



Diversidad y distribución de Marcgraviaceae en México

Diversity and distribution of Marcgraviaceae in Mexico

Sebastián Palmas-Pérez^{1,4}, Thorsten Krömer^{2✉}, Stefan Dressler³ y José A. Arévalo-Ramírez¹

¹Departamento el Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Coyoacán, 04960 México, D. F., México.

²Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, Interior de la Ex-hacienda Lucas Martín, Privada de Araucarias s/n, Col. 21 de Marzo, 91019 Xalapa, Veracruz, México.

³Abteilung Botanik und Molekulare Evolutionsforschung, Forschungsinstitut Senckenberg, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt/M, Alemania.

⁴Dirección actual: School of Forest Resources and Conservation, University of Florida, 346 Newins-Ziegler Hall, PO Box 110410, Gainesville, FL 32611-0410, USA.

✉ tkromer@uv.mx

Resumen. La familia neotropical Marcgraviaceae incluye alrededor de 140 especies de arbustos y lianas. Este estudio tiene como objetivos revisar la riqueza en México de Marcgraviaceae, modelar y analizar la distribución actual de cada especie en México. Se realizó una revisión de 221 colecciones en 15 herbarios nacionales y 9 extranjeros. El modelado de la distribución se realizó mediante Maxent, utilizando 19 variables ambientales y las coordenadas geográficas de los ejemplares revisados. Las especies encontradas fueron: *Marcgravia brownei*, *M. mexicana*, *M. nepenthoides*, *M. stonei*, *Ruyschia enervia*, *Souroubea exauriculata* y *S. loczyi* subsp. *loczyi*, además del primer registro de *M. pittieri* para México. Las especies se distribuyen en Chiapas, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Veracruz, donde habitan principalmente en bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña. Las áreas de Los Tuxtlas, la sierra Norte de Oaxaca y el oriente de Chiapas se pueden considerar de alta importancia para la conservación de la familia en México. A pesar de la alarmante tasa de destrucción de sus hábitats naturales, consideramos que ninguna de las especies por el momento necesita ser clasificada bajo alguna categoría de amenaza de la UICN, debido a su número en México y otros países neotropicales.

Palabras clave: bosque tropical, estado de conservación, Lista Roja de la UICN, Maxent, *Marcgravia*, *Ruyschia*, *Souroubea*, revisión taxonómica.

Abstract. The neotropical family Marcgraviaceae includes about 140 species of woody climbers. The objectives of this study are to review the diversity of the Marcgraviaceae in Mexico, to map and analyze the current and potential distribution of each species occurring in Mexico. Therefore, a review of 221 collections in 15 national and 9 foreign herbaria was conducted. The modeling of the potential distribution was performed with the Maxent software, using the geographic coordinates of the specimens reviewed plus 19 environmental variables. We recorded *Marcgravia brownei*, *M. mexicana*, *M. nepenthoides*, *M. stonei*, *Ruyschia enervia*, *Souroubea exauriculata* and *S. loczyi* subsp. *loczyi*. We also present the first record of *M. pittieri* for Mexico. The species are distributed in Chiapas, Oaxaca, Puebla, Tabasco, and Veracruz, where they mainly occur in tropical lowland forest and cloud forest. Los Tuxtlas region, the Sierra Norte de Oaxaca, and eastern Chiapas can be considered of high importance for the conservation of the family in Mexico. Despite the alarming rate of destruction of their natural habitats, we consider that none of these species need to be classified under any of the IUCN categories due to their number of occurrences in Mexico and other neotropical countries.

Key words: tropical forest, conservation status, IUCN Red List, Maxent, *Marcgravia*, *Ruyschia*, *Souroubea*, taxonomic review.

Introducción

La familia Marcgraviaceae incluye alrededor de 140 especies distribuidas en 7 u 8 géneros y está integrada por arbustos o lianas epífitas, hemiepífitas o terrestres,

raramente árboles pequeños. La familia se encuentra distribuida en la zona neotropical, donde tiene sus límites continentales en el sur de México y el norte de Bolivia con registros adicionales en las islas del Caribe (Dressler, 2004a, 2004b). Su centro de diversidad está ubicado en los Andes y en el noroeste de América del Sur, así como en las regiones adyacentes de Centroamérica, mientras que rela-

tivamente pocas especies se encuentren en la cuenca del Amazonas y las selvas costeras brasileñas (de Roon, 1975; Bedell, 1985; Giraldo-Cañas, 2011). Los miembros de la familia son relativamente raros y prefieren la vegetación primaria que va desde bosques húmedos tropicales de tierras bajas a los bosques húmedos montañosos y de niebla.

Los últimos tratados sobre los miembros mexicanos de la familia incluyeron 5 especies representadas en 3 géneros: *Marcgravia mexicana* Gilg, *M. stonei* Utley, *Ruyschia enervia* Lundell, *Souroubea exauriculata* Delpino y *S. loczyi* (V.A. Richt.) de Roon (Utley, 1976, 1984). Posteriormente, se reportó la presencia de *M. brownei* (Triana et Planch.) Krug et Urb. y *M. nepenthoides* Seem. por Giraldo-Cañas y Picca (1999), las cuales también mencionaron el primer registro de *M. guatemalensis* Standl. para la flora mexicana; sin embargo, basado en una identificación errónea. Las 7 especies reportadas para México se distribuyen desde la frontera con Guatemala en Chiapas, hasta los estados de Oaxaca y Veracruz. Sin embargo, debido a la falta de una amplia revisión actual, el conocimiento de su distribución y estado de conservación es aún fragmentario.

La gran necesidad para una revisión taxonómica de la familia Marcgraviaceae fue confirmado ya en el año 2004 por S. Dressler, durante su visita al Herbario Nacional de México (MEXU) y al Instituto de Ecología, A. C. en Xalapa (XAL) para el proyecto de la Flora Mesoamericana (S. Dressler, datos no publicados). Una gran cantidad de ejemplares sólo fueron determinadas a un nivel de familia o de forma incorrecta, en parte debido a que las claves disponibles no están actualizadas con los estudios recientes de taxonomía de la familia (de Roon y Dressler, 1997, 1999; Ward y Price, 2002; Lens et al., 2005a, 2005b). Los datos de recolecta de los ejemplares revisados pueden ser utilizados para la modelación de la distribución probable para cada especie. La predicción de la distribución de especies es central para diversas aplicaciones en ecología, evolución y conservación (Austin, 2002; Guisan y Thuiller, 2005; Elith et al., 2006).

Este estudio tiene como objetivos principales proporcionar herramientas para la identificación de los ejemplares de las especies de Marcgraviaceae en México, cuantificar su riqueza y distribución actual, así como realizar la modelación de la distribución probable y evaluar el estado de conservación de cada uno de sus representantes.

Materiales y métodos

Durante los meses de marzo a septiembre del 2010 se realizó una revisión de los ejemplares de la familia Marcgraviaceae conservados en colecciones de los herbarios nacionales: CH, CHIP, CORU, ENCB, FCME, GUADA, HEM, IBUG, IEB, MEXU, OAX, TUX, UAMIZ, UJAT

y XAL. En todos los herbarios visitados se tomaron fotos de todos los ejemplares. Además, se revisaron fotografías de algunos herbarios extranjeros: EAP, F, L, MICH, MO, NY, TEFH, UCR y US. Los ejemplares fueron determinados con base en la clave elaborada por S. Dressler (datos no publicados) para el manuscrito del tratamiento de esta familia para el proyecto de la Flora Mesoamericana. En una base de datos creada en una hoja de cálculo Microsoft Excel v.12.3, se capturó la información de la etiqueta de cada ejemplar: nombre del recolector, número de recolecta, especie, determinación, año de determinación, herbario, fecha de recolecta, estado, municipio, localidad, latitud, longitud, altitud, vegetación asociada y árbol hospedero, así como la presencia de flores y/o frutos. Para el tipo de vegetación asociada se tomó como referencia la clasificación propuesta para la República Mexicana por Rzedowski (1978).

El modelado de la distribución potencial de las especies de Marcgraviaceae se realizó mediante el programa Maxent v.3.3 (Phillips et al., 2006). Los puntos de localización usados para este análisis fueron tomados de las etiquetas de cada uno de los ejemplares de herbarios revisados. En los ejemplares donde no se mencionaban las coordenadas geográficas, se aproximaron éstas con ayuda de la localización descrita en el ejemplar ubicando en mapas cartográficos de uso de suelo y vegetación a escala 1:250 000 de INEGI Serie II (INEGI, 1993) y con el software Google Earth Ver. 6 (Google Inc., 2011) para encontrar atributos no descritos en los mapas de INEGI.

Se utilizó una replicación de tipo validación cruzada con 500 iteraciones y un límite de convergencia de 0.00001. Los parámetros utilizados para generar los modelos fueron los incluidos por defecto dentro de Maxent. Los mapas se representaron en escala logística. Las variables ambientales utilizadas para la modelación en Maxent fueron: altitud (alt), temperatura media anual (bio1), media del promedio mensual de temperatura máxima y mínima (bio2), isoterma (bio3), estacionalidad de la temperatura (bio4), temperatura máxima del mes más cálido (bio5), temperatura mínima del mes más frío (bio6), intervalo de temperatura anual (bio7), temperatura media del mes con mayor precipitación (bio8), temperatura media del mes más seco (bio9), temperatura media del cuarto más cálido (bio10), temperatura media del cuarto más frío (bio11), precipitación anual (bio12), precipitación del mes más húmedo (bio13), precipitación del mes más seco (bio14), estacionalidad de la precipitación (bio15), precipitación del cuarto más húmedo (bio16), precipitación del cuarto más seco (bio17), precipitación del cuarto más cálido (bio18) y precipitación del cuarto más frío (bio19). Los archivos de éstas variables se obtuvieron de la base de datos Worldclim (worldclim.org/current, revisado el 2/feb/2011). Para cortar los mapas e incluir sólo las coor-

denadas de México y guardar los archivos en formato ASCII raster se utilizó el software ArcGIS Ver. 9.3.1. (Esri Inc., 2009). La presentación de los mapas (modificación de colores, corte, colocación de escala, norte geográfico y sobreposición de límites estatales) se realizó con el software libre DIVA-GIS ver 7.1.6.2 (<http://www.diva-gis.org>; última consulta: 2.II.2011).

Para la evaluación de los modelos se utilizó un análisis de la curva de Receiver Operating Characteristic Curve (ROC) parcial (Peterson et al., 2008). Cuando el valor parcial de la razón de AUC (Área Bajo la Curva, por sus siglas en inglés) se aleja de 1, el modelo mejora con respecto a un modelo aleatorio. El cálculo de las ROC parciales por especie se realizó mediante el software Partial ROC (Narayani, 2008). Se utilizó un remuestreo del 50% del total de los puntos de prueba con 200 iteraciones. Se calculó la probabilidad de que el promedio de la razón de AUC sea mayor a 1 (Peterson et al., 2008). El análisis estadístico se realizó mediante el software JMP 8 (SAS Institute Inc., 2009). El software Maxent mostró a las variables ambientales utilizadas que tienen un mayor valor explicativo para

el modelo (análisis Jackknife). Las variables ambientales se ordenaron por porcentaje de contribución a cada modelo. Además, para cada modelo se evidencian las variables que aportan mayor información ya que el algoritmo, del software Maxent, discrimina las variables por significancia estadística.

Para cada especie se evaluó el estado global de conservación utilizando las categorías y criterios de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, 2011a, versión 9.0). Las aplicaciones de estos criterios se basaron principalmente en nuestra amplia base de datos, incluyendo datos de recolectas de aproximadamente 8 900 ejemplares de herbarios de México y otros países neotropicales (S. Dressler, datos personales), junto con información sobre el uso del suelo y propias observaciones de campo. A pesar de que probablemente se tiene la base de datos disponible más completa para evaluar el estado de conservación de las Marcgraviaceae de México con base en su distribución geográfica, se carece de un estudio detallado a nivel de población para todas estas especies.

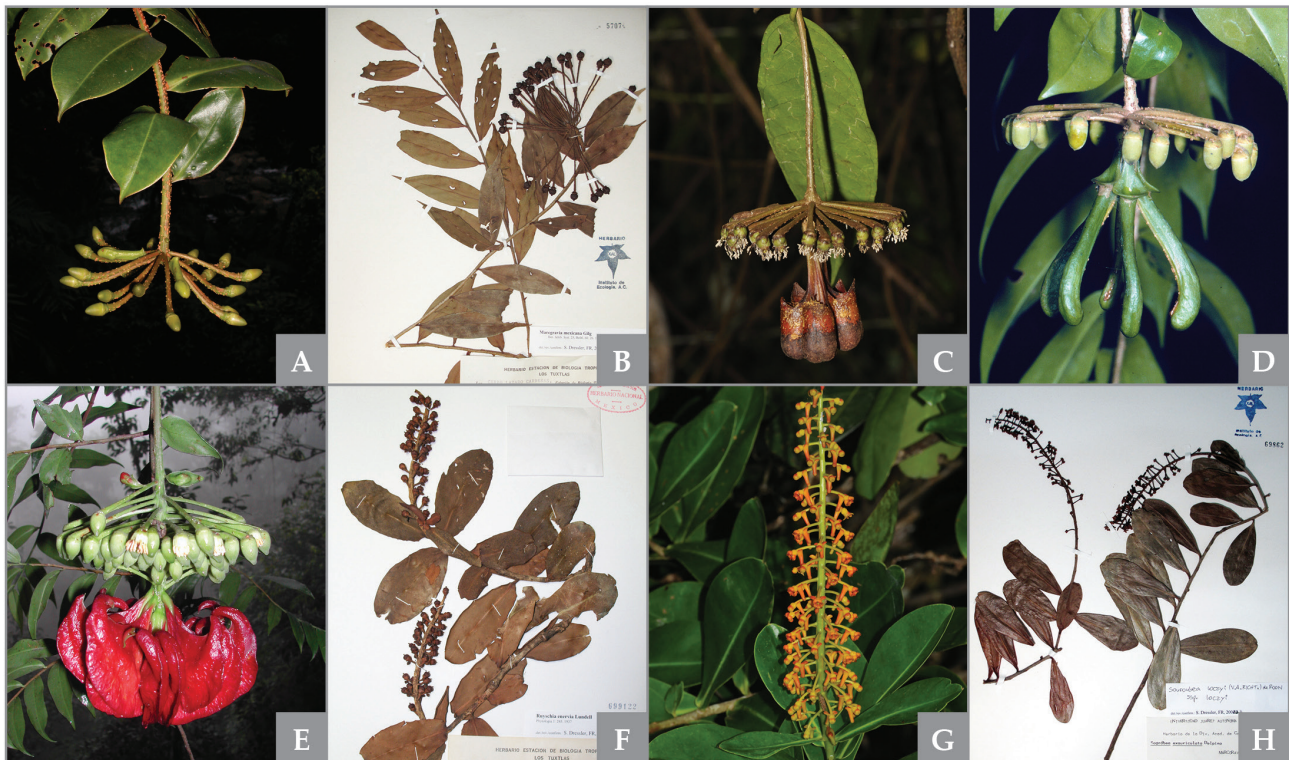


Figura 1. A, inflorescencia de *Marcgravia brownei*. B, ejemplar de herbario de *M. mexicana* (S. Sinaca C. 453: XAL). C, inflorescencia con nectarinos de *M. nepenthoides*. D, inflorescencia de *M. pittieri*. E, inflorescencia con nectarinos de *M. stonei*. F, ejemplar de herbario de *Ruyschia enervia* (S. Sinaca C. 922: MEXU). G, inflorescencia de *Souroubea exauriculata*. H, ejemplar de herbario de *S. loczyi* subsp. *loczyi* (A. Sol S. 847: XAL). Fotos A, D, G de M. Tschapka; B, F de T. Krömer; C de H. D. Jimeno Sevilla, E de K. Mehltreter y H de S. Palmas Pérez.

Resultados

Se revisaron un total de 221 colecciones (474 ejemplares con duplicados) depositados en 15 herbarios nacionales y 9 extranjeros. Se encontraron 8 especies distribuidas en 3 géneros de la familia Marcegraviaceae presentes en México. Las especies registradas fueron: *Marcgravia brownei*, *M. mexicana*, *M. nepenthoides*, *M. stonei*, *Ruyschia enervia*, *Souroubea exauriculata* y *S. loczyi* subsp. *loczyi*, además se encontró el primer registro de *M. pittieri* Gilg para el territorio mexicano (Fig. 1). Se modificó la determinación del 42% de los ejemplares revisados y además se consiguieron 339 fotografías digitales de los ejemplares revisados en los 15 herbarios nacionales.

Las especies tuvieron una distribución ligada principalmente a los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz. Sin embargo, se encontró que la familia está presente también en Tabasco y hasta el norte de Puebla (Cuadro 1). Los

municipios con más colecciones fueron Catemaco (29) y San Andrés Tuxtla (25) en Veracruz, seguidos por Ocosingo (24) y La Trinitaria (15) en Chiapas.

La familia se presenta desde el nivel del mar hasta los 2 540 m de altura y habita en los ecosistemas tropicales de México, donde se encuentra principalmente en bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña (Cuadro 2). Además, se han encontrado ejemplares en bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios y bosques secundarios.

El análisis estadístico reveló que los modelos de la distribución de cada especie tuvieron valores de la razón de AUC mayores a 1 ($p < 0.0001$, para todas las especies). Incluso, no se presentaron razones de AUC menores a 1. Los mayores porcentajes de contribución a los modelos provinieron de las variables: precipitación del mes más húmedo, precipitación del cuarto más frío, isothermalidad, intervalo de temperatura anual y altitud (Cuadro 3).

Clave para la identificación de los géneros de Marcegraviaceae para México

- 1. Inflorescencia umbelada o subumbelada. Hojas dísticas.....*Marcgravia*
- 1. Inflorescencia espigada o racemosa. Hojas en espiral.
- 2. Nectarios gibosos o en forma de hoja, sólidos o casi sólidos. Base foliar obtusa..... *Ruyschia*
- 2. Nectarios tubulares. Base foliar aguda o cuneada.....*Souroubea*

Clave para la identificación de las especies de género *Marcgravia* en México

- 1. Eje de la inflorescencia contraída globoidalmente; hojas membranosas a casi cartáceas cuando secas, a menudo muy grandes. Nectarios en forma de cucharón, color rojo oscuro.....*M. nepenthoides*
- 1. Eje de la inflorescencia cónica a elongada, nunca globoidal; hojas cartáceas a coriáceas cuando secas. Nectarios tubulares o aplanados.
- 2. Flores perpendiculares u oblicuas sobre los pedicelos.
- 3. Raquis mayor a 5 cm de largo. Más de 8 nectarios, aplanados, triangulares, anaranjados a rojos.....*M. stonei*
- 3. Raquis menor a 2 cm de largo, intersticio corto sin pedicelos o cicatrices de pedicelos entre los apéndices de flores y nectarios. Nectarios 4-6, tubulares, verde (pardusco).....*M. pittieri*
- 2. Flores erectas sobre los pedicelos. Nectarios tubulares.
- 4. Glándulas laminares poriformes 1-3, en la parte basal de la mitad de cada hoja; inflorescencias orientadas hacia los lados o hacia arriba. Nectarios 2-4, menores a 3 cm de largo; sépalos menores a 2.5 mm de largo, con algunas glándulas marginales.....*M. mexicana*
- 4. Glándulas laminares en una fila oblicua en la parte basal de la parte inferior de la lámina; nectarios 4-7; inflorescencias colgando hacia abajo, pero con los pedicelos florales arqueando hacia arriba. Sépalos mayores de 3 mm de largo, sin glándulas marginales.....*M. brownei*

Clave para la identificación de las especies del género *Souroubea* en México

- 1. Yema floral afilándose hacia el ápice; estambres 3(-4). Presente en tierras bajas (0-600 m).....*S. loczyi* subsp. *loczyi*
- 1. Yema floral redondeada en el ápice; estambres 5. Presente en tierras altas (400-2 500 m).....*S. exauriculata*

Distribución y estado de conservación de las especies mexicanas de Marcegraviaceae.

Marcgravia brownei (Triana et Planch.) Krug et Urb., Symb. Antill. 1: 367 (1899). Fig. 1A. Distribución: CHIS: La Trinitaria (*E. Cabrera* 2943: MEXU x 2, XAL), Petal-

cingo (*D. E. Breedlove* 50461: MEXU), Pueblo Nuevo Solistahuacán (*F. Miranda* 9184: MEXU), Rayón (*D. E. Breedlove* 49328: MEXU), Tila (*A. Shilom* T. 7346: IEB, MEXU x 3, XAL). Colecciones examinadas: 13 (9 con coordenadas geográficas). Altitud: 800-1 700 m. Vegeta-

ción asociada: bosque mesófilo de montaña y bosque tropical perennifolio. Algunos ejemplares encontrados en el borde de bosque de *Quercus*. Distribución potencial: la especie se distribuye principalmente en el estado de Chiapas desde el Parque Nacional Lagos de Montebello en la frontera con Guatemala, continuando por la región oriental hasta la parte norte del estado, en la frontera con Tabasco (Fig. 2), ya que las 9 coordenadas geográficas utilizadas para la modelación de la distribución provinieron del estado de Chiapas. Se puede considerar a *M. browni* como una especie que habita principal-

Cuadro 1. Número de especies y colecciones de Marcgraviaceae, así como número de municipios con presencia de especies por estados de México

Estado	Especies	Colecciones	Municipios
Chiapas	7	81	25
Oaxaca	6	22	11
Puebla	2	8	2
Tabasco	1	10	5
Veracruz	6	100	25
Total	8	221	68

mente en bosques mesófilos de altitudes medianas. Estado de conservación: preocupación menor (LC). Aunque sólo fue encontrado en cerca de 8 localidades en México (todas en Chiapas), esta especie se encuentra ampliamente distribuida por Centroamérica (> 187 colecciones), Jamaica y en los Andes, hasta Perú y posiblemente Bolivia. La distribución limitada dentro de México se explica por ser el límite del área de distribución.

Marcgravia mexicana Gilg, Bot. Jahrb. Syst. 25 (Beibl. 60): 26 (1898). Fig. 1B. Distribución: CHIS: Ocosingo (*A. Durán F. 377*: MEXU). OAX: Matías Romero (*T. Wendt 3620*: ENCB, MEXU), Santa María Chimalapa (*J. Rivera H. 1129*: MEXU, OAX), San Felipe Usila (*P.*

Osorio 132: MEXU), Santiago Choapan (*G. Ibarra M. 4048*: MEXU), Santiago Comaltepec (*R. Torres C. 11568*: IEB, MEXU). PUE: Cuetzalan del Progreso (*F. Basurto 455*: MEXU), Hueytamalco (*F. Ventura A. 20223*: ENCB, IBUG x 2, MEXU). VER: Catemaco (*S. Sinaca C. 172*: ENCB, MEXU, TUX x 2, UAMIZ, XAL), Comapa (*M. E. Medina A. 846*: ENCB x 2, IEB, MEXU, XAL), Hidalgotitlán (*B. Vázquez 532*: MEXU, UCR), Mecayapan (*F. Ramírez R. 837*: XAL), Misantla (*F. Ventura A. 3253*: ENCB), Puente Nacional (*M. E. Medina A. 372*: XAL), San Andrés Tuxtla (*S. Sinaca C. 453*: ENCB, MEXU, TUX x 2, XAL), Soteapan (*M. Cházaro B. 5571*: ENCB, IBUG x 2, IEB, MEXU, XAL), Tenampa (*R. Ortega O. 2297*: IBUG, IEB, XAL), Yecuatla (*G. Gutiérrez B. 3937*: IEB, MEXU, XAL). Colecciones examinadas: 46 (38 con coordenadas geográficas). Altitud: 0-1 250 m. Vegetación asociada: bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña. Distribución potencial: el área de mayor posibilidad de presencia es la región de Los Tuxtlas (Fig. 3), así como la sierra norte de Oaxaca, a lo largo de la frontera con Veracruz. En la zona de Cuetzalan y Hueytamalco, al norte de Puebla, se encuentra otra región de alta posibilidad de presencia. La distribución parece estar relacionada principalmente con la sierra Madre Oriental. Se puede considerar a *M. mexicana* como una especie habitante principalmente de selvas y bosques de tierras bajas y medianas. Estado de

Cuadro 2. Número de colecciones (con coordenadas), número de localidades, intervalo altitudinal y hábitat de las especies de Marcgraviaceae encontradas en México. 1, *Marcgravia browni*; 2, *M. mexicana*; 3, *M. nepenthoides*; 4, *M. pittieri*; 5, *M. stoneri*; 6, *Ruyschia enervia*; 7, *Souroubea exauriculata*; 8, *S. loczyi* subsp. *loczyi*. BMM: bosque mesófilo de montaña, BTP: bosque tropical perennifolio, BTC: bosque tropical caducifolio, BTS: bosque tropical subcaducifolio, BSC: bosque secundario

		1	2	3	4	5	6	7	8
No. de colecciones (con coordenadas)		12(9)	46(38)	7(6)	1(1)	16(13)	21(15)	42(30)	76(49)
No. de localidades		8	30	7	1	12	19	39	64
Intervalo altitudinal (m)		800-1 700	0-1 250	0-350	200	1 300-2 100	500-1 200	150-2 540	0-920
Habitat	BMM	x	x			x	x	x	x
	BTP	x	x	x	x	x	x	x	x
	BTC		x						
	BTS		x						x
	BSC		x				x	x	x

Cuadro3. Resultados estadísticos de la modelación por Maxent para las especies de Marcgraviaceae encontradas en México. Puntos geográficos utilizados para la modelación. Puntos de prueba utilizados para el cálculo de las ROC parciales. Promedio de los resultados de la razón AUC. Cada especie tuvo 200 repeticiones del cálculo. 1, *Marcgravia brownei*; 2, *M. mexicana*; 3, *M. nepenthoides*; 4, *M. stonei*; 5, *Ruyschia enervia*; 6, *Souroubea exauriculata*; 7, *S. loczyi* subsp. *loczyi*

		1	2	3	4	5	6	7
Puntos geográficos		9	38	6	13	15	30	49
Puntos de prueba		281	226	252	346	272	372	333
Promedio razón AUC		1.126	1.183	1.0955	1.086	1.188	1.219	1.201
% de Contribución	alt	16.4	7.1	4.7	0	0.3	5.6	0.1
	bio1	0	0.6	0	0	7.6	0	1
	bio2	2.7	0.1	0	0	2.3	0.2	0.7
	bio3	14.6	13.5	0.1	0	3.9	4.5	0
	bio4	0.1	0	0	0	0	0.1	0
	bio5	3.9	0	0	0	1.8	0	0.1
	bio6	0	0.2	0	1	1.3	1	0
	bio7	0	25.3	4.8	0.1	48.6	51.2	38.5
	bio8	0	0.9	5	2.8	3	0.2	0.2
	bio9	0	0.2	3.1	7.2	2	0.2	4.6
	bio10	0	0.3	4.6	0	8.1	5.1	0
	bio11	0	0	0	0	0.2	0.2	4.3
	bio12	0	0	0	0	0	0	0
	bio13	39	23.1	38.8	66.6	0.5	21.1	27.9
	bio14	0	8.6	0	0.9	3.1	3.3	2.9
	bio15	0.2	2.7	0.1	0.8	2.7	0.7	3.8
	bio16	0	0	0	0	0	0.2	0
	bio17	0	0.2	0	0.7	0	4.2	0.4
	bio18	0.9	2.3	0	0.8	0.8	0.2	1.5
	bio19	22.2	14.9	38.8	19.2	13.7	1.9	14

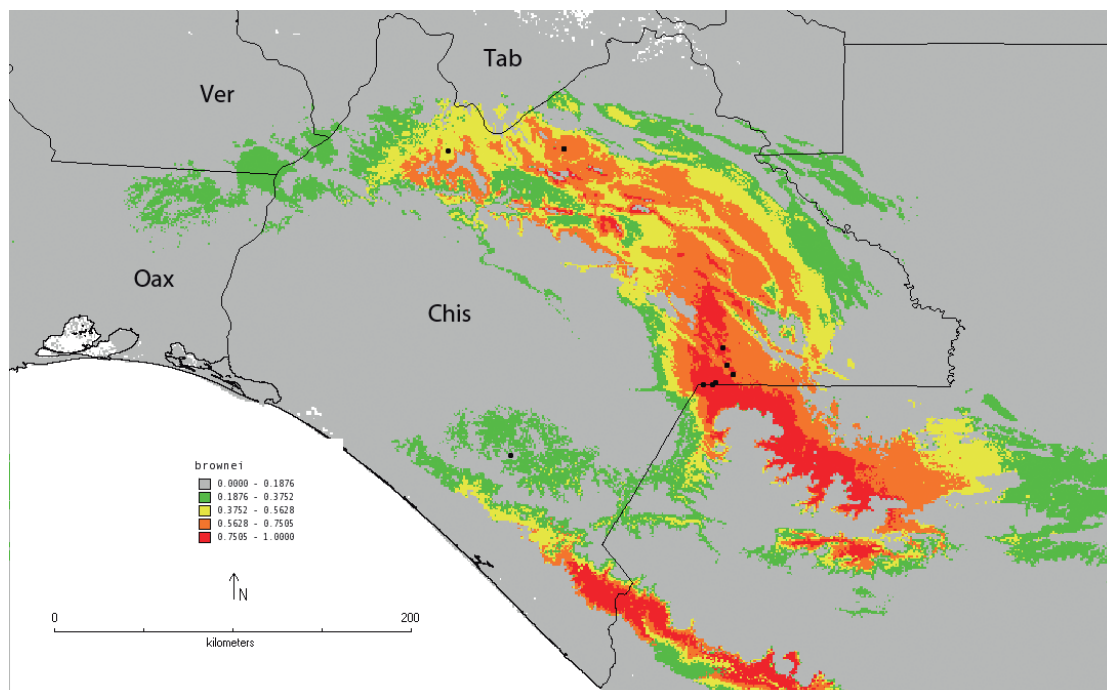


Figura 2. Mapa de distribución actual y potencial para *Marcgravia brownei*.

conservación: preocupación menor (LC). Ha sido registrada en cerca de 30 localidades sólo en México, esta especie es común en toda su área de distribución (ca. 121 colecciones desde México hasta Costa Rica).

Marcgravia nepenthoides Seem., J. Bot. 8: 245 (1870). Fig. 1C. Distribución: CHIS: Ocosingo (*E. Martínez S. 6964*: ENCB, MEXU, MO, NY). OAX: Matías Romero (*T. Wendt 3069*: ENCB, MEXU, XAL), Santa María Chimalapa (*C. H. Perino 3196*: ENCB, MEXU, NY). VER: Las Choapas (*M. Nee 29876*: XAL). Colecciones examinadas: 7 (6 con coordenadas geográficas). Altitud: 0-350 m. Vegetación asociada: bosque tropical perennifolio. Distribución potencial: se pueden observar áreas de alta posibilidad en el oriente de Chiapas, desde los Lagos de Montebello, hacia la frontera norte con Tabasco y al oeste del estado en la frontera con Veracruz y Oaxaca (región del Uxpanapa) (Fig. 4). La sierra norte de Oaxaca, la región de Los Tuxtlas e incluso la zona norte de Puebla, -donde todavía no ha sido recolectada-, también presentan una alta probabilidad de presencia. *M. nepenthoides* es una especie distribuida principalmente en selvas de bajas altitudes. Estado de conservación: preocupación menor (LC). Aunque sólo se hayan encontrado en cerca de 7 localidades en México, esta especie se encuentra ampliamente distribuida desde Centroamérica hasta el norte de Colombia (ca. 100 colecciones).

Marcgravia pittieri Gilg, Bot. Jahrb. Syst. 42: 124 (1908). Fig. 1D. Distribución: OAX: Santa María Chimalapa (*S. Salas M. 975*: OAX, SERO). Colecciones examinadas: 1 (primer registro para México). Altitud: 200 m. Vegetación asociada: bosque tropical perennifolio. Debido a que existe sólo 1 ejemplar de esta especie para México, no fue posible la modelación de su distribución potencial. Sin embargo, el registro en Oaxaca sugiere también su presencia en el bosque tropical perennifolio de Chiapas. Estado de conservación: preocupación menor (LC). Aunque *M. pittieri* sólo se haya encontrado en una localidad en México, esta especie se encuentra distribuida al sur, hasta Panamá y es conocida en cerca de 40 colecciones.

Marcgravia stonei Utley, Brenesia 9: 52 (1976). Fig. 1E. Distribución: CHIS: Ángel Albino Corzo (*A. Méndez T. 9698*: CHIP), La Trinitaria (*A. Méndez T. 8890*: CHIP, MEXU), Pueblo Nuevo Solistahuacán (*D. Stone 2827*: MEXU, MICH, MO, US). OAX: Santiago Comaltepec (*Á. Campos V. 900*: MEXU), Ixtlán de Juárez (*A. García M. 3040*: FCME, MEXU), San Felipe Usila (*J. Meave C. 1610*: IEB, XAL), San Juan Bautista Valle Nacional (*F. Miranda 1116*: MEXU), San Pedro Yolox (*M. Sousa 4402*: MEXU), Totontepec Villa de Morelos (*D. H. Lorence 4357*: MEXU). VER: Coatepec (*G. Castillo C. 21475*: IEB, XAL), Xico (*M. Cházaro B. 1253*: F,

IEB, MEXU, XAL). Colecciones examinadas: 15 (13 con coordenadas geográficas). Altitud: 1 300-2 100 m. Vegetación asociada: bosque mesófilo de montaña. Distribución probable: se encuentra en la sierra norte de Oaxaca, continuando por la sierra Madre Oriental en la región central de Veracruz hasta los municipios de Cuetzalan y Hueytamalco en el norte de Puebla (Fig. 5), donde aún no ha sido recolectada. Tres colecciones provinieron del norte de Chiapas, otra zona con alta posibilidad de presencia de esta especie. Además, es probable encontrar la especie en la región de Los Tuxtlas. *M. stonei* es una especie que habita principalmente en bosques mesófilos de altitudes medianas y altas. Estado de conservación: casi amenazada (NT). Conocida en 12 localidades (11 en México, 1 en Honduras). Su área de distribución comprende solamente el sur de México y Honduras; sin embargo, nuestra modelación indica una distribución posible en Guatemala. Dada su distribución geográfica restringida y la amenaza potencial de su hábitat, es urgente considerar estrategias de conservación en México, debido a que ninguna de las localidades conocidas está incluida en el sistema de áreas naturales protegidas.

Ruyschia enervia Lundell, Phytologia 1: 245 (1937). Fig. 1F. Distribución: CHIS: Berriozábal (*E. Martínez S. 24242*: MEXU), Ocosingo (*G. Davidse 20415*: MEXU, MO), Ocozacoautla de Espinosa (*F. Miranda 6326*: MEXU), Solosuchiapa (*D. E. Breedlove 53025*: ENCB, MEXU, MO), Tenejapa (*A. Méndez T. 4271*: ENCB, MEXU x 2), Tumbalá (*J. I. Calzada 3360*: MEXU, XAL), Yajalón (*A. Méndez T. 4662*: ENCB, MEXU, XAL). VER: Catemaco (*R. Cedillo 3304*: MEXU, TUX, XAL), Jesús Carranza (*T. Wendt 4894*: ENCB, L, MEXU, OAX, XAL), San Andrés Tuxtla (*S. Sinaca C. 922*: ENCB, MEXU, MO [n.v., fide Tropicos], TUX, XAL). Colecciones examinadas: 21 (15 con coordenadas geográficas). Altitud: 100-1 200 m. Vegetación asociada: bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio. Distribución potencial: la predicción de su distribución es muy parecida a la de *M. stonei*; desde el oriente de Chiapas, hacia el norte del estado, en la frontera con Tabasco (Fig. 6). Pasa por la región del Uxpanapa en la frontera de los estados de Oaxaca y Veracruz y sigue por la sierra Madre Oriental probablemente hasta el norte de Puebla. Otra zona con alta probabilidad de presencia es la región de Los Tuxtlas. Se encontraron ejemplares de *Ruyschia enervia* principalmente en las selvas de tierras bajas. Estado de conservación: casi amenazada (NT). Conocida en cerca de 19 localidades en México. También se presenta más al sur hasta Costa Rica; sin embargo, sólo existen 5 colecciones conocidas fuera de México. Dada la amenaza potencial de su hábitat, México tiene una alta responsabilidad para su conservación en áreas naturales protegidas como la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas.

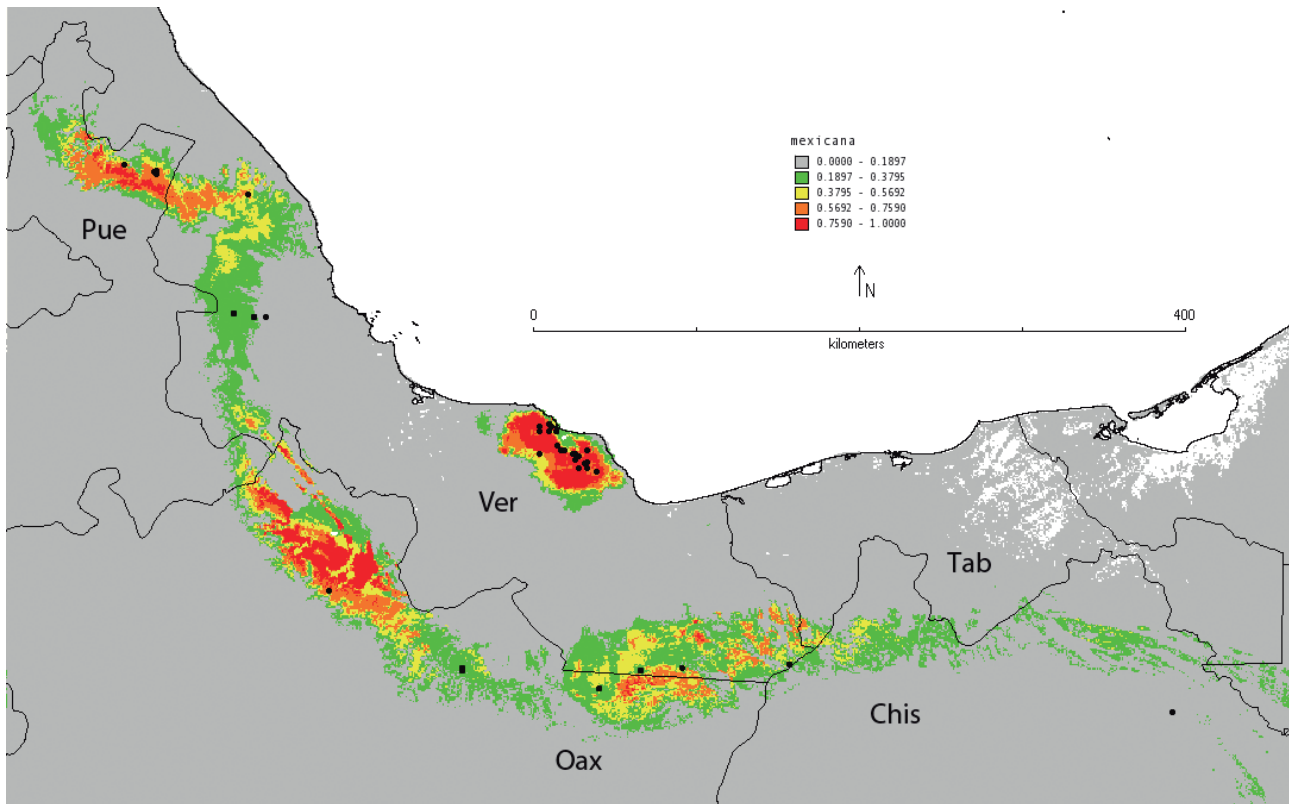


Figura 3. Mapa de distribución actual y potencial para *Marcgravia mexicana*.

Souroubea exauriculata Delpino, Atti Soc. Ital. Sci. Nat. 12: 180, 200 (1869). Fig. 1G. Distribución: CHIS: Acacoyagua (*E. Matuda 17964*: IEB, MEXU, MO), Escuintla (*E. Matuda 4146*: MEXU), Motozintla (*E. Matuda 15411*: MEXU), Ocosingo (*G. Domínguez 475*: CH, MEXU, XAL), Ocozacoautla de Espinosa (*H. Hernández 2866*: CH), Oxchuc (*A. Méndez G. 8397*: MEXU), Pijjiapan (*H. Gómez 1004*: HEM), Tenejapa (*E. Martínez S. 25205*: MEXU), Tila (*J. I. Calzada 3339*: IBUG, IEB, MEXU, XAL), La Trinitaria (*D. E. Bredlove 41945*: ENCB, MEXU, MO). OAX: San Jerónimo Coatlán (*Á. Campos V. 1912*: MEXU), San Miguel del Puerto (*J. Pascual 1464*: MEXU). PUE: Hueytamalco (*B. Gómez 217*: MEXU). VER: Actopan (*J. J. Fay 779*: EAP, MEXU, XAL), Catemaco (*A. H. Gentrysn*: EAP, TEFH), San Andrés Tuxtla (*J. I. Calzada 7785*: ENCB, MEXU, XAL), Tlapacoyan (*L. Nevling 1104*: MEXU), Totutla (*F. Ventura A. 9007*: IBUG, UAMIZ), Vega de Alatorre (*G. Castillo C. 2079*: ENCB, IBUG x 2, IEB, MEXU, XAL), Yecuatla (*C. Gutiérrez B. 3252*: MEXU, XAL). Colecciones examinadas: 43 (30 con coordenadas geográficas). Altitud: 150-2 540 m. Vegetación asociada: bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña. Distribución potencial: la distribución probable es

parecida a la de *M. stonei*, abarcando una gran parte de Chiapas, la región del Uxpanapa, continuando por la sierra norte de Oaxaca y la sierra Madre Oriental en la región central de Veracruz hasta el norte de Puebla (Fig. 7). Sin embargo, la especie puede estar distribuida hasta el norte del estado de Veracruz, casi en la frontera con Tamaulipas. Además, debido a 2 colecciones localizadas en el sur de Oaxaca, se presentaron áreas posibles de presencia a lo largo de la costa del Pacífico por Chiapas, Oaxaca y con baja posibilidad hasta Guerrero. *S. exauriculata* tiene una distribución muy amplia desde selvas de tierras bajas hasta bosques mesófilos de altitudes altas. Estado de conservación: preocupación menor (LC). Conocida en cerca de 39 localidades sólo en México. Esta especie se presenta regularmente en toda su área de distribución (ca. 83 colecciones desde México hasta Nicaragua).

Souroubea loczyi subsp. *loczyi* (V.A. Richt.) de Roon, Acta Bot. Neerl. 15: 587 (1967). Fig. 1H. Distribución: CHIS: Escuintla (*E. Matuda sn*: EAP [n.v.]), Motozintla (*E. Matuda sn*: EAP [n.v.]), Ocosingo (*E. Martínez S. 7136*: MEXU, XAL), Palenque (*E. Matuda 3679*: MEXU), San Fernando (*Casanova 22*: HEM [n.v.]). OAX: San Miguel Chimalapa (*S. Maya J. 3970*: MEXU). TAB: Cárdenas (*M. A. Magaña 209*: FCME, IBUG, MEXU, XAL), Huiman-

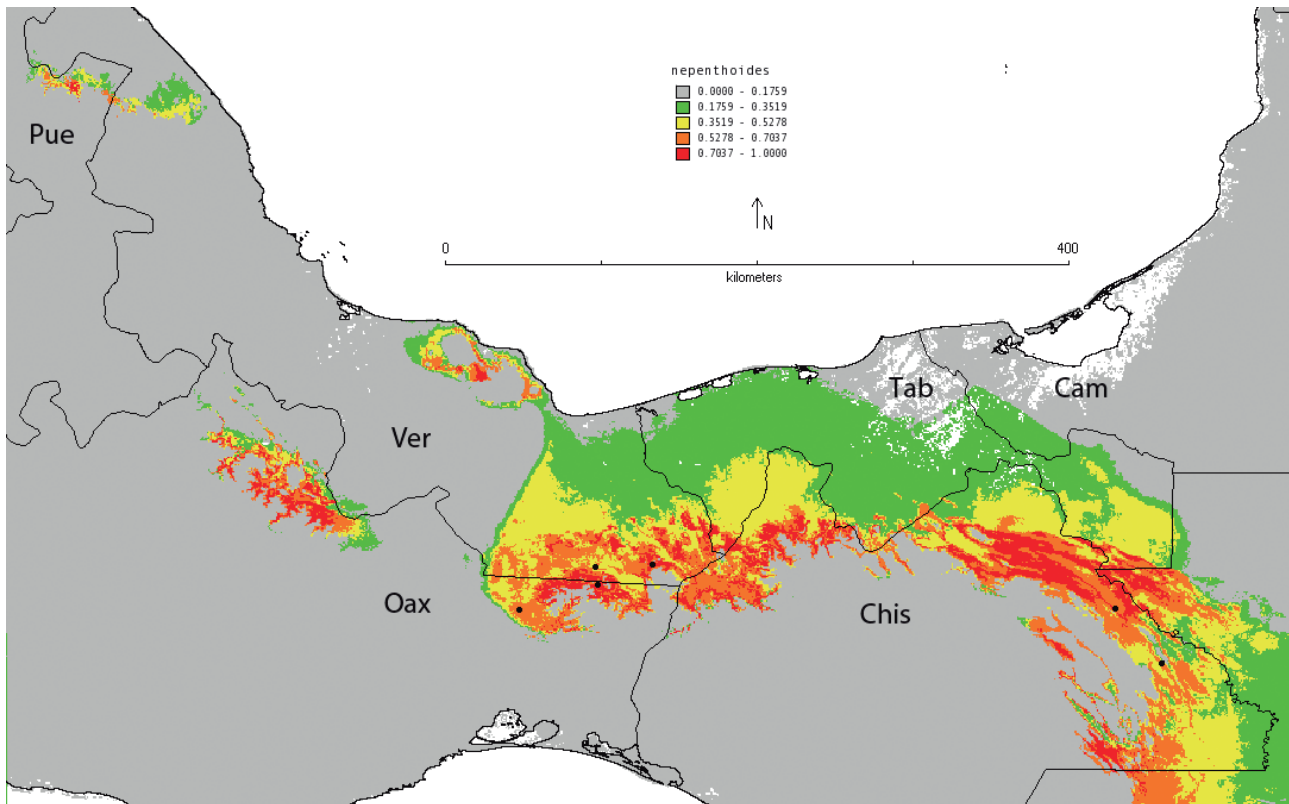


Figura 4. Mapa de distribución actual y potencial para *Marcgravia nepenthoides*.

guillo (*M. A. Magaña 263*: ENCB, FCME, IBUG, MEXU, UAMIZ, XAL), Tacotalpa (*F. Ventura A. 20420*: ENCB, IEB, MEXU, XAL), Teapa (*M. A. Magaña 1223*: ENCB, GUADA, MEXU, UJAT, XAL), Tenosique (*A. Sol S. 847*: CH, CORU, IBUG, MEXU x 2, OAX, UAMIZ x 2, UJAT, XAL x 3). VER: Alvarado (*L. Ramírez sn*: CORU [n.v.]), Catemaco (*R. Cedillo T. 3644*: ENCB, FCME, IBUG, IEB, MEXU x 2, TUX), Coatzacoalcos (*M. Cházaro B. 2848*: MEXU, XAL), Hidalgotitlán (*J. Dorantes 3111*: IBUG x 2, IEB, MEXU, UCR, XAL), Minatitlán (*T. Wendt 3591*: ENCB[n.v.]), San Andrés Tuxtla (*S. Sinaca C. 141*: ENCB, MEXU, TUX, XAL), Santiago Tuxtla (*J. H. Beaman 6072*: MEXU). Colecciones examinadas: 77 (49 con coordenadas geográficas). Altitud: 0-920 m. Vegetación asociada: bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical subcaducifolio. Distribución potencial: la distribución probable va desde el extremo oriente de Chiapas hacia el extremo sur de Veracruz en la frontera de Oaxaca y Tabasco (Fig. 8). Además, hay una alta presencia de esta especie en la región de Los Tuxtlas y en la sierra Norte de Oaxaca. Se puede considerar a *S. loczyi* subsp. *loczyi* como habitante de selvas de tierras bajas. Estado de conservación: preocupación menor (LC). Encontrada en cerca de 65 localidades sólo en México. Esta especie es

común en toda su área de distribución (ca. 81 colecciones desde México hasta Honduras). Desde Nicaragua hasta Panamá, esta subespecie es reemplazada por su taxón hermano *S. loczyi* ssp. *minima* de Roon.

Discusión

La familia Marcgraviaceae está considerada como endémica de la región Neotropical (Dressler, 2004a, 2004b). Es coherente que sus especies tengan su límite norteño continental dentro de México y se encuentren en los estados del sureste: Chiapas, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Veracruz, donde están distribuidas principalmente en tierras bajas y medianas en bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo. Además, debido a que dentro de México se encuentra el límite del neotrópico, es de esperarse la presencia de pocas especies de la familia dentro del país. En México existen sólo 3 géneros y 8 de las aproximadamente 140 especies que comprende toda la familia, mientras que en países Centroamericanos como Costa Rica se encuentran 6 géneros y 27 especies (Hammel, 2007), 4 géneros y 12 especies en Nicaragua (Utley, 2001) y 3 géneros y 9 especies en Guatemala (S. Dressler, datos no publicados). Sin embargo, en Bolivia, ubicado en el límite sureño de la

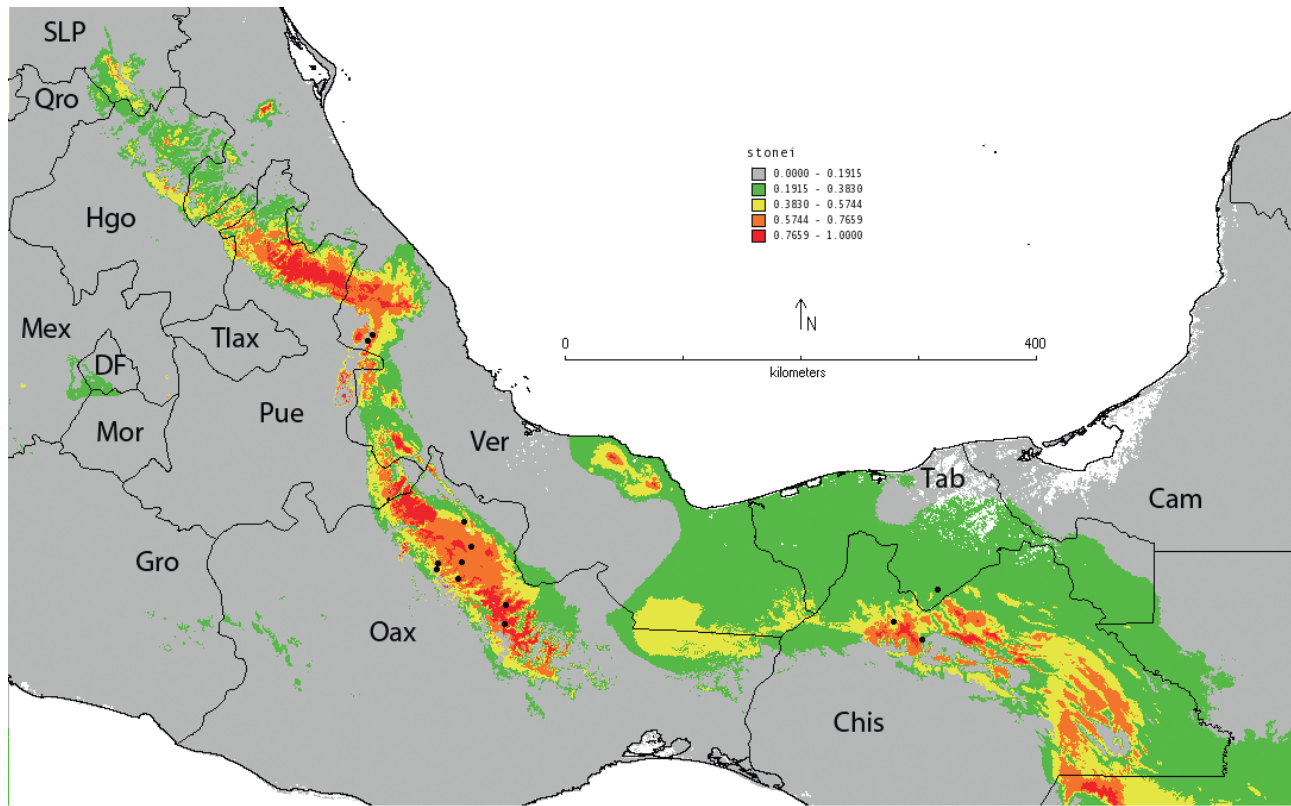


Figura 5. Mapa de distribución actual y potencial para *Marcgravia stonei*.

región Neotropical, se encuentran 8 géneros y 18 especies (Dressler, 2011), de las cuales se comparten 3 géneros con México, pero tan sólo 1 especie (*M. brownii*). Sospechamos que esta alta diversidad en comparación con México, probablemente se debe al mayor número de hábitats con sus nichos ecológicos propicios y las diferentes formas de polinización presentes en los extensos bosques húmedos montañosos de Bolivia, ya que éstos pertenecen a los Andes, que forman parte del centro de origen o especiación para las Marcgraviaceae, siendo Colombia (8 géneros, 57 especies) el país con la mayor diversidad (Giraldo-Cañas y Dressler, en prensa).

Los modelos de la distribución de las especies coinciden en 3 áreas principales donde hay una gran posibilidad de encontrar diferentes especies: Los Tuxtlas en Veracruz, sierra norte de Oaxaca y en el oriente de Chiapas, llegando a la frontera con Guatemala. Estas zonas se pueden considerar de alta importancia para la conservación de la familia en México. Para *Souroubea exauriculata* existen zonas de alta probabilidad de presencia a lo largo de la costa del Pacífico en los estados de Chiapas y Oaxaca, donde aún existen áreas considerables de bosque húmedo tropical conservado, sobre todo en la

Reserva de la Biosfera El Triunfo (Arriaga et al., 2000). Es posible encontrar a *Marcgravia stonei* desde la sierra Madre Oriental hasta el estado de San Luis Potosí. El nuevo registro de *M. pittieri* es la única especie de la familia no reportada para Chiapas; sin embargo, su presencia ahí es de esperarse mientras que aumenta el número de recolectas, ya que es ampliamente distribuida en todo Centroamérica. Además, un mayor esfuerzo en la exploración botánica también podría aumentar el número de ejemplares y sitios de distribución de *M. nepenthooides*, especie poco común en México.

El trópico mexicano y su vegetación boscosa ha sido amenazado por altas tasas de deforestación desde hace décadas debido al cambio de uso de suelo causado por la ganadería extensiva y la agricultura, así como la extracción de madera (Dirzo y García, 1992; Mendoza y Dirzo, 1999; Díaz-Gallegos et al., 2010), por lo que el área de ocupancia de las especies de Marcgraviaceae en México es cada vez más limitado. No obstante, ninguna de las especies de Marcgraviaceae presentes en México se encuentra actualmente incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), o en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los

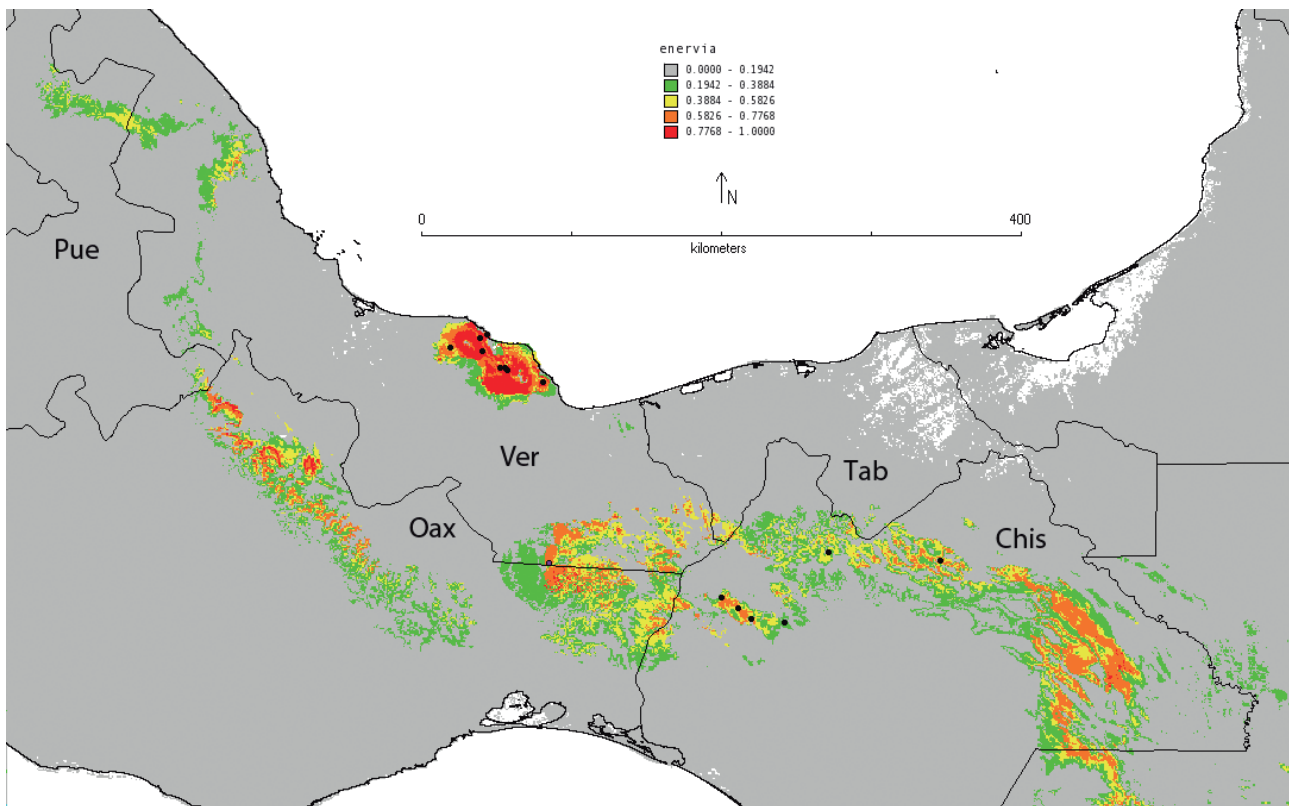


Figura 6. Mapa de distribución actual y potencial para *Ruyschia enervia*.

Recursos Naturales (IUCN, 2011b). Con base en nuestra presente revisión, consideramos que ninguna de las especies necesita ser asignada por el momento a alguna categoría de amenaza; sin embargo, estas propuestas deben revisarse con mucho cuidado periódicamente teniendo en cuenta la situación actual de los hábitats de la región, para detectar la necesidad de posibles cambios de categoría en el futuro. Por lo tanto, se necesita realizar un amplio trabajo de campo para volver a ubicar todas las especies y para confirmar la calidad de su hábitat, lo que permitirá identificar las amenazas actuales y las medidas de conservación necesarias a través de la observación en campo (Willis et al., 2003).

Debido a que presentan los mayores porcentajes de contribución a los modelos, podemos considerar a las variables: precipitación del mes más húmedo, precipitación del cuarto más frío, isothermalidad, intervalo de temperatura anual y la altitud como las que mejor explican la distribución de la familia. Las especies están distribuidas en lugares de alta humedad, por lo que no es raro que la variable precipitación se encuentre entre las más importantes. Todos los modelos tuvieron valores de la razón de AUC mayores a 1, por lo tanto, consideramos que los

modelos tuvieron una buena calidad de discriminación entre presencias y ausencias.

Existen varias especies de Marcgraviaceae presentes en Centroamérica que aún no han sido registradas en México (S. Dressler, datos no publicados), por lo que existe una alta probabilidad de que al realizarse más estudios florísticos en el estado fronterizo de Chiapas, con prioridad al oriente, pueda aumentarse el número de registros de especies y podría llegar a ser el estado con mayor diversidad de especies de la familia en el país. Mientras que la mayoría de los ejemplares fueron recolectados en la región de Los Tuxtlas, la sierra Madre Oriental y su prolongación hacia Oaxaca y las montañas al norte y al oriente de Chiapas, sólo se encontraron 2 ejemplares de *S. exauriculata* en la zona costera del Pacífico en el sur de Oaxaca. Sin embargo, los mapas de distribución probable para esta especie mostraron áreas de su posible presencia en la sierra Madre del Sur en la costa del Pacífico de Oaxaca y Guerrero, así que probablemente en esta zona podrían encontrarse nuevos registros de otras especies de Marcgraviaceae. El hallazgo de una nueva especie para el país, así como la poca exploración de zonas de alta probabilidad de presencia de la familia demuestran la importancia de realizar más estudios

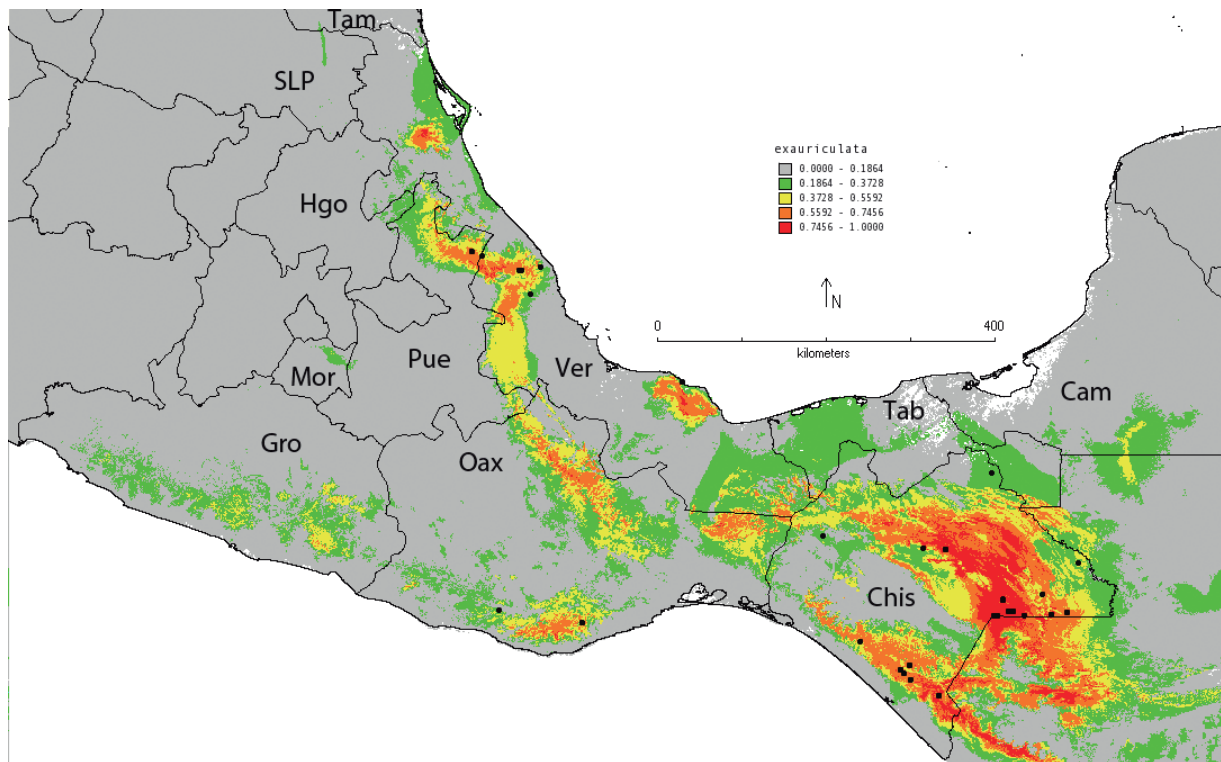


Figura 7. Mapa de distribución actual y potencial para *Souroubea exauriculata*.

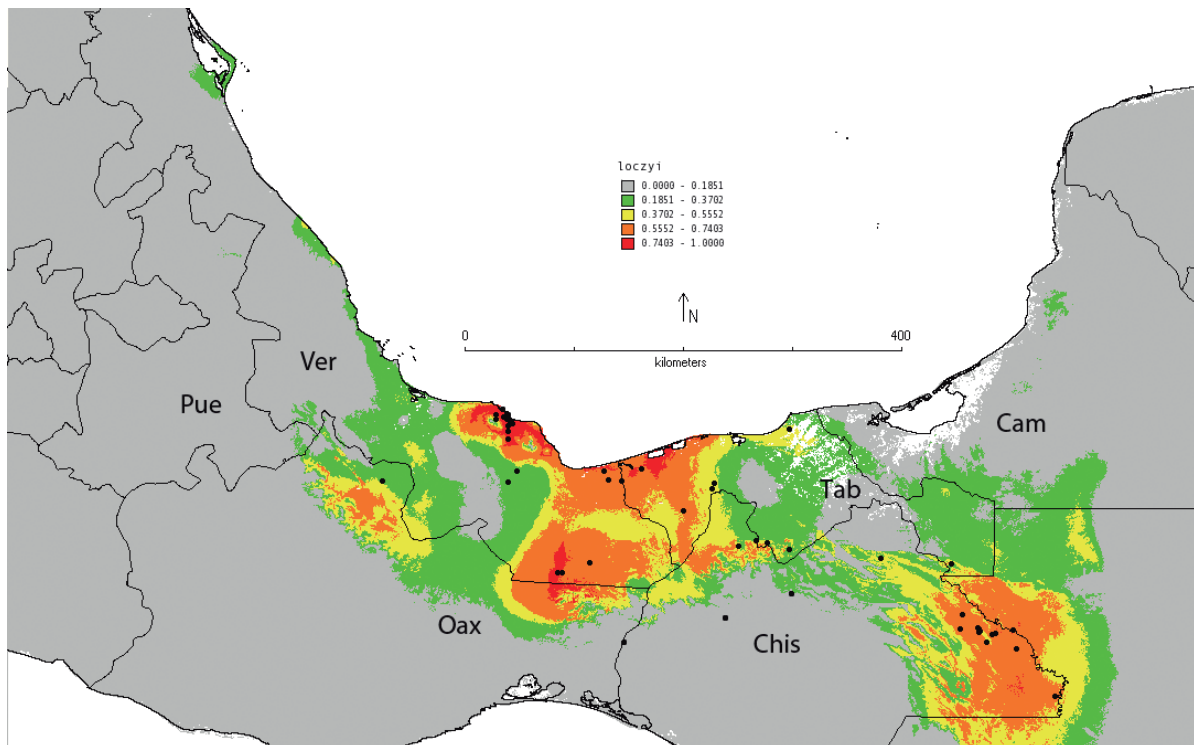


Figura 8. Mapa de distribución actual y potencial para *Souroubea loczyi* subsp. *loczyi*.

florísticos en el campo para confirmar si las especies aún existen en esas áreas.

Agradecimientos

Queremos agradecer a los curadores, personal académico y técnicos que laboran en los herbarios nacionales (CH, CHIP, CORU, ENCB, FCME, GUADA, HEM, IBUG, IEB, MEXU, OAX, TUX, UAMIZ, UJAT, XAL) y extranjeros (EAP, F, L, MICH, MO, NY, TEFH, UCR, US) revisados. A todas las personas que enviaron fotografías digitales de ejemplares: Pablo Carrillo de IEB, IBUG y GUADA, Rodolfo Solano de OAX, Nayeli Martínez de HEM, Mario Ishiki de CH, Ma. de los Ángeles Guadarrama de UJAT, Marali García de CORU. Al difunto Leo Schibli por su ayuda en buscar datos de localidades de Marcgraviaceae en Oaxaca. A Iván Roldán del laboratorio de SIG, UAM-X que apoyó en el manejo de los mapas de variables ambientales. A Héctor David Jimeno Sevilla, Klaus Mehlreter y Marco Tschapka por sus fotos de plantas vivas. A Lilia Ruiz-Ruiz por preparar la figura 1. A Pablo Carrillo, John F. Utley, María de Lourdes Rico Arce y un revisor anónimo por la lectura del manuscrito y sus valiosos aportes al mismo.

Literatura citada

- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coords.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, D. F.; <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>; última consulta: 14.XII.2011.
- Austin, M. P. 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling* 157:101-118.
- Bedell, H. 1985. A generic revision of Marcgraviaceae I. The *Norantea* complex. Tesis doctoral, Universidad de Maryland. Maryland. 472 p.
- Dirzo, R. y M. C. García. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in Southeast Mexico. *Conservation Biology* 6:84-90.
- deRoon, A. C. 1975. Contributions towards a monograph of the Marcgraviaceae. Tesis doctoral, Universidad de Utrecht. Utrecht. 187 p.
- deRoon, A. C. y S. Dressler. 1997. New taxa of *Norantea* Aubl. s.l. (Marcgraviaceae) from Central America and adjacent South America. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 119:327-335.
- de Roon, A. C. y S. Dressler. 1999. New taxa of *Sarcopera* and *Marcgraviastrum* (Marcgraviaceae) from the Guayana Shield. *Novon* 9:248-252.
- Díaz-Gallegos, J. R., J. F. Mas y A. Velázquez. 2010. Trends of tropical deforestation in Southeast Mexico. *Singapore Journal of Tropical Geography* 31:180-196.
- Dressler, S. 2004a. Marcgraviaceae. *In* Flowering Plants of the Neotropics, N. P. Smith, S. A. Mori, A. Henderson, D. W. Stevenson y S. V. Heald (eds.). Princeton University Press, Princeton. p. 236-238.
- Dressler, S. 2004b. Marcgraviaceae. *In* The families and genera of vascular plants, vol. 6, K. Kubitzki (ed.). Springer-Verlag, Berlin. p. 258-265.
- Dressler, S. 2011. Marcgraviaceae. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org/Name/42000094>; última consulta: 9.XI.2011.
- Elith, J., C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Huetmann, J. R. Leathwick y A. Lehmann. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29:129-151.
- Giraldo-Cañas, D. 2011. Estudios morfológicos y taxonómicos en el complejo *Norantea* (Marcgraviaceae): Revisión de *Norantea*, *Pseudosarcopera* y *Schwartzia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 172 p.
- Giraldo-Cañas, D. y P. Picca. 1999. Tres nuevos registros de *Marcgravia* (Marcgraviaceae) para la flora mexicana. *Hickenia* 2:374-391.
- Giraldo-Cañas, D. y S. Dressler. En prensa. Marcgraviaceae. *In* Catálogo de las plantas de Colombia, R. Bernal, M. Celis y R. Gradstein (eds.). Regnum Vegetabile, Gantner-Verlag, Ruggel.
- Guisan, A. y W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8:993-1009.
- Hammel, B. E. 2007. Marcgraviaceae. *In* Manual de plantas de Costa Rica, vol. 6, B. E. Hammel, M. H. Grayum, C. Herrera y N. Zamora (eds.). Missouri Botanical Gardens, St. Louis, Missouri. p. 374-393.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 1993. Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Serie II. 1:50 000. INEGI, México, D. F.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2011a. Guidelines for using the IUCN red list categories and criteria. Version 9.0. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>; última consulta: 14.XII.2011.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2011b. IUCN red list of threatened species. Versión 2011.1. <http://www.iucnredlist.org>; última consulta: 14.XII.2011.
- Lens, F., S. Dressler, S. Vinckier, S. Janssens, S. Dessein, L. van Evelghem y E. Smets. 2005a. Palynological variation in balsaminoid Ericales. I. Marcgraviaceae. *Annals of Botany* 96:1047-1060.
- Lens, F., S. Dressler, S. Jansen, L. van Evelghem y E. Smets. 2005b. Relationships within balsaminoid Ericales: a wood anatomical

- approach. *American Journal of Botany* 92:941-953.
- Mendoza, E. y R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation* 8:1621-1641.
- Narayani, B. 2008. Tool for Partial-ROC. Biodiversity Institute, Lawrence, KS. Ver. 1.0.
- Peterson, A. T., M. Papes y J. Soberón. 2008. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological Modelling* 213:63-72.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson y R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231-259.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México. 432 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30 de Diciembre de 2010. México.
- Utley, J. F. 1976. A synopsis of the Mexican Marcgraviaceae. *Brenesia* 9:51-59.
- Utley, J. F. 1984. Marcgraviaceae. Flora de Veracruz Fascículo 38. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa. 15 p.
- Utley, J. F. 2001. Marcgraviaceae. In *Flora de Nicaragua*, vol. 2, W. D. Stevens, C. Ulloa Ulloa, A. Pool y O. M. Montiel (eds.). Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri. p. 1335-1338.
- Ward, N. M. y R. A. Price. 2002. Phylogenetic relationships of Marcgraviaceae: insights from three chloroplast genes. *Systematic Botany* 27:149-160.
- Willis, F., J. Moat y A. Paton. 2003. Defining a role for herbarium data in Red List assessments: a case study of *Plectranthus* from eastern and southern tropical Africa. *Biodiversity and Conservation* 12:1537-1552.