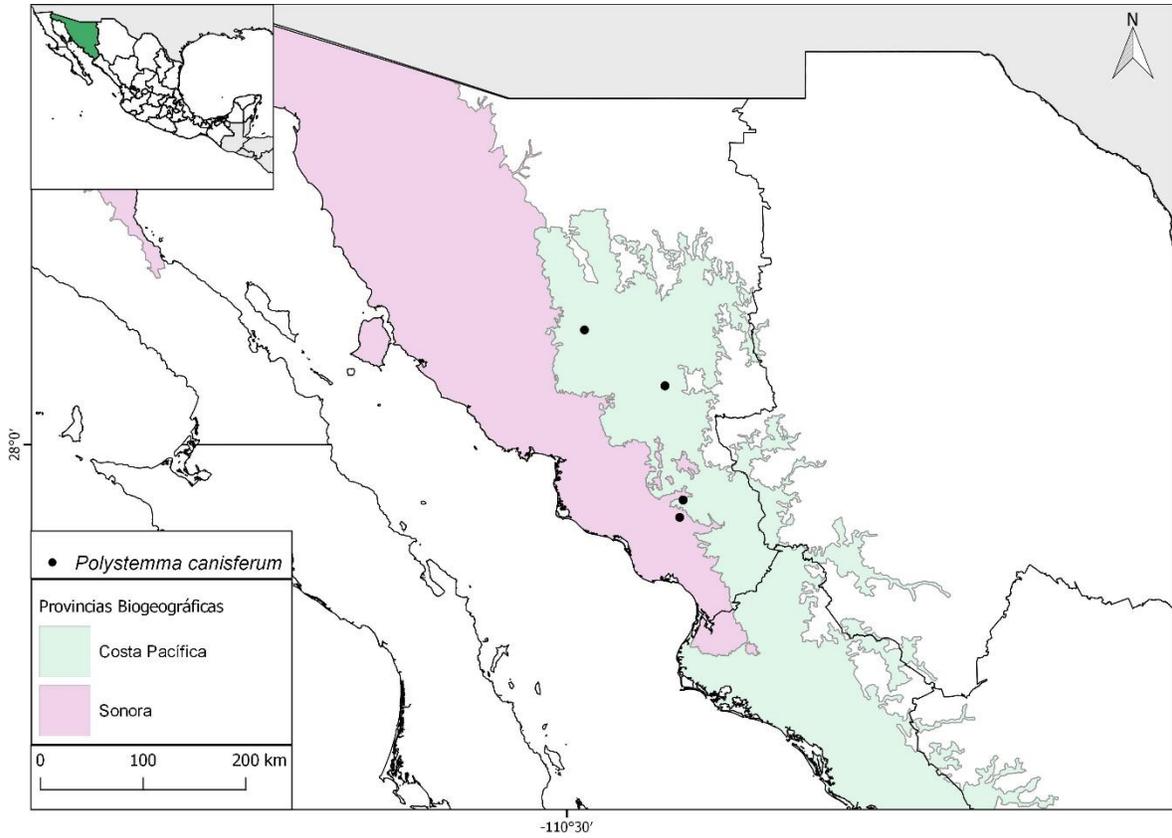


FIG. 8. Distribución geográfica de *Polystemma canisferum*.

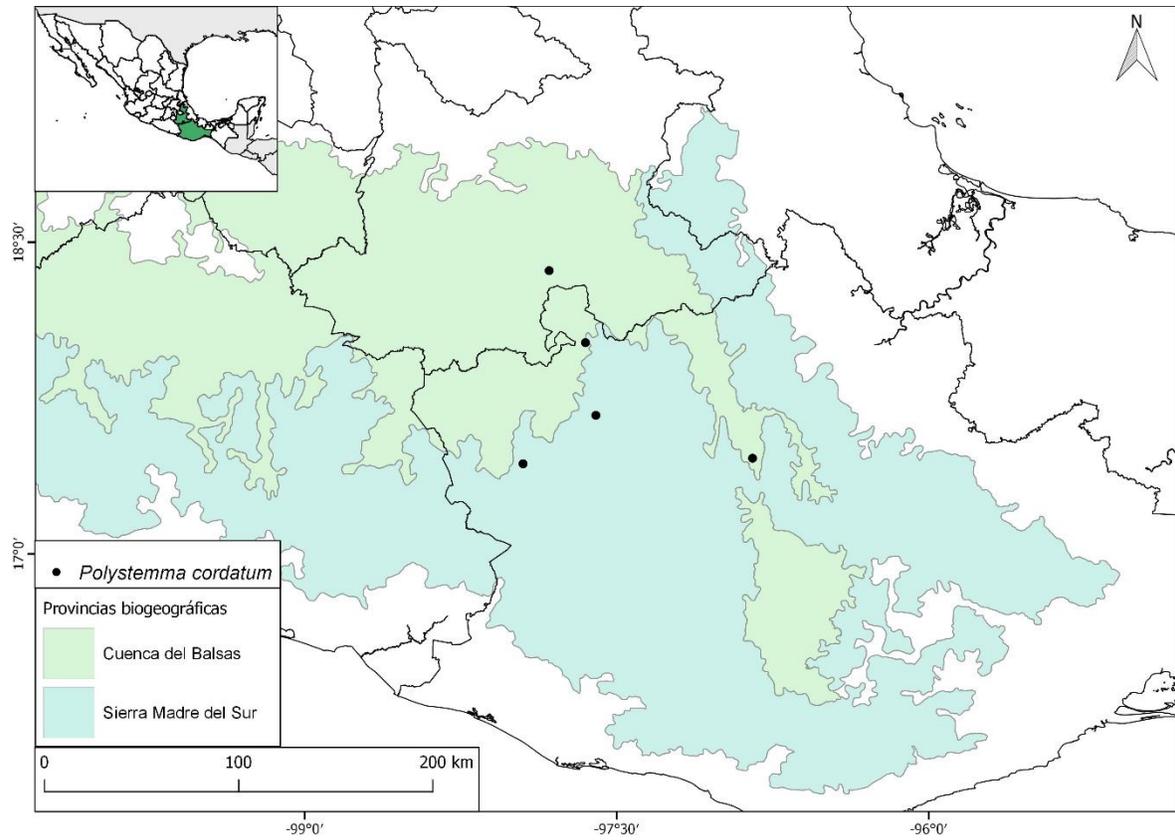


FIG. 9. Distribución geográfica de *Polystemma cordatum*.

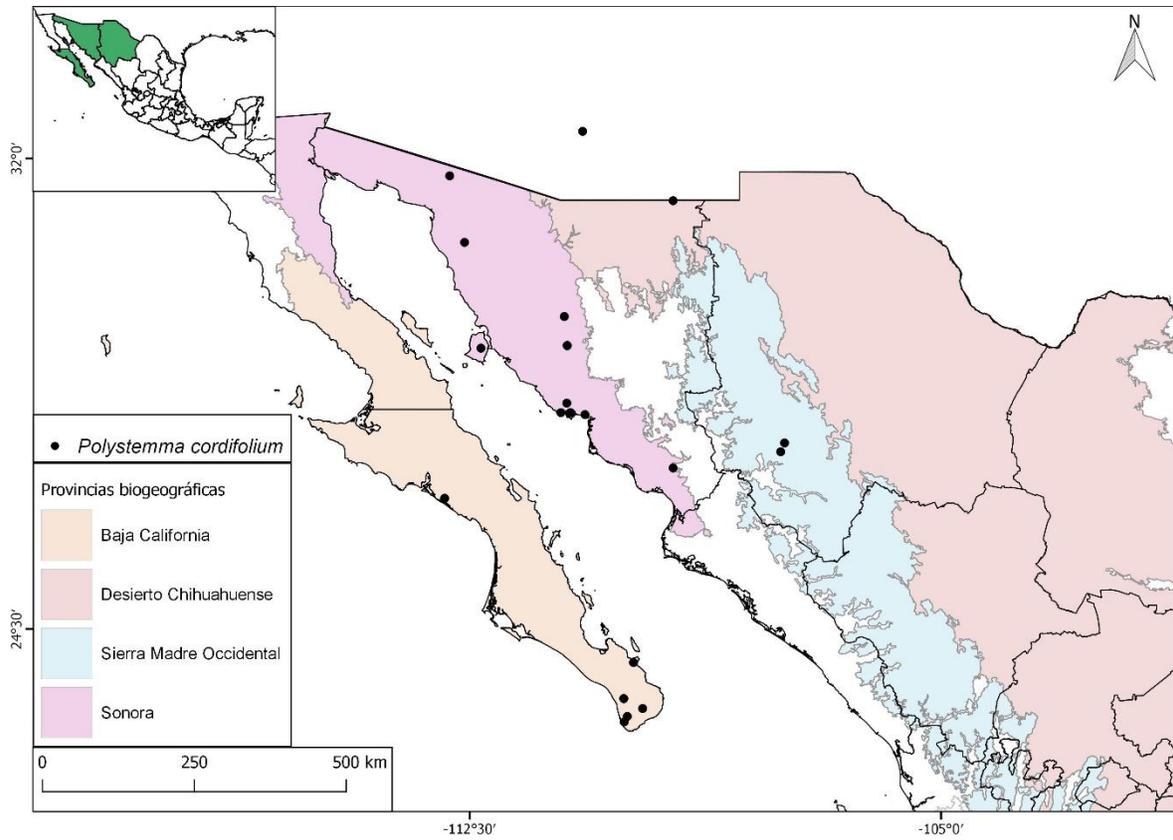


FIG. 10. Distribución geográfica de *Polystemma cordifolium*.

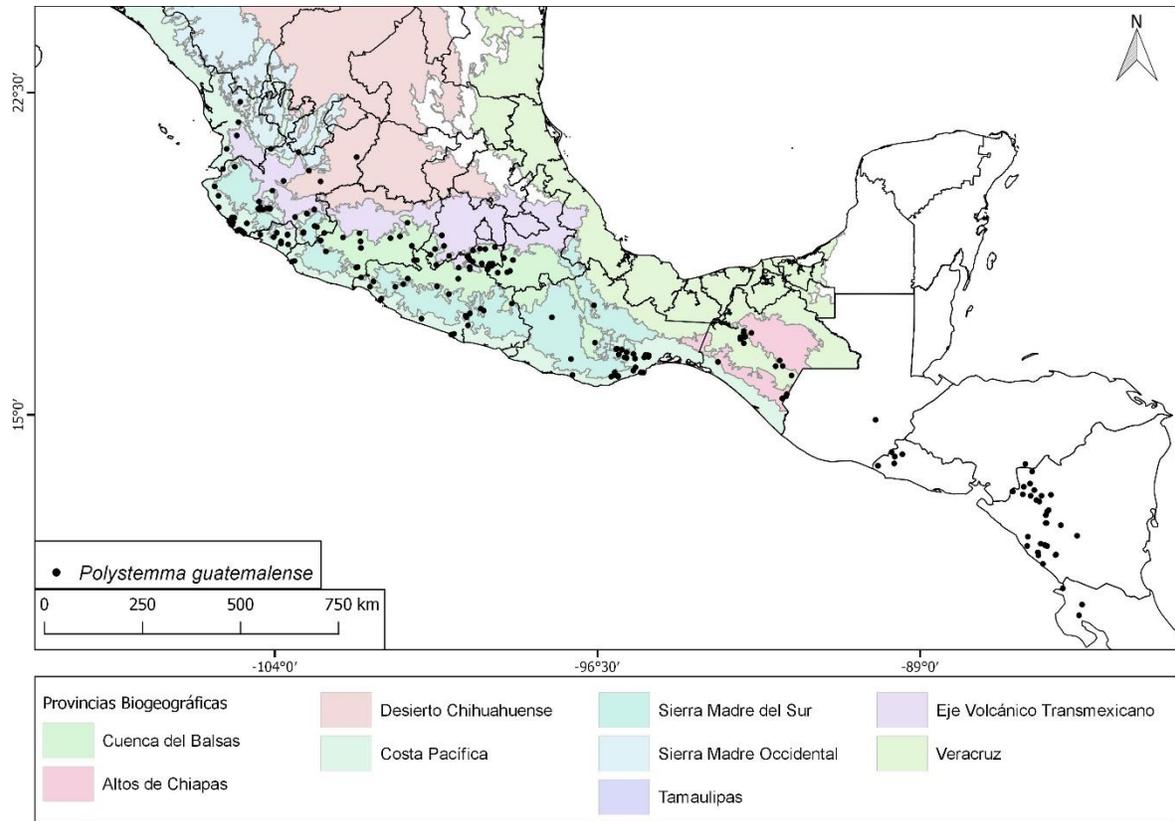


FIG. 11. Distribución geográfica de *Polystemma guatemalense*.

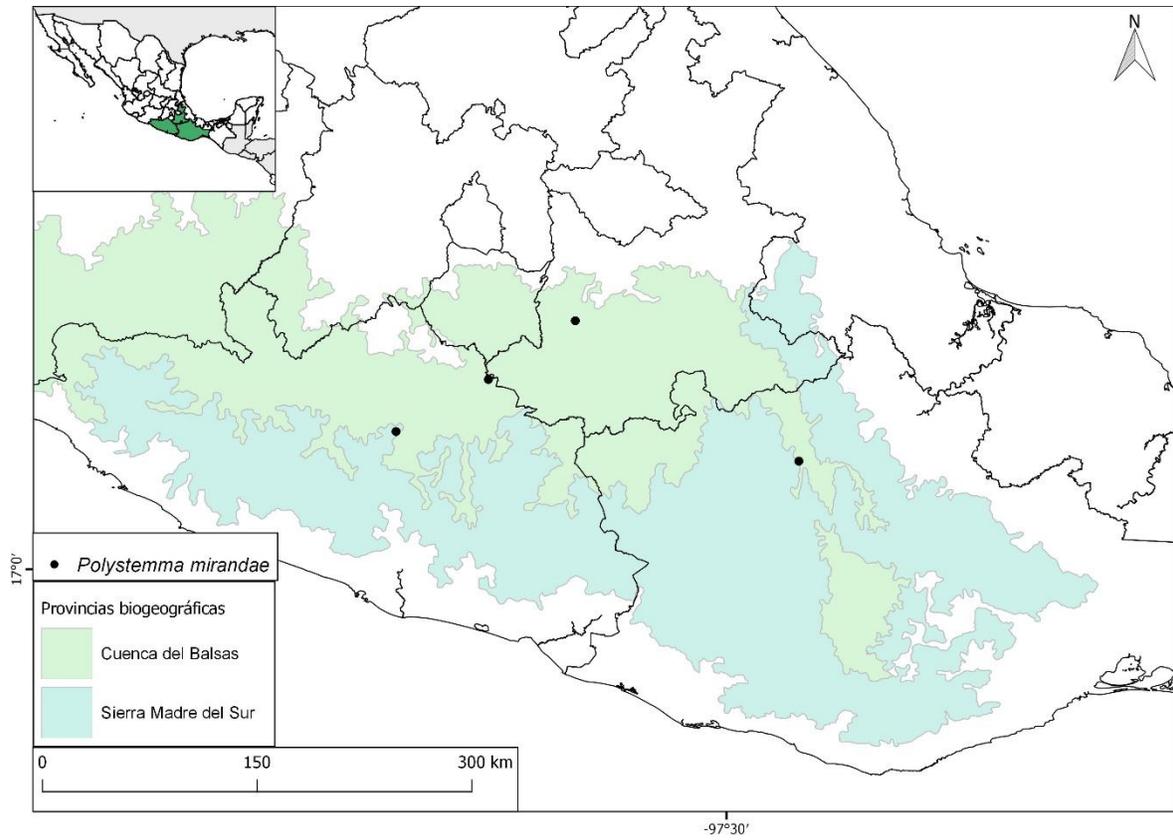


FIG. 12. Distribución geográfica de *Polystemma mirandae*.

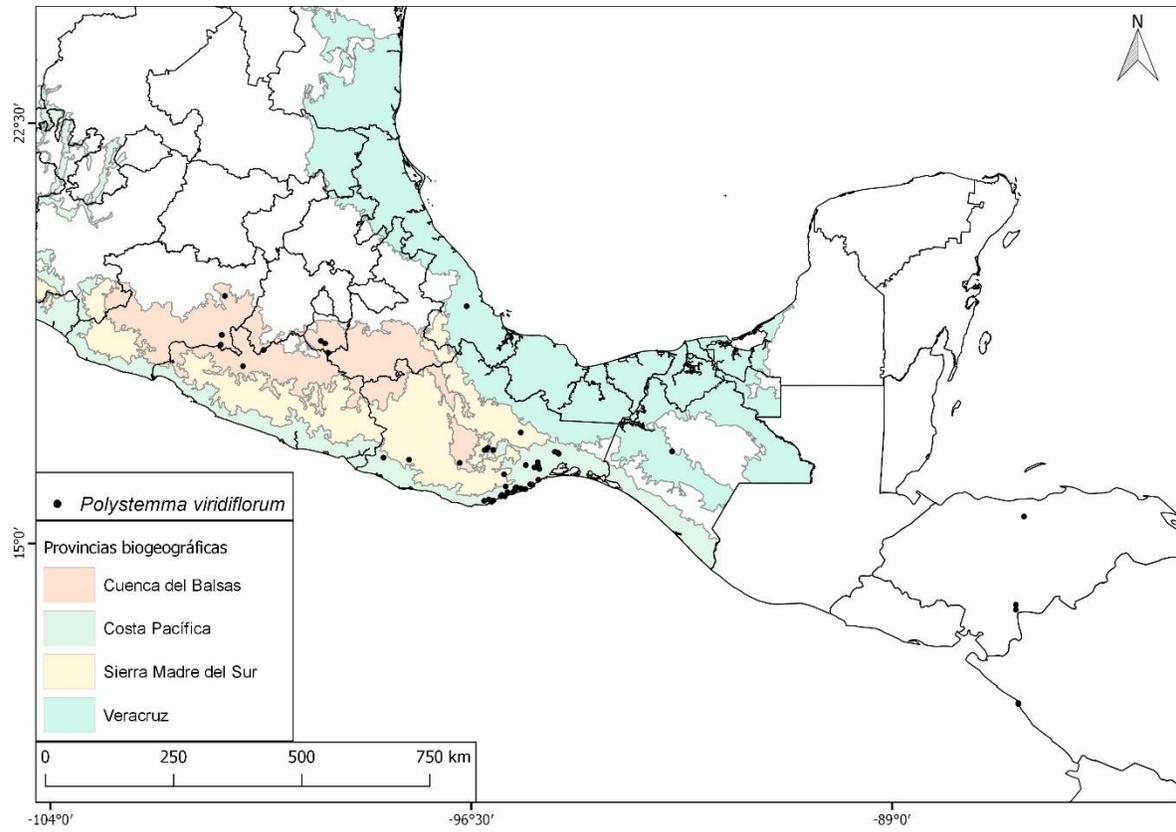


FIG. 13. Distribución geográfica de *Polystemma viridiflorum*.

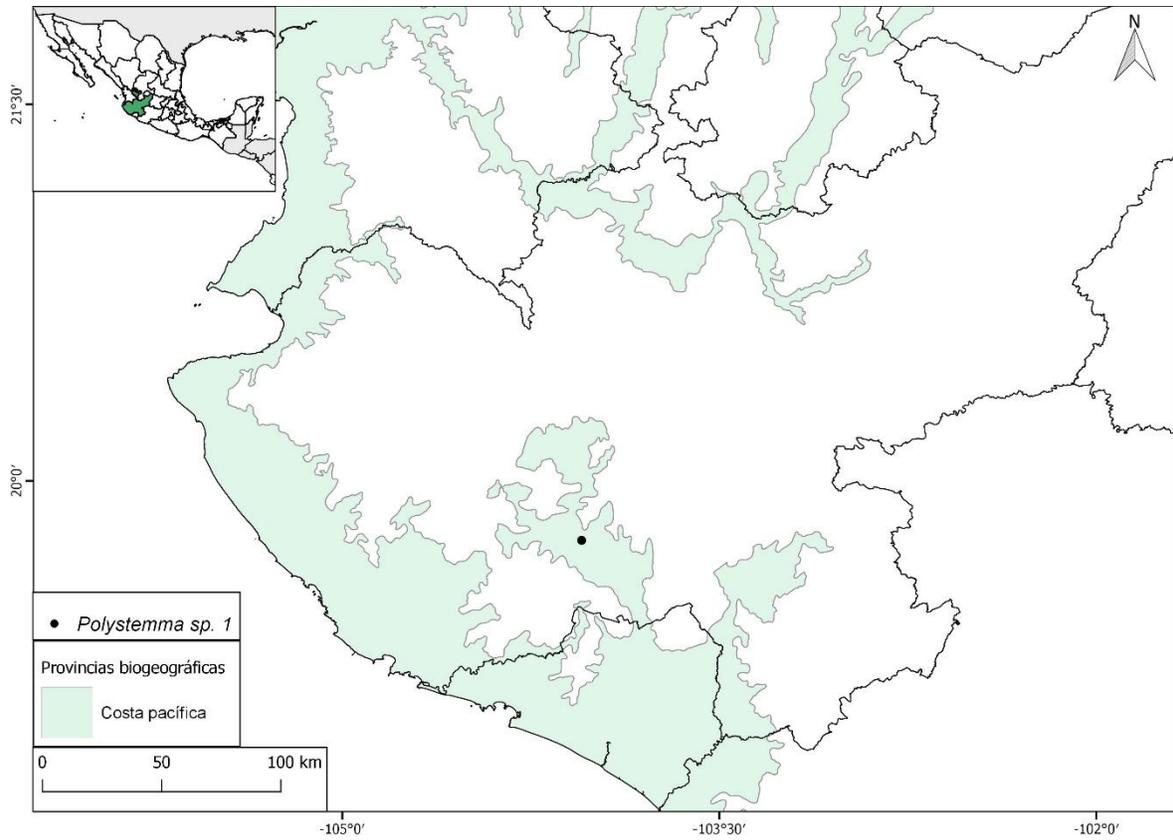


FIG. 14. Distribución geográfica de *Polystemma sp. 1*

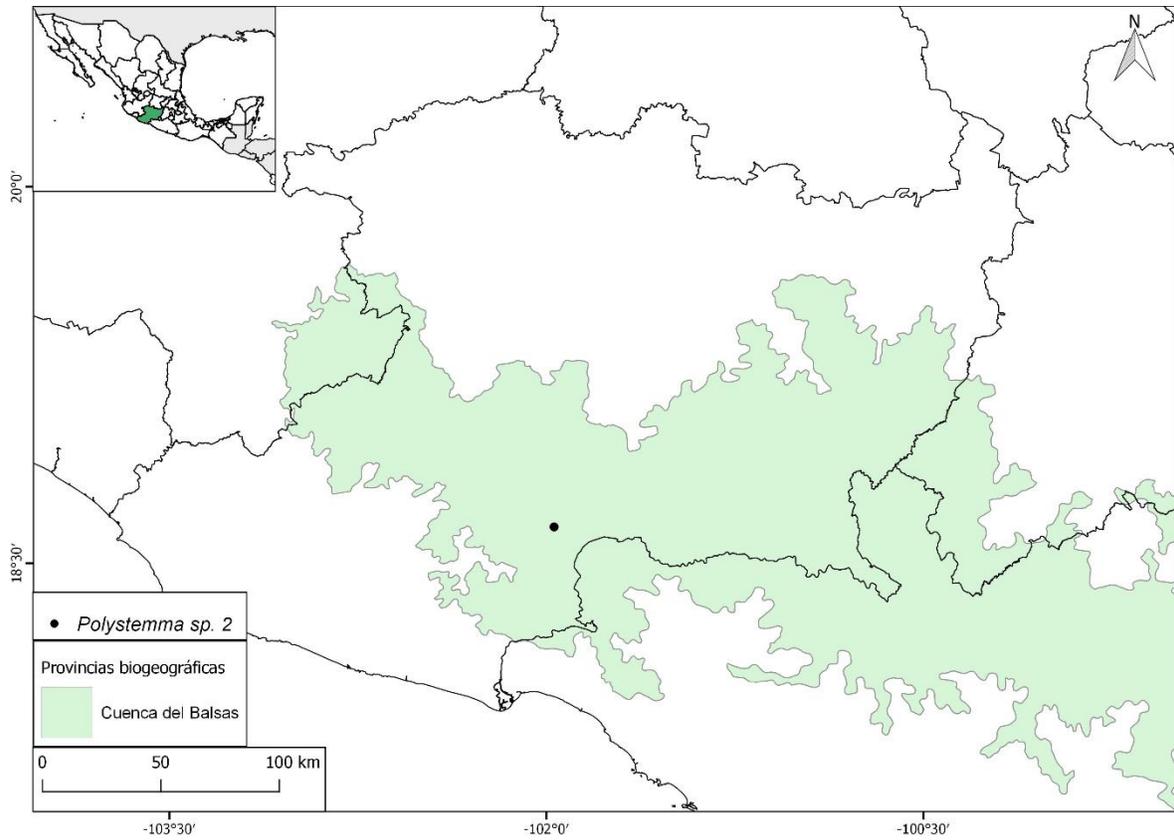


FIG. 15. Distribución geográfica de *Polystemma sp. 2*.

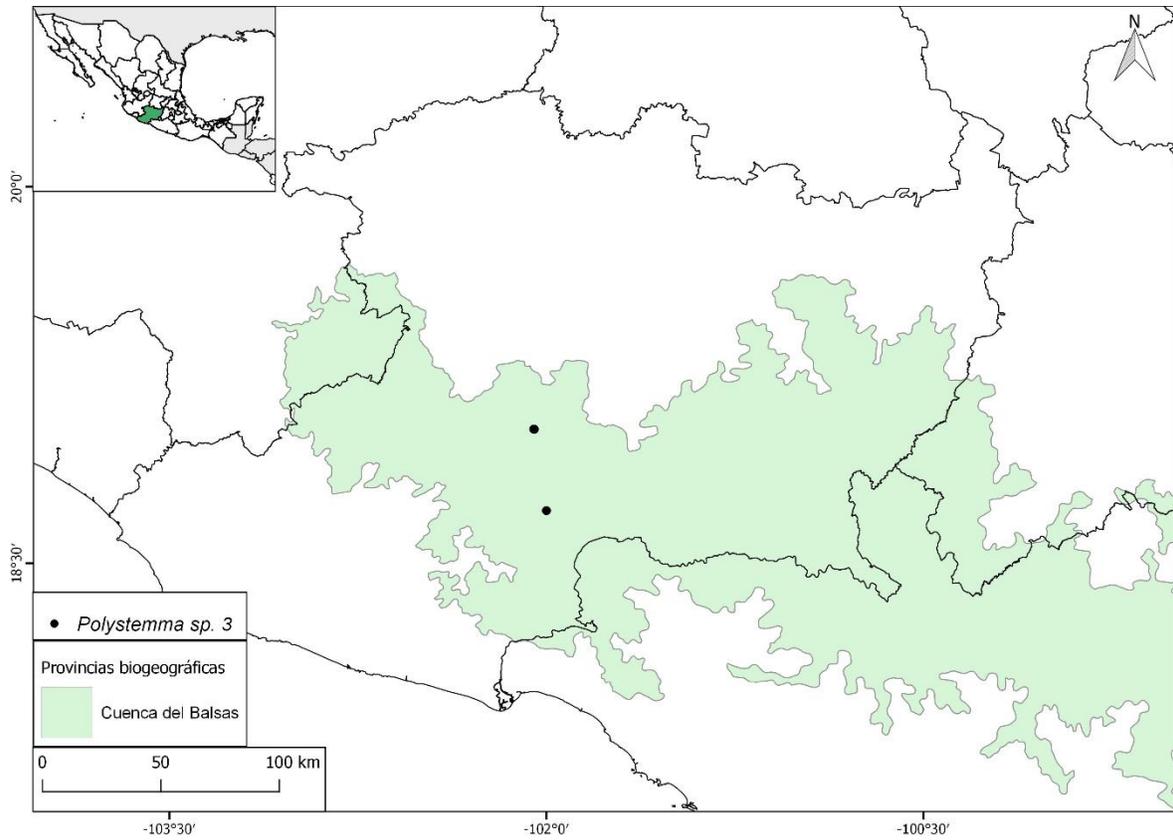


FIG. 16. Distribución geográfica de *Polystemma sp. 3*

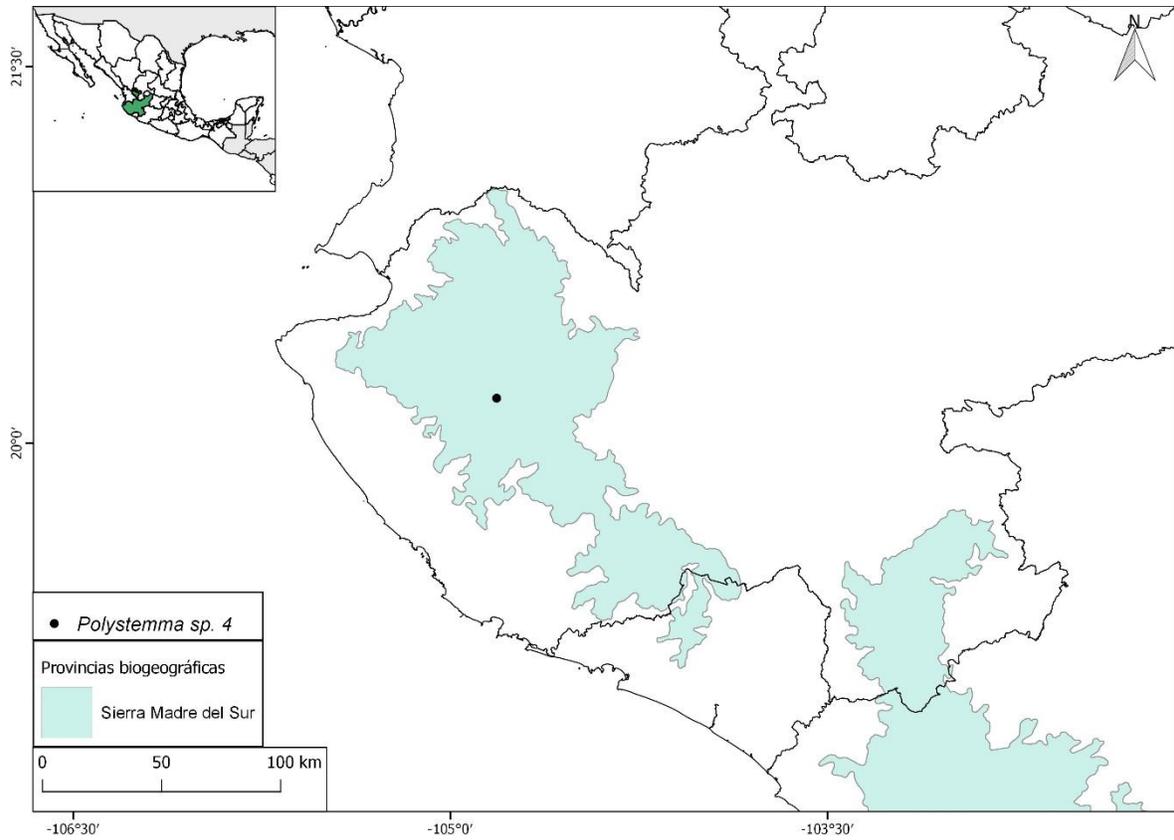


FIG. 17. Distribución geográfica de *Polystemma sp. 4*.

## Capítulo V. Conclusiones generales

Estudios filogenéticos recuperaron un clado con buen soporte (PP: 1) al que se le puede llamar *Polystemma*. En este clado se agruparon todas las especies de *Polystemma* y dos especies de *Matelea*. Es decir, *Polystemma* se recuperó como un grupo parafilético. Para reconocer un grupo monofilético es necesario describir cuatro nuevas especies y hacer dos nuevas combinaciones. Los tricomas glandulares blancos en combinación con los folículos lisos y maculados definen a *Polystemma*. La corona ginostegial es compleja y variable. El arreglo de la corona es simple o en dos o más series. Los lóbulos están fusionados en la base o desde la parte media y forman un disco carnoso y erecto. Las formas de los apéndices laterales son filiformes, falcados, deltados u oblongos. Es necesario incrementar el número de regiones de ADN de cloroplasto en estudios futuros y analizar regiones de ADN de núcleo. Esto permitirá comprender las relaciones filogenéticas entre las especies de *Polystemma*.

El estudio anatómico de las flores en *Polystemma* permitió reconocer sus estructuras secretoras y las de sus grupos hermanos. En el clado PDM se reconocieron 11 estructuras secretoras. En *Polystemma* se registraron nueve estructuras secretoras y la presencia de minerales en las corolas. Este último carácter se propone para delimitar a *Polystemma*. Los tricomas glandulares tuvieron variación en el clado PDM y es un carácter útil para definir géneros. La anatomía tiene importancia taxonómica en Gonolobinae, no obstante, es un campo poco explorado. Se recomienda continuar con los estudios anatómicos en *Polystemma* y otros géneros.

Este trabajo sienta las bases para estudios futuros de *Polystemma*. Con la descripción de nuevos taxones y la publicación de dos nuevas combinaciones la riqueza de *Polystemma* puede incrementar en un 50%. Nueve taxones analizados son endémicos de México. Esto ubicaría a *Polystemma* como el segundo género dentro de Gonolobinae con mayor número de endemismos en el país después de *Dictyanthus*. Los estudios sistemáticos deben continuar ya que son la base para el desarrollo de trabajos ecológicos, biogeográficos y filogenéticos.