

FLORA Y VEGETACIÓN DEL MALPAÍS DE SAN ANDRÉS CORÚ,
ZIRACUARETIRO, MICHOACÁN, MÉXICO
FLORA AND VEGETATION OF THE MALPAIS OF SAN ANDRES CORU,
ZIRACUARETIRO, MICHOACAN, MEXICO

 DAGOBERTO VALENTÍN-MARTÍNEZ*,  PATRICIA SILVA-SÁENZ,  JESÚS CONTRERAS-LEÓN

Laboratorio herbario EBUM, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

*Autor para la correspondencia: dagoberto.valentin@umich.mx

Resumen

Antecedentes: El malpaís de San Andrés Corú, dentro del Eje Neovolcánico Transversal, ha sido explorado botánicamente; sin embargo, hasta la fecha carece de un inventario florístico.

Preguntas: ¿Qué especies están presentes en el malpaís de San Andrés Corú? ¿Cómo es la vegetación? ¿Cuál es el endemismo y estatus de conservación de su flora? ¿Cuánta afinidad florística tiene con otros malpaíses?

Especies en estudio: Plantas vasculares.

Sitio y fechas de estudio: Malpaís de San Andrés Corú, Ziracuaretiro, Michoacán, México; marzo 2012 a abril 2014.

Métodos: Se recolectaron ejemplares botánicos en campo. La identificación taxonómica se realizó utilizando bibliografía especializada. La vegetación se definió a partir de la fisonomía y especies dominantes. Los resultados se comparan con la flora de cuatro zonas de malpaís.

Resultados: La flora está conformada por 104 familias, 334 géneros, 544 especies y 13 taxa infraespecíficos. Las familias más diversas son Asteraceae, Fabaceae, Orchidaceae y Poaceae. Los géneros con más especies son *Desmodium* y *Tillandsia*. Se registran 157 especies endémicas. Se distinguen cuatro tipos de vegetación: bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, bosque tropical caducifolio y bosque mesófilo de montaña. Nueve especies se enlistan en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y seis en la Lista Roja de la IUCN. El área tiene mayor afinidad florística con el pedregal de Arocútin.

Conclusiones: El área de estudio presenta una flora diversa que complementa la de otros pedregales de la región. Actualmente actividades antropogénicas amenazan su conservación por lo que los resultados de este estudio servirán de base para acciones de recuperación o restauración.

Palabras clave: Afinidad florística, bosque mesófilo de montaña, endemismo, especies en riesgo.

Abstract

Background: The malpais of San Andrés Corú, within the Transversal Neovolcanic Axis, has been explored botanically; however, to date it lacks a floristic inventory.

Questions: What species are present in the Malpais of San Andrés Corú? How is the vegetation? What is the endemism and conservation status of its flora? How much floristic affinity does the study area have with other areas of malpais?

Studied species: Vascular plants.

Study site and dates: Malpais of San Andres Coru, Ziracuaretiro, Michoacan, Mexico; March 2012 to April 2014.

Methods: Botanical specimens were collected in the field. The taxonomic identification was carried out using specialized bibliography. The vegetation was defined from the physiognomy and dominant species. The results are compared with the flora of four areas of malpais.

Results: The flora is made up of 104 families, 334 genera, 544 species and 13 infraspecific taxa. The most diverse families are Asteraceae, Fabaceae, Orchidaceae, and Poaceae. The genera with the most species are *Desmodium* and *Tillandsia*. Four types of vegetation are distinguished: coniferous forest, *Quercus* forest, tropical deciduous forest and mountain cloud forest. The flora includes 157 endemic species. Nine species are listed in the NOM-059-SEMARNAT-2010 and six in the IUCN Red List. The area has a greater floristic affinity with the malpais of Arocútin.

Conclusions: The study area has a diverse flora that complements that of other malpais in the region. Currently anthropogenic activities threaten its conservation, so the results of this study will serve as the basis for recovery or restoration actions.

Keywords: Endangered species, endemism, floristic affinity, mountain cloud forest.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License CCBY-NC (4.0) internacional.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



El estado de Michoacán se encuentra entre las entidades más diversas de México, en gran medida debido a su amplia variedad de ambientes y su accidentada topografía (Carranza-González 2008b, Alcántar-Mejía *et al.* 2012); florísticamente es una región privilegiada (Carranza-González 2008b, Cornejo-Tenorio *et al.* 2013, Zamudio & Carranza 2019), tanto por su gran número de especies como por la presencia de una importante proporción de elementos endémicos al país (Zamudio & Carranza 2019). De acuerdo con Villaseñor (2016), el estado de Michoacán ocupa la sexta posición a nivel nacional con 5,885 especies concentradas en 1,394 géneros y 219 familias.

En México, los fenómenos relacionados con la actividad volcánica han sido un factor importante en la formación del relieve (Tamayo 2009). El Eje Neovolcánico Transversal es una cadena montañosa que atraviesa el territorio mexicano en su porción central desde el Volcán de Colima hasta el Pico de Orizaba, que se caracteriza por la presencia de numerosos conos volcánicos de diferentes edades que dieron origen a un gran número de pedregales o malpaíses dispersos en esta región (Rzedowski 1954, Molina-Paniagua & Zamudio 2010). Las áreas conocidas como malpaíses son corrientes de lava solidificada de formación reciente que reciben este nombre por parte de la gente del campo (Bravo-Hollis 1961).

Los malpaíses, o pedregales, han sido objeto de interés particular por parte de los botánicos, ya que representan lugares con altas posibilidades para el desarrollo de una flora rica y variada (Rzedowski 1954). Los ambientes rocosos sirven de refugio para muchas plantas y animales que han sido desplazados de su lugar de origen debido a las actividades antropogénicas, así como lugares donde se pueden encontrar diversas especies endémicas y en peligro de extinción (Castillo-Campos *et al.* 2007, INECC 2022). Sumado a su alta diversidad florística, los malpaíses representan ambientes heterogéneos derivados de diferentes condiciones ambientales que permiten el desarrollo de diversas comunidades vegetales como son: las selvas tropicales, encinares, pinares, bosques mesófilos, matorrales, pastizales, entre otros (Castillo-Campos *et al.* 2007, INECC 2022). Por sus características físicas, los pedregales son sitios que regularmente se han mantenido estables ante las actividades humanas, por lo que son considerados puntos importantes para la conservación de la biodiversidad (Castillo-Campos *et al.* 2007). Además de su importancia biológica, los malpaíses ofrecen servicios ecológicos, por ejemplo, regular el clima y el proceso de recarga de agua subterránea por infiltración manteniendo un equilibrio hidrológico en diversas regiones del país (Chávez-Carmona 1999, Nava-López *et al.* 2009).

A nivel nacional el conocimiento de la flora de hábitats rocosos es escaso (Castillo-Campos *et al.* 2007), ya que son pocos los estudios que se han llevado a cabo en este tipo de ambientes. Destacan los trabajos realizados por Rzedowski (1954) y Valiente-Banuet & de Luna-García (1990) en la reserva del Pedregal de San Ángel, Distrito Federal; Espinosa-Garduño (1962), en la Sierra de Chichinautzin estado de Morelos; y Ortega (1981), en una zona al noreste del Cofre de Perote, Veracruz. En el estado de Michoacán el esfuerzo de muestreo en zonas de malpaís ha sido mayor. Egger (1948, 1959) realizó inventarios para los volcanes Parícutín y Jorullo y sus áreas adyacentes; Beaman (1960, 1961), enlistó las especies presentes en el Parícutín, además de describir el proceso de sucesión y los factores que limitan el desarrollo de la vegetación; Bravo-Hollis (1961), registró algunas de las especies predominantes en la zona del Pedregal de Tacámbaro; Labat (1988), elaboró los inventarios florísticos para el malpaís de Zacapu y el malpaís Prieto, además describió las comunidades vegetales y examinó la dinámica sucesional; Díaz-Barriga & Bello (1993), estudiaron la flora de cuatro corrientes de lava ubicadas dentro de la cuenca del lago de Pátzcuaro; Molina-Paniagua & Zamudio (2010), elaboraron un inventario para el pedregal de Arocútin y describieron los diferentes tipos de vegetación, mientras que Silva-Sáenz (2017), llevó a cabo el listado de la flora vascular y la descripción de la vegetación de los pedregales de Huaniqueo.

El presente estudio tiene la finalidad de contribuir al conocimiento de la flora y la vegetación del estado, específicamente en una zona de malpaís perteneciente al ejido de San Andrés Corú, siendo el primer esfuerzo significativo por inventariar las plantas vasculares de una zona dentro del municipio de Ziracuaretiro. Los resultados se suman al conocimiento de la flora del estado de Michoacán.

Materiales y métodos

Área de estudio. El malpaís de San Andrés Corú (SAC) está delimitado por las coordenadas extremas: 19° 29' 05" - 19° 25' 01" N y 101° 58' 43" - 101° 57' 16" O; se localiza en el municipio de Ziracuaretiro, Michoacán; tiene una superficie aproximada de 19.8 km² y un intervalo altitudinal de 1,430 a 1,920 m (Figura 1). El área se ubica en la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico Transversal, dentro de la subprovincia Neovolcánica Tarasca (Bollo *et al.* 2019). Pertenece a la región hidrológica Río Tepalcatepec-Infiernillo y a la subcuenca del Río Cupatitzio (INEGI 1985, Bollo *et al.* 2019). El origen de la lava del malpaís de San Andrés Corú fue el cerro El Metate, un volcán que se originó aproximadamente durante el año de 1250; la lava presente es reciente, de una edad estimada entre 740 y 840 años (Chevrel *et al.* 2016). La roca que se encuentra en la zona es de tipo basalto (Chevrel *et al.* 2016). El clima es del tipo (A)C(w)(i')(w₂) semicálido-templado, con una temperatura media anual entre 18 y 22 °C, con rasgos entre climas cálidos y templados, y lluvias en verano con una precipitación media anual de 1,520.7 mm (García 1987).

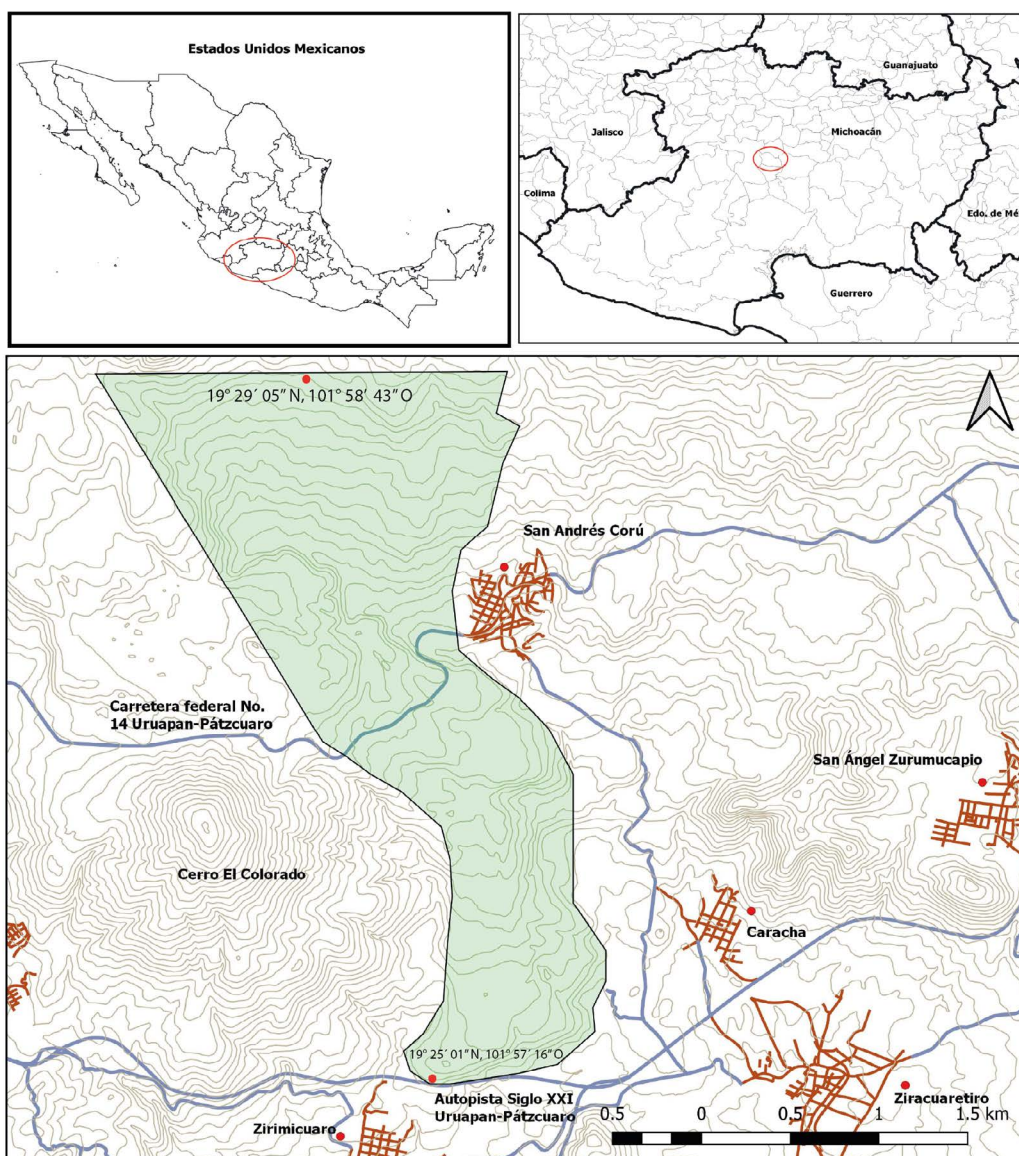


Figura 1. Localización geográfica del malpaís de San Andrés Corú, Ziracuaretiro, Michoacán, México.

Trabajo de campo y de gabinete. Durante el periodo de marzo del 2012 a abril del 2014 se realizaron 40 salidas al campo para la recolecta de ejemplares botánicos, intensificando esta actividad durante los meses de lluvia y tratando de cubrir la mayor parte del área en todos los hábitats y tipos de vegetación. Adicionalmente, para conocer las especies colectadas previamente en la zona se revisaron las bases de datos de los herbarios IEB (Instituto de Ecología A.C.) y MEXU (Herbario Nacional del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México), éste último a través de su Portal de Datos Abiertos (datosabiertos.unam.mx). La mayoría de las colectas incluyeron cuatro o cinco duplicados con las estructuras necesarias para su identificación (flor y/o fruto). Algunas especies se registraron solo por avistamiento dadas las dificultades técnicas para su colecta (altura, en el caso de las especies de *Pinus*) o por su escasez extrema (Orchidaceae); sin embargo, se realizaron registros fotográficos (Figura 3). Con el fin de facilitar su posterior identificación, para cada colecta se registraron datos morfológicos (forma de crecimiento, altura, forma de la flor, color, olor, presencia de latex). Así mismo, para registrar su geolocalización y caracterizar su ambiente se registraron datos ecológicos y geográficos (tipo de vegetación, hábitat, coordenadas geográficas, altitud). Las formas de crecimiento se asignaron de acuerdo a los conceptos de Font Quer (1953), asignando a cada especie dependiendo del caso, la categoría de árbol, arbusto, hierba, epífita o trepadora; además de hábitos nutricionales, como son las parásitas. Todo el material recolectado y etiquetado fue llevado al laboratorio herbario (EBUM) de la facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), para su herborización siguiendo las técnicas convencionales para cada grupo taxonómico (Lot & Chiang 1986). La identificación taxonómica del material recolectado se llevó a cabo utilizando diferentes obras florísticas especializadas como: Árboles y arbustos de México (Standley 1920-1926), Flora of Guatemala (Gentry & Standley 1974, Standley & Williams 1961, 1973, 1975), Flora Novo-Galiciana (Mc Vaugh 1984, 1985, 1987, 1989, 2001), The Pteridophytes of Mexico (Mickel & Smith 2004), Flora Fanerogámica del Valle de México (Calderón de Rzedowski & Rzedowski 2005), Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes (Rzedowski & Guevara-Féfer 1992, Almeda 1993, Díaz-Barriga 1993, Fryxell 1993, López-Ferrari 1993, Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1993, 1995a, b, 1997, 1998, 1999, 2002, 2005a, b, 2011, Ballard 1994, Calderón de Rzedowski & Rzedowski 1994, 2006, Graham 1994, Carranza-González 1996, 2004, 2007, 2008a, b, Van der Werff & Lorea 1997, Calderón de Rzedowski 1998, 2006, Pérez-Calix 2000, 2008, 2009a, b, Lira 2001, Spellenberg 2001, Ocampo 2002, Croat & Carlsen 2003, Daniel & Acosta 2003, Calderón de Rzedowski *et al.* 2004, Quero 2004, Galván & Martínez 2006, Ramírez-Amezcuca 2008, Espejo-Serna *et al.* 2009, 2010, Molina-Paniagua & Lorea-Hernández 2011, Sosa & Valdivieso 2013, Pérez-Calix & Grajales-Tam 2013, González & González 2014, Ortiz-Rodríguez *et al.* 2015) y Flora de Guerrero (López-Ferrari 1989, Diego-Pérez 1997, 2005, 2011, Borhidi & Diego-Pérez 2010, Lozada-Pérez 2010, Santana 2011, Lozada-Pérez & Diego-Pérez 2018), así como con la ayuda de especialistas de diferentes instituciones académicas. Los ejemplares que presentaron dudas taxonómicas y que no permitieron la identificación a especie fueron determinados solamente a nivel de género. El material identificado se cotejó con los ejemplares depositados en el herbario IEB. Para la clasificación de la flora se siguieron las propuestas: PPG I (2016) para helechos y afines, Christenhusz *et al.* (2011) para gimnospermas y APG (2016) para angiospermas. Dentro de los tres grupos antes mencionados, la lista de especies se ordenó alfabéticamente, primero por familia después por género y al final por especie y taxa infraespecífico. Los nombres y autores de las especies fueron corroborados mediante la base de datos Tropicos (tropicos.org). Los ejemplares se depositaron en la colección del herbario EBUM de la UMSNH, el herbario IEB y el herbario MEXU. Los tipos de vegetación se definieron de acuerdo a la propuesta de Rzedowski (2006) a partir de la fisonomía del paisaje, la identificación de las especies dominantes y la composición de los estratos, además de las observaciones tomadas en campo. El endemismo de los taxones se definió considerando la información sobre distribución registrada por Calderón de Rzedowski & Rzedowski (1994), Jiménez *et al.* (1998), Mickel & Smith (2004), Borhidi (2006), González-Tamayo & Cuevas-Figueroa (2006), Sánchez-González (2008), Ibarra-Manríquez *et al.* (2012), Vázquez-García *et al.* (2013), Alvarado-Cárdenas & Morales (2014), Romero *et al.* (2015), García-Ruiz *et al.* (2016), Villaseñor (2016), Martínez *et al.* (2017), Martínez-Gordillo *et al.* (2017), Lozada-Pérez & Diego-Pérez (2018), Sánchez-Ken (2019) y Rzedowski (2020a, b). Las especies introducidas se consultaron en Mc Vaugh (1989), Chávez & Guevara-Féfer (2003), Calderón de Rzedowski & Rzedowski (2004), Martínez-De la Cruz *et al.* (2015), Steinmann (2021), Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes (Calderón

de Rzedowski 2002, Ocampo 2002, Castillejos & Solano 2008, Martínez & Hernández 2013,) y Flora de Guerrero (Vigosa 2015). Para ubicar las especies que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo, se consultó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) y la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2021). Se comparó la flora del malpaís de San Andrés Corú con la reportada para otras cuatro zonas de pedregal cercanas (Rzedowski 1954, Espinosa-Garduño 1962, Molina-Paniagua & Zamudio 2010, Silva-Sáenz 2017). Para ello se realizó un análisis de similitud mediante el índice de Sorensen (IS) siguiendo la fórmula:

$$IS = \left(\frac{2c}{a + b} \right) 100$$

Donde “c” es el número de especies compartidas, “a” el número total de especies en la zona A y “b” el número de especies totales en la zona B (Franco *et al.* 1985). Además, se obtuvo el índice de biodiversidad taxonómica (IB), siguiendo la propuesta de Squeo *et al.* (1998):

$$IB = \frac{S}{\ln A}$$

Donde “S” es el número de especies y “lnA” es logaritmo natural del área en km².

Resultados

Composición florística. La flora vascular del malpaís de SAC está representada por 104 familias, 334 géneros, 544 especies y 13 taxa infraespecíficos; de estas, 524 especies son nativas y 17 introducidas (Tabla S1). Las eudicotiledóneas son el grupo taxonómico mejor representado, con 349 especies, seguido de las monocotiledóneas con 122, y los helechos y plantas afines con 57 (Tabla 1).

Las familias más diversas son Asteraceae, Fabaceae, Orchidaceae, Poaceae y Pteridaceae (Tabla 2); en conjunto, estas cinco familias representan el 42 % de la flora del área de estudio. Los géneros mejor representados son: *Desmodium* Desv. y *Tillandsia* L., seguidos de *Euphorbia* L. y *Salvia* L. (Tabla 2). La forma de crecimiento dominante es la herbácea con 304 especies (55.8 %), seguida de las epífitas con 74 (13.6 %), la arbustiva con 66 (12.1 %); y en menor medida la arbórea con 53 especies (9.7 %) y las trepadoras con 47 (8.6 %) (Tabla S1). Algunas de las especies presentes en la zona se muestran en la Figura 2.

Endemismos. Del total de especies enlistadas para la flora del malpaís de SAC, se reportan 157 (49 familias, 116 géneros) como endémicas a México (Tabla S1). Destaca por su microendemismo al área de estudio *Echeveria coruana* I. García, D. Valentín & Costea, especie descubierta durante las salidas al campo del presente trabajo y descrita para la ciencia recientemente (García-Ruiz *et al.* 2016); además, es la única de la flora del malpaís de SAC endémica para el estado de Michoacán. Otras ocho especies del área de estudio son endémicas regionales; es decir, se distribuyen también en uno o dos estados circunvecinos: *Aristolochia flexuosa* Duch., *Dyschoriste angustifolia* (Hemsl.) Kuntze, *Echeveria yalmanantlanensis* A. Vázquez & Cházaro, *Guardiola thompsonii* Van Faasen, *Habenaria cuevasiana* R. González & Cuev.-Fig., *H. tamazulensis* R. González & Cuev.-Fig., *Tephrosia diversifolia* (Rose) J.F. Macbr. y *Tillandsia jalisco monticola* Matuda.

Especies en riesgo. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) nueve especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo: dos Sujetas a Protección Especial, seis Amenazadas y una en Peligro de Extinción (Tabla 3). Con base en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2021) 76 especies se consideran como de Preocupación Menor (LC), cinco son Vulnerables (VU) y una se cataloga como En Peligro (EN) (Tabla 3, Material suplementario, Tabla S1).



Figura 2. Algunas de las especies presentes en el malpaís de San Andrés Corú: A) *Oncidium hastatum* (Orchidaceae); B) *Dahlia coccinea* (Asteraceae); C) *Salvia dichlamys* (Lamiaceae); D) *Bidens aequisquama* var. *aequisquama* (Asteraceae); E) *Mentzelia arborescens* (Loasaceae); F) *Selaginella porphyrospora* (Selaginellaceae); G) *Ipomoea cristulata* (Convolvulaceae); H) *Hedyosmum mexicanum* (Chloranthaceae); I) *Achimenes glabrata* (Gesneriaceae); J) *Echeveria coruana* (Crassulaceae); K) *Tecoma stans* (Bignoniaceae); L) *Nephrolepis undulata* (Nephrolepidaceae); M) *Echeveria yalmanantlanensis* (Crassulaceae); N) *Hylocereus ocamponis* (Cactaceae); Ñ) *Symplocos citrea* (Symplocaceae); O) *Anemia hirsuta* (Anemiaceae); P) *Tigridia meleagris* (Iridaceae); Q) *Tillandsia schiedeana* (Bromeliaceae); R) *Ipomoea suffulta* (Convolvulaceae); S) *Mandevilla holosericea* (Apocynaceae).

Especies excluidas. Se presenta una lista de 21 especies recolectadas con anterioridad por diversos investigadores en el área de estudio ([Material suplementario, Tabla S2](#)) éstas cuentan con registros de herbario (en IEB o MEXU); sin embargo, dado que no se encontraron durante las salidas a campo del presente trabajo, no fueron consideradas en la presentación de los resultados finales.

Análisis de similitud florística e índice de biodiversidad. La comparación de similitud florística con otras cuatro áreas de malpaís en México, muestra que la flora del malpaís de SAC tiene mayor afinidad con la del pedregal de Arocutín (Molina-Paniagua & Zamudio 2010) y menor con el pedregal de San Ángel (Rzedowski 1954) ([Tabla 4](#)). Por su parte, en el índice de biodiversidad taxonómica (IB) se estimó que en el área están presentes 182.2 especies/km² ([Tabla 4](#)).



Figura 3. Especies de Orchidaceae presentes en el malpaís de San Andrés Corú que fueron registradas mediante material fotográfico: A) *Prosthechea pastoris*; B) *Anathallis minutalis*; C) *Isochilus bracteatus*; D) *Anathallis involuta*; E) *Prosthechea trulla*; F) y G) *Stelis greenwoodii*; H) *Dichaea squarrosa*; I) *Oncidium tigrinum*; J) *Epidendrum anisatum*

Vegetación. Se reconocen cuatro tipos de vegetación para el área de estudio: bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, bosque tropical caducifolio y bosque mesófilo de montaña.

Bosque de coníferas. El bosque de coníferas es el tipo de vegetación que ocupa mayor extensión en el área. Se encuentra en altitudes que van de 1,550 a 1,900 m y ocupa una superficie aproximada de 12.9 km². De acuerdo a las especies dominantes, se pueden distinguir dos asociaciones, una formada por *Pinus douglasiana* Martínez y *P. lawsonii* Roehl ex Gordon con presencia de *Quercus castanea* Née y *Q. obtusata* Bonpl.; y otra, formada por *P. douglasiana* y *P. oocarpa* Schiede ex Schtdl. con *Q. castanea* y *Q. acutifolia* Née. El estrato arbóreo está dividido en dos, uno alto donde predominan las especies de pinos y encinos que llegan a medir de 12 a 22 m y uno de menor altura, de 4 a 12 m. Otras de las especies arbóreas presentes en este tipo de vegetación son: *Arbutus xalapensis* Kunth, *Balmea stormiae* Martínez, *Clusia salvinii* Donn. Sm., *Garrya laurifolia* Hartw. ex Benth., *Inga eriocarpa* Benth., *Lippia umbellata* Cav. y *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult, además de algunos elementos típicos de bosque mesófilo de montaña como: *Clethra mexicana* DC., *Ilex brandegeana* Loes., *Oreopanax peltatus* Linden ex Regel, *Photinia microcarpa* Standl., *Symplocos citrea* Lex. ex La Llave & Lex. y *Zinowiewia integerrima* (Turcz.) Turcz., y tropicales: *Bursera ariensis* (Kunth) McVaugh & Rzed. y *B. bipinnata* (DC.) Engl. El estrato arbustivo tiene una altura que va de 1.2 a 4 m, en lugares abiertos o perturbados este estrato puede llegar a ser muy cerrado e impenetrable. Las especies más frecuentes son *Acaciella angustissima* (Mill.) Britton & Rose var. *angustissima*, *Ageratina areolaris* (DC.) Gage ex B.L. Turner, *A. mairetiana* (DC.) R.M. King & H. Rob., *A. petiolaris* (Moc. ex DC.) R.M. King & H. Rob., *Brickellia secundiflora* (Lag.) A. Gray, *Calliandra grandiflora* (L'Hér.) Benth., *Cestrum thyrsoides* Kunth, *C. tomentosum* L. f., *Coriaria ruscifolia* L., *Crotalaria maypurensis* Kunth, *Desmodium jaliscanum* S. Watson, *D. skinneri* Benth. ex Hemsl., *Erythrina breviflora* DC., *Indigofera densiflora* M. Martens & Galeotti, *Lagascea helianthifolia* Kunth, *Mimosa albida* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Rhus terebenthifolia* Schtdl. & Cham., *Roldana chapalensis* (S. Watson) H. Rob. & Brettell, *Rubus adenotrichos* Schtdl., *Verbesina fastigiata* B.L. Rob. & Greenm. y *Vernonia alamanii* DC. El mayor número de especies se presenta en el estrato herbáceo; el cual ocupa todos los hábitats disponibles llegando a ocultar por completo el suelo rocoso en algunos lugares, sobre todo en época de lluvias. Las especies que se pueden encontrar con frecuencia son: *Achimenes antirrhina* (DC.) C.V. Morton, *Arenaria lanuginosa* (Michx.) Rohrb., *Begonia gracilis* Kunth, *Bidens odorata* Cav., *Bonplandia geminiflora* Cav., *Callisia repens* (Jacq.) L., *Castilleja tenuiflora* Benth., *Commelina diffusa* Burm. f., *Crusea longiflora* (Roem. & Schult.) W.R. Anderson, *Cyperus odoratus* L., *C. seslerioides* Kunth, *Dahlia coccinea* Cav., *Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC., *Echeandia mexicana* Cruden, *Euphorbia hetrophylla* L., *Geranium latum* Small, *Heterocentron mexicanum* Hook. & Arn., *Iresine interrupta* Benth., *Muhlenbergia gigantea* (E. Fourn.) Hitchc., *Oplismenus hirtellus* (L.) P. Beauv., *Pitcairnia pteropoda* L.B. Sm., *Piqueria triflora* Hemsl., *Salvia lavanduloides* Kunth, *S. thyrsoiflora* Benth., *Sedum jaliscanum* S. Watson, *Sida haenkeana* C. Presl y *Triumfetta galeottiana* Turcz. Así mismo, se pueden mencionar las siguientes especies de helechos: *Adiantum andicola* Liebm., *A. braunii* Mett. ex Kuhn, *Aneimia hirsuta* (L.) Sw., *Asplenium monanthes* L., *Bommeria pedata* (Sw.) E. Fourn., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Dryopteris maxonii* Underw. & C. Chr., *Myriopteris myriophylla* (Desv.) J. Sm., *Pellaea ternifolia* (Cav.) Link, *Phlebodium areolatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) J. Sm., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn y *Woodsia mollis* (Kaulf.) J. Sm. Las condiciones para el desarrollo de especies epífitas son muy favorables, la presencia de grandes árboles y humedad alta en gran parte del año permiten el establecimiento de especies como *Cuitlauzina pendula* Lex., *Encyclia adenocaula* (Lex.) Schltr., *Epidendrum anisatum* Lex., *Erycina hyalinobulbon* (Lex.) N.H. Williams & M.W. Chase, *Hintonella mexicana* Ames, *Homalopetalum pumilio* (Rchb. f.) Schltr., *Jacquinella leucomelana* (Rchb. f.) Schltr., *Laelia autumnalis* (Lex.) Lindl., *Oncidium hastatum* (Bateman) Lindl., *O. suave* Lindl., *Tillandsia dugesii* Baker, *T. juncea* (Ruiz & Pav.) Poir., *T. prodigiosa* (Lem.) Baker, *T. schiedeana* Steud., *T. usneoides* (L.) L., *Peperomia dendrophila* Schtdl. & Cham., *P. galioides* Kunth, *Pechuma ferruginea* (M. Martens & Galeotti) M.G. Price, *Pleopeltis angusta* Humb. & Bonpl. ex Willd. var. *angusta*, *P. crassinervata* (Fée) T. Moore, *P. madrensis* (J. Sm.) A.R. Sm. & Tejero, *P. polylepis* (Roem. ex Kunze) T. Moore y *Polypodium plesiosorum* Kunze.

Flora del malpaís de San Andrés Corú

Tabla 1. Diversidad florística del malpaís de San Andrés Corú, Ziracuaretiro, Michoacán, México.

Grupo Taxonómico	Familias	Géneros	Especies
Lycopodiopsida	1 (0.9%)	1 (0.3%)	2 (0.3%)
Polypodiopsida	12 (11.5%)	26 (7.7%)	55 (10.1%)
Gimnospermas	1 (0.9%)	1 (0.3%)	5 (0.9%)
Chloranthales	1 (0.9%)	1 (0.3%)	1 (0.2%)
Magnólidas	4 (3.8%)	6 (1.7%)	10 (1.8%)
Monocotiledóneas	13 (12.5%)	69 (20.6%)	122 (22.4%)
Eudicotiledóneas	72 (69.2%)	230 (69%)	349 (64.1%)
Total	104 (100%)	334 (100%)	544 (100%)

Tabla 2. Familias y géneros mejor representados en la flora del malpaís de San Andrés Corú, Ziracuaretiro, Michoacán, México.

Familias	Géneros (Especies)	Géneros	Número de Especies
Asteraceae	54 (83)	<i>Desmodium</i>	9
Fabaceae	30 (52)	<i>Tillandsia</i>	9
Orchidaceae	29 (51)	<i>Euphorbia</i>	8
Poaceae	18 (26)	<i>Salvia</i>	8
Pteridaceae	9 (17)	<i>Ipomoea</i>	7
Polypodiaceae	4 (14)	<i>Pleopeltis</i>	7
Solanaceae	6 (14)	<i>Pseudognaphalium</i>	7
Lamiaceae	6 (13)	<i>Adiantum</i>	6
Euphorbiaceae	4 (12)	<i>Dioscorea</i>	6
Bromeliaceae	3 (11)		
Convolvulaceae	4 (10)		
Total	167 (303)		67

Tabla 3. Especies presentes en el malpaís de San Andrés Corú, Ziracuaretiro, Michoacán, México, que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) o amenaza en la Lista Roja de la IUCN (IUCN 2021). Pr = Sujeta a protección especial; A = Amenazada; P = Peligro de extinción; EN = En peligro; VU = Vulnerable.

Familia	Especie	Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría IUCN
Araliaceae	<i>Oreopanax echinops</i> (Schltdl. & Cham.) Decne. & Planch.		VU
Araliaceae	<i>Oreopanax peltatus</i> Linden ex Regel		VU
Arecaceae	<i>Brahea pimo</i> Becc.		VU
Bromeliaceae	<i>Tillandsia seleriana</i> Mez	A	

Familia	Especie	Categoría NOM-059-SEMAR-NAT-2010	Categoría IUCN
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum mexicanum</i> C. Cordem.		VU
Ericaceae	<i>Comarostaphylis discolor</i> (Hook.) Diggs	Pr	
Fagaceae	<i>Quercus acutifolia</i> Née		VU
Juglandaceae	<i>Juglans major</i> (Torr.) A. Heller	A	
Orchidaceae	<i>Cuitlauzina pendula</i> Lex.	A	
Orchidaceae	<i>Encyclia adenocaula</i> (Lex.) Schltr.	A	
Orchidaceae	<i>Oncidium tigrinum</i> Lex.	A	
Orchidaceae	<i>Rossioglossum insleyi</i> (Barker ex Lindl.) Garay & G.C. Kenn.	A	
Rubiaceae	<i>Balmea stormiae</i> Martínez	Pr	EN
Selaginellaceae	<i>Selaginella porphyrospora</i> A. Braun	P	

Tabla 4. Índice de similitud florística (IS) e índice de biodiversidad taxonómica (IB) para algunos sitios con áreas de pedregal/malpaís en comparación con la zona de malpaís de SAC. Bosque de coníferas (BC); Bosque de *Quercus* (BQ); Bosque mesófilo de montaña (BMM); Bosque tropical caducifolio (BTC); Matorral xerófilo (Mx); Matorral crasicale (Mc); Matorral secundario (Ms); Pastizal (Pz); Vegetación ruderal (Vr).

Estudio	Área (km ²)	Tipos de vegetación	Rango altitudinal	Clima	Número de especies (compartidas)	IS	IB (spp/lnA)
Pedregales de Huasteco (Silva-Sáenz 2017)	5	BTC, Mx, BQ, Pz, Ms, Vr	2,000-2,300	Templado subhúmedo	406 (141)	29.6	252.2
Pedregal de Arocútin (Molina-Paniagua & Zamudio 2010)	31	BQ, BTC, Ms	2,060-2,360	Templado subhúmedo	407 (163)	34.2	118.5
Sierra de Chinautzin (Espinoza-Garduño 1962)	3	BC, BQ, BTC, Mc	2,000-2,650	Templado subhúmedo	238 (66)	16.8	216.6
Pedregal de San Ángel, D. F. (Rzedowski 1954)	80	BC, BQ, BMM, BTC	2,250-3,100	Templado subhúmedo	655 (80)	13.3	149.4
Malpaís de San Andrés Corú (presente estudio)	19.8	BC, BQ, BTC, BMM	1,430-1,920	Semicálido-Templado	544	N/A	182.2

Bosque de Quercus. El bosque de encino cuenta con una asociación formada por *Quercus castanea* y *Q. obtusata*. Este tipo de vegetación se encuentra en un intervalo altitudinal que va de 1,620 a 1,664 m y abarca una superficie aproximada de 1.6 km². Cuenta con un estrato arbóreo dominado por encinos que llegan a medir de 8 a 20 m. Algunas de las especies arbóreas presentes, además de los encinos, son: *Arbutus xalapensis*, *Lippia umbellata*, *Myriocarpa brachystachys* S. Watson, *Prunus serotina* Ehrh. subsp. *serotina*, *Pinus lawsonii* y algunos elementos tropicales como: *Nectandra nitida* Mez, *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn. y *V. penatula* (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger. El estrato arbustivo tiene una altura de 1.2 a 4 m.; algunas de las especies arbustivas que se encuentran con frecuencia en este tipo de vegetación son: *Archibaccharis serratifolia* (Kunth) S.F. Blake, *Asterohyptis stellulata* (Benth.) Epling, *Brickellia secundiflora*, *Desmodium cinereum* (Kunth) DC., *D. jaliscanum*, *D. skinneri*, *Ageratina areolaris*, *A. petiolatis*, *Galphimia glauca*, *Indigofera densiflora*, *Mimosa albida*, *Roldana chapalensis*, *Rubus adenotrichos*, *Verbesina oncophora* B.L. Rob. & Seaton y *Viguiera hemsleyana* S.F. Blake. El estrato herbáceo se encuentra en toda el área, desde lugares abiertos hasta lugares muy húmedos y sombreados, tienen una altura de 0.20 a 1.5 m y está conformada por especies como: *Aeschynomene patraea* B.L. Rob., *Chamaecrista rotundifolia* (Pers.) Greene, *Crusea longiflora*, *Cunila pycnantha* B.L. Rob. & Greenm., *Manfreda pringlei* Rose, *Marina scopa* Barneby, *Periptera punicea* (Lag.) DC., *Arenaria lanuginosa*, *Astragalus radicans* Hornem., *Bletia roezlii* Rehb. f., *Bonplandia geminiflora*, *Desmodium uncinatum*, *Eriosema diffusum* (Kunth) G. Don, *Piqueria triflora*, *Psacalium megaphyllum* (B.L. Rob. & Greenm.) Rydb., *Salvia thyrsiflora*, *Tephrosia diversifolia*, *Triumfetta galeottiana* y los helechos: *Adiantum andicola*, *A. patens* Willd., *Bommeria pedata*, *Myriopteris aurea* (Poir.) Grusz & Windham, *M. myriophylla* y *Phlebodium areolatum*. Debido a las cortezas gruesas y fisuradas de los encinos, están presentes y muy bien establecidas las plantas epífitas: *Asplenium praemorsum* Sw., *Nephrolepis undulata* (Afzel. ex Sw.) J. Sm., *Pechuma ferruginea*, *Pleopeltis crassinervata*, *P. furfuracea* (Schltdl. & Cham.) A. R. Sm. & Tejero, *Encyclia adenocaula*, *Laelia autumnalis*, *Maxillaria variabilis* Bateman ex Lindl., *Oncidium suave*, *Prosthechea squalida* (Lex.) Soto Arenas & Salazar, *Peperomia dendrophila*, *P. galioides*, *Tillandsia dugesii*, *T. prodigiosa* y *T. schiedeana*. Las trepadoras que se encuentran más frecuentemente en lugares húmedos y sombreados dentro del bosque de *Quercus* son: *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze y *Vitis tiliifolia* Humb. & Bonpl. ex Schult., mientras que en lugares más abiertos se desarrollan especies como *Canavalia villosa* Benth., *Ipomoea urbinei* House, *Phaseolus jaliscanus* Piper y *Rynchosia discolor* M. Martens & Galeotti.

Bosque tropical caducifolio. Este tipo de vegetación ocupa el segundo lugar en extensión dentro del área de estudio con aproximadamente 3.8 km². Se desarrolla en la parte sur y sureste en un intervalo altitudinal que va de 1,430 a 1,513 m, y a diferencia de los otros tipos de vegetación, es difícil definir los elementos dominantes de esta asociación, ya que no hay especies que presenten una clara dominancia. Cuenta con un estrato arbóreo de 4 a 12 m de altura donde se encuentran especies como: *Balmea stormae*, *Bocconia arborea* S. Watson, *Bursera grandifolia* (Schltdl.) Engl., *B. roseana* Rzed., Calderón & Medina, *Clusia salvinii*, *Ehretia latifolia* Loisel., *Eysenhardtia platycarpa* Pennell & Saff., *Ficus membranacea* C. Wright, *F. velutina* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Juglans major* (Torr.) A. Heller, *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth., *Plumeria rubra* L., y *Tecoma stans*; además de algunos elementos de bosque de coníferas y bosque de *Quercus* como: *Guarea glabra* Vahl, *Pinus montezumae* Lamb., *P. oocarpa* y *Quercus magnoliifolia* Née. El estrato arbustivo tiene una altura de 1.5 a 2.5 m; se encuentra en lugares abiertos, en laderas o sobre las rocas. Algunas especies frecuentes son: *Acaciella angustissima* var. *angustissima*, *Asterohyptis stellulata*, *Calliandra grandiflora*, *Dodonaea viscosa* Jacq., *Lagascea helianthifolia*, *Montanoa bipinnatifida* (Kunth) K. Koch, *M. frutescens* Mairet ex DC., *Myriocarpa brachystachys*, *Rhus terebinthifolia* y *Solanum erianthum* D. Don. El estrato herbáceo está compuesto por especies de 15 cm a 1.2 m de altura, que se encuentran en todos los lugares disponibles: laderas, cañadas y entre las rocas. Algunas de las hierbas son: *Acmella radicans* (Jacq.) R.K. Jansen, *Arenaria lanuginosa*, *Arisaema macrospatum* Benth., *Begonia uruapensis* Sessé & Moc., *Bonplandia geminiflora*, *Callisia repens*, *Crusea hispida* (Mill.) B.L. Rob., *Drymaria laxiflora* Benth., *Galeana pratensis* (Kunth) Rydb., *Achyranthes aspera* L., *Carminatia recondita* McVaugh, *Heteropogon melanocarpus* (Elliott) Benth., *Klaprothia fasciculata* (C. Presl) Poston, *Ponthieva racemosa* (Walter) C. Mohr, *Psacalium megaphyllum*, *Sida haenkeana*, *Stellaria cuspidata*

Willd. ex D.F.K. Schltdl., *Tripogandra amplexans* Handlos y *T. amplexicaulis* (Klotzsch ex C.B. Clarke) Woodson. La presencia de helechos en el bosque tropical caducifolio es muy baja; sin embargo, algunas de las especies que se localizaron en zonas sombreadas y húmedas, sobre todo en pequeñas cañadas o en los espacios que hay entre las rocas son: *Asplenium formosum* Willd., *Dryopteris maxonii*, *D. rossii* C. Chr., *Phlebodium areolatum*, *Adiantum patens*, *Anogramma leptophylla* (L.) Link, *Cheilanthes farinosa* (Forssk.) Kaulf. y *Myriopteris lendigera* (Cav.) J. Sm. Las epífitas son escasas y solo algunas especies de *Bursera* Jacq. ex L., *Clusia salvinii* y *Quercus magnoliifolia* brindan las condiciones idóneas para que se establezcan especies como: *Barkeria obovata* (C. Presl) Christenson, *Guarianthe aurantiaca* (Bateman ex Lindl.) Dressler & W.E. Higgins, *Polypodium fraternum* Schltdl. & Cham., *Scaphyglottis sessilis* (Rchb. f.) Foldats, *Tillandsia jalisco-monticola*, *T. juncea*, *T. seleriana* Mez y *Trichocentrum brachyphyllum* (Lindl.) R. Jiménez. Por su parte, las plantas trepadoras se encuentran en lugares tanto abiertos como cerrados y húmedos, de las cuales se pueden nombrar: *Dioscorea lobata* Uline, *D. militaris* B.L. Rob., *Gaudichaudia cynanchoides* Kunth, *Gonolobus grandiflorus* (Cav.) R. Br. ex Schult., *Ipomoea santillanii* O'Donell, *Jacquemontia pentanthos* (Jacq.) G. Don, *Parthenocissus quinquefolia*, *Passiflora porphyretica* Mast., *Serjania subtriplinervis* Radlk. y *Vitis tiliifolia*. Cabe destacar que este tipo de vegetación cuenta con un número considerable de especies que solo se observaron en esta zona del malpaís, tales son: *Achyranthes aspera*, *Barkeria obovata*, *Begonia uruapensis*, *Bursera roseana*, *Carminatia recondita*, *Echeveria yalmanantlanensis*, *Ehretia latifolia*, *Eysenhardtia platycarpa*, *Guarea glabra*, *Heteropogon melanocarpus*, *Ipomoea santillanii*, *Jacquemontia pentanthos*, *Klaprothia fasciculata*, *Passiflora porphyretica*, *Pilea quercifolia* Killip, *Plumeria rubra*, *Ponthieva racemosa*, *Scaphyglottis sessilis*, *Serjania subtriplinervis*, *Solanum erianthum*, *Tillandsia seleriana* y *Trichocentrum brachyphyllum*.

Bosque mesófilo de montaña. Este tipo de vegetación se encuentra en un intervalo altitudinal que va de 1,490 a 1,535 m, y abarca una superficie aproximada de 1.02 km², cuenta con un cuerpo de agua permanente, el cual le provee humedad durante todo el año. La presencia de especies arbóreas en este tipo de vegetación es relativamente poca con respecto a los otros tipos, sin embargo, se puede definir una asociación formada por *Inga eriocarpa*, *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch. y *Quercus magnoliifolia*. El estrato arbóreo mide de 8 a 18 m, con árboles manteniéndose siempre verdes, con abundantes ramas que impiden que los rayos del sol lleguen al suelo, por lo que la mayor parte del año se mantiene húmedo y oscuro. Algunas de las especies de árboles presentes son: *Clusia salvinii*, *Ficus membranacea*, *F. petiolaris* Kunth, *Hedyosmum mexicanum* C. Cordem., *Oreopanax echinops* (Schltdl. & Cham.) Decne. & Planch., *O. peltatus* y *Parathesis villosa* Lundell. El estrato arbustivo tiene una altura de 1.2 a 4 m, y está formado por especies como: *Cestrum tomentosum*, *Fuchsia arborescens* Sims, *Malvaviscus arboreus* Cav., *Montanoa frutescens*, *Myrsine coriacea*, *Photinia microcarpa*, *Piper uhdei* C. DC., *Roldana chapalensis* y *Solanum aligerum* Schltdl. Las hierbas tienen una altura que va de 15 cm a 1.2 m, y debido a la humedad que existe, algunas especies cuentan con tallos y raíces carnosos. Las especies herbáceas más frecuentes que se encontraron son: *Achimenes antirrhina*, *Callisia repens*, *Govenia lagenophora* Lindl., *Hymenostephium cordatum* (Hook. & Arn.) S.F. Blake, *Iresine interrupta*, *Oplismenus hirtellus*, *Commelina coelestis* Willd., *C. diffusa*, *Lasiacis procerrima* (Hack.) Hitchc., *Lasianthaea aurea* (D. Don) K.M. Becker, *Tradescantia zanoniana* (L.) Sw., *Viguiera dentata* (Cav.) Spreng. y helechos como *Adiantum capillus-veneris* L., *A. concinnum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Anemia phyllitidis* (L.) Sw., *Asplenium salicifolium* L., *Blechnum occidentale* L., *Dennstaedtia globulifera* (Poir.) Hieron., *Pteris quadriaurita* Retz. y *Thelypteris* sp. El grupo de plantas epífitas está representado por: *Asplenium praemorsum*, *Nephrolepis undulata*, *Oncidium hastatum*, *Pecluma ferruginea*, *Peperomia galioides*, *P. dendrophila*, *Pleopeltis crassinervata*, *P. thyssanolepis* (A. Braun ex Klotzsch) E. G. Andrews & Windham, *Polypodium fraternum* y *Tillandsia prodigiosa*. En cuanto a las especies trepadoras, como *Celastrus pringlei* Rose, *Dioscorea alata* L., *D. convolvulacea* Schltdl. & Cham., *D. galeottiana* Kunth, *Gonolobus grandiflorus*, *Passiflora subpeltata* Ortega, *Parthenocissus quinquefolia* y *Vitis tiliifolia*, se pueden encontrar tanto sobre los árboles como sobre los arbustos. Especies como *Hedyosmum mexicanum*, *Parathesis villosa*, *Tradescantia zanoniana*, *Anemia phyllitidis*, *Dennstaedtia globulifera* y *Pteris quadriaurita*, son exclusivas a este tipo de vegetación dentro del malpaís.

Discusión

Riqueza florística. La flora del malpaís de SAC está conformada por 544 especies, lo que equivale al 9.2 % de la riqueza florística del estado de Michoacán, la cual se calcula en 5,885 especies (Villaseñor 2016). Las angiospermas representan el grupo más diverso con el 88.5 % del total de la flora registrada para la zona de estudio; lo que no es raro, ya que de acuerdo a Villaseñor (2016), las plantas con flor representan el 94.9 % de la flora de México.

Las familias más diversas encontradas en el área de estudio (Asteraceae, Fabaceae, Orchidaceae, Poaceae, Pteridaceae) mantienen una tendencia similar a la reportada tanto a nivel nacional (Villaseñor 2016), como estatal (Zamudio & Carranza 2019). Asteraceae presenta la mayor riqueza probablemente como resultado de ser la más diversa del país, ya que se desarrolla en todo el territorio mexicano y en todos los tipos de vegetación, desde zonas costeras hasta las más altas montañas; además de su eficiente capacidad de dispersión y su gran plasticidad genética (Villaseñor 2018). En el caso de los helechos, Pteridaceae es la familia más diversa en la flora del malpaís de SAC, entre las familias de helechos coincide con los resultados reportados en Arreguín *et al.* (2004), Zavala-Álvarez (2006), Ramírez-Cruz *et al.* (2009), Suárez-Soria (2012) y Martínez-Salas & Ramos (2014); lo que coincide con su posición también a nivel nacional (Martínez-Salas & Ramos 2014, Villaseñor 2016); además, su área de distribución en el país es mayor en comparación con otras familias de helechos (Mickel & Smith 2004). En general y sin atender el orden, las familias más diversas de la zona del malpaís de San Andrés Corú son las mismas que las reportadas en trabajos previos ya sea en zonas de malpaís (Molina-Paniagua & Zamudio 2010, Silva-Sáenz 2017), así como en otras áreas del estado (Medina & Rodríguez 1993, Pérez-Calix 1996, García-Ruiz *et al.* 1998, Medina *et al.* 2000, Cornejo-Tenorio *et al.* 2003, 2013, Contreras-León & Silva-Sáenz 2020, Steinmann 2021).

Respecto a los géneros, resaltan por su número de especies *Desmodium*, *Tillandsia*, *Euphorbia* y *Salvia*. De acuerdo con Villaseñor (2016) y Zamudio & Carranza (2019), estos cuatro géneros representan grupos muy diversos tanto en la flora de México como de Michoacán. Varios autores consideran a México como centro de diversificación para estos géneros. Por ejemplo, *Desmodium* tiene una amplia diversidad en México (Torres-Colín *et al.* 2011), con aproximadamente 110 especies (Villaseñor 2016), por lo que es considerado uno de los dos centros de diversidad más importantes para este género (Vanni 2001). Por su parte, Martínez-Gordillo *et al.* (2002) y Steinmann (2002) reportan a *Euphorbia* como el género con más especies de la familia Euphorbiaceae en México, mientras que Villaseñor (2016) y Zamudio & Carranza (2019) lo ubican como el segundo más diverso en la flora del país y del estado, respectivamente. De acuerdo con López-Ferrari & Espejo-Serna (2007) *Tillandsia* es el género de monocotiledóneas mexicanas con el mayor número de taxa; y el tercero a nivel nacional en cuestión de diversidad de especies (Villaseñor 2016), con un centro de diversificación en la parte centro y sur del país (Flores-Cruz & Diego-Escobar 2008). Mientras que *Salvia* ostenta el primer lugar en número de especies en México (Villaseñor 2016), y el tercero en la entidad (Zamudio & Carranza 2019), por lo que el país es considerado una de las áreas con mayor diversidad de este género en el mundo; siendo las zonas montañosas del centro y sur, las que presentan el mayor número de especies (Cornejo-Tenorio & Ibarra-Manríquez 2011). Específicamente en el estado de Michoacán, el género *Salvia* concentra el 58.6 % de la riqueza de la familia Lamiaceae, superando considerablemente al resto de los géneros (Lara-Cabrera *et al.* 2016).

Formas de crecimiento. Villaseñor & Ortiz (2014), registran la forma de crecimiento herbácea como la más diversa para la flora de México, seguida de los arbustos, árboles y epífitas. En la zona del malpaís de SAC, también las herbáceas, seguidas de los arbustos son las formas de crecimiento con mayor número de especies; sin embargo, las epífitas (74 spp.) superan en número a los árboles (53 spp.). Lo anterior podría deberse a la presencia de grandes ejemplares de árboles, en especial del género *Quercus*, aunado a la alta humedad, factores que brindan las condiciones necesarias para el establecimiento de especies de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Polypodiaceae, muchas de las cuales son epífitas (Rzedowski *et al.* 2005, Tejero-Díez 2009, Mathieu *et al.* 2011, Espejo-Serna & López-Ferrari 2018), además de que han desarrollado estrategias y adaptaciones que les permiten habitar este tipo de ambientes con gran éxito (Ceja-Romero *et al.* 2008, Tejero-Díez 2009). Estas cuatro familias tienden a ser similares

en cuanto a ser las más diversas en especies epífitas a las reportadas por Ceja-Romero *et al.* (2012) para una zona cercana al área de estudio.

Similitud florística e índice de biodiversidad taxonómica. De acuerdo con el índice de similitud de Sorensen (IS) (Franco *et al.* 1985), la flora presente en el malpaís de SAC tiene mayor afinidad con la encontrada en el pedregal de Arocutín (Molina-Paniagua & Zamudio 2010). Esto se podría explicar debido a que tienen áreas relativamente grandes (19.8 y 31 km², respectivamente), se encuentran más cerca una de la otra con respecto a las demás zonas comparadas (24 km aprox.), ambas presentan roca basáltica en su lecho rocoso y cuentan con vegetación similar como, por ejemplo: el bosque de encino formado por la asociación de *Quercus castanea* y *Q. obtusata*. Por otro lado, el índice de biodiversidad taxonómica (IB) indica que la zona de estudio tiene un valor superior a los encontrados en los pedregales de Arocutín (Molina-Paniagua & Zamudio 2010) y San Ángel (Rzedowski 1954), pero menor a los que se presentan en los pedregales de Huaniqueo (Silva-Sáenz 2017) y Chichinautzin (Espinosa-Garduño 1962) (Tabla 4). Estas diferencias pueden obedecer a que los dos últimos, aunque abarcan áreas muy pequeñas (5 y 3 km² respectivamente) en comparación con la zona del malpaís de SAC (19.8 km²), presentan mayor diversidad de tipos de vegetación como: bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo, bosque de encino y pastizal secundario, lo que puede incidir en su alta riqueza.

Endemismos. Las 158 especies endémicas a México presentes en el malpaís de SAC representan el 1.3 % de las 11,600 registradas por Villaseñor (2016). Mientras que el mismo número equivale al 6.1 % de la flora endémica concentrada solo en el estado de Michoacán, la cual se estima en 2,588 especies (Villaseñor 2016). Dado que la zona de estudio se encuentra dentro del Eje Neovolcánico Transversal, uno de los lugares más explorados dentro del país, de donde se reportan 544 especies exclusivas a su área (Rzedowski 2020a), se esperaría la presencia en el malpaís de SAC de un número considerable de especies endémicas a esta región; sin embargo, solo se encontraron tres: *Arracacia rigida* J.M. Coult. & Rose, *Echeveria coruana* y *Microspermum michoacanum* (R.M. King) B.L. Turner. La presencia en el área de estudio de especies endémicas a Michoacán es aún menor; de las 85 registradas por Villaseñor (2016) y de las 172 por Rzedowski (2020b), *Echeveria coruana* es la única especie presente en el malpaís de SAC (García-Ruiz *et al.* 2016, Rzedowski 2020b). El bajo número de especies propias al estado puede ser resultado de su distribución, ya que de acuerdo con Zamudio & Carranza (2019) y Rzedowski (2020b), la mayoría de las especies endémicas a Michoacán se concentran en la Depresión del Balsas-Tepalcatepec, Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera, ambientes con afinidades tropicales muy diferentes a las características presentes en la zona del malpaís de SAC.

Especies en riesgo. Según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), nueve de las especies enlistadas en el presente trabajo se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo; mientras que seis tienen categorías de amenaza propuestas por la Lista Roja de la IUCN (IUCN 2021). Solo *Balmea stormiae* tiene categoría de riesgo tanto en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en la Lista Roja de la IUCN. De acuerdo con Martínez-Salas *et al.* (2017) su distribución abarca algunos de los estados del centro de México y se extiende hasta El Salvador; y dentro de sus poblaciones, los individuos se encuentran aislados unos de otros, sus hábitats son muy localizados y específicos, sobre todo en afloramientos rocosos. Además, en la actualidad ha sido bastante sobreexplotada, por lo que se considera una de las especies con mayor riesgo de extinción. Por su parte, las orquídeas representan uno de los grupos de plantas vasculares con más especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), por lo que no es raro que cuatro de las encontradas en la zona del malpaís de SAC (7.8 % de las especies) se cataloguen como amenazadas; ya que las poblaciones naturales de orquídeas han sido fuertemente diezmadas debido a la fuerte extracción llevada a cabo por coleccionistas y por la destrucción de sus hábitats (Jiménez *et al.* 1998).

Especies excluidas. El malpaís de SAC ha sido sometido a diversas actividades que a través de los años han ido alterando la estructura de la vegetación; éstas podrían ser algunas de las causas que llevaron a no encontrar las especies

que con anterioridad ya habían sido registradas para la zona; además, los ejemplares consultados tienen fechas de colecta relativamente antiguas y carecen de datos de geolocalización precisos, por lo que tal vez las zonas en que se registraron por primera vez ya no cuentan con las características que en su momento presentaban. Sin embargo, no se excluye la posibilidad de volver a encontrarlas.

Vegetación. De acuerdo con Rzedowski (2006) los pinares y encinares tienen similitud en sus exigencias ecológicas, dando como resultado que ambos tipos de vegetación ocupen nichos muy similares llegando a formar bosques mixtos. Estos bosques albergan la más alta diversidad florística de México, ya que contribuyen con casi una cuarta parte de la flora nacional (Rzedowski 1991, González-Elizondo *et al.* 2012). Por otra parte, en el bosque mesófilo de montaña presente en la zona de estudio existen especies herbáceas que según Villaseñor (2010), han sido reportadas como elementos comunes para este tipo de vegetación, entre ellas: *Anemia phyllitidis*, *Dennstaedtia globulifera*, *Pteris quadriaurita* y *Tradescantia zanonii*; mientras que algunos de los árboles y arbustos presentes que también han sido catalogados como característicos a este tipo de hábitats por Villaseñor (2010) y González-Espinosa *et al.* (2011), son: *Clusia salvinii*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus membranacea*, *Fuchsia arborescens*, *Hedyosmum mexicanum*, *Myrsine coriacea*, *Oreopanax echinops*, *O. peltatus*, *Parathesis villosa*, *Photinia microcarpa* y *Solanum aligerum*. Con este trabajo se reporta por primera vez para el municipio de Ziracuaretiro el bosque mesófilo de montaña, el cual había sido reportado para Uruapan y Tingambato (Villaseñor 2010), municipios aledaños. El descubrimiento de este tipo de vegetación en el área de estudio suma a su conocimiento y representa un incremento en superficie para lo ya estimado en el estado.

Los resultados de esta investigación suman información al conocimiento de la biodiversidad en zonas de pedregal de la región. Además, el descubrimiento de la presencia en el malpaís de SAC de bosque mesófilo de montaña, tipo de vegetación con muy poca cobertura en el país, así como el registro de 14 especies en riesgo, es información fundamental para realizar acciones de conservación. Sin embargo, el descubrimiento de una especie nueva para la ciencia indica que el conocimiento de la flora del área de estudio aún dista de estar completo.

Actualmente, la vegetación del malpaís de SAC ha sido sometida a fuertes cambios en su estructura debido a actividades humanas como extracción de piedra, incendios forestales, deforestación; pero sobre todo, al cambio de uso de suelo para el establecimiento de cultivos de aguacate. Esto hace necesario implementar estrategias que regulen las actividades que infieran directamente en la degradación de la diversidad biológica del malpaís. También es necesario continuar con investigaciones; no solo florísticas, sino ecológicas, faunísticas y forestales que ayuden en la mejora y conservación de la zona del malpaís de SAC. Se espera que los resultados del presente trabajo representen un recurso de importancia para la toma de futuras decisiones que permitan un manejo sostenible de los recursos naturales que aseguren su preservación.

Material suplementario

El material suplementario de este artículo puede ser consultado aquí: <https://doi.org/10.17129/botsci.3153>

Agradecimientos

Los autores agradecen la ayuda brindada a los diferentes especialistas que tuvieron a bien identificar algunos de los ejemplares botánicos recolectados: P. Carrillo (Crassulaceae), R. Medina (*Bursera*), M. E. Samain (*Peperomia*), A. Rodríguez (Solanaceae), S. Zamudio y E. Carranza (Diversos grupos). Gracias a V. W. Steinmann por su ayuda en la identificación de las especies de *Euphorbia*, así como por sus atinados comentarios que enriquecieron la presentación de los resultados. A I. García por las observaciones que ayudaron a mejorar el manuscrito final. Al curador del herbario IEB por facilitar los ejemplares depositados en la colección. A J. Figueroa y J. Meza quienes apoyaron como guías en las salidas al campo. Agradecimientos especiales al editor de sección y a los revisores anónimos por su valiosa contribución en la mejora de este trabajo. Y finalmente a las autoridades ejidales de San Andrés Corú

por permitir el desarrollo del proyecto dentro de su propiedad. El trabajo fue financiado con recursos de los propios autores.

Literatura citada

- Alcántar-Mejía J, Carranza-González E, Cuevas-García G, Cuevas-García E. 2012. Distribución geográfica y ecológica de *Ipomoea* (Convolvulaceae) en el estado de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **83**: 731-741. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.3.1263>
- Almeda F. 1993. Melastomataceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **10**: 1-36. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.137.1993.10>
- Alvarado-Cárdenas LO, Morales JF. 2014. El género *Mandevilla* (Apocynaceae: Apocynoideae, Mesechiteae) en México. *Botanical Sciences* **92**: 59-79. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.28>
- APG [The Angiosperm Phylogeny Group]. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* **181**: 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Arreguín ML, Fernández R, Quiroz DL. 2004. *Pteridoflora del Valle de México*. México: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. ISBN: 970-36-0187-1
- Ballard HE. 1994. Violaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **31**: 1-38. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.231.1994.31>
- Beaman JH. 1960. Vascular plants on the cinder cone of Parícutín volcano in 1958. *Rhodora* **62**: 175-186.
- Beaman JH. 1961. Vascular plants on the cinder cone of Parícutín volcano in 1960. *Rhodora* **63**: 340-345.
- Bollo M, Espinoza A, Hernández G, Hernández JR. 2019. *Las regiones fisicogeográficas de Michoacán de Ocampo*. México: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 978-607-30-1028-3.
- Borhidi A. 2006. *Rubiáceas de México*. Budapest: Akadémiai Kiadó. ISBN: 978 963 05 8265 0
- Borhidi A, Diego-Pérez N. 2010. *Crusea* (Spermacoceae: Rubiaceae). *Flora de Guerrero*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias **41**: 1-43. ISBN 978-607-02-1638-1
- Bravo-Hollis H. 1961. Una visita excursión al pedregal cercano a Tacámbaro, Michoacán. *Cactáceas y suculentas mexicanas* **3**: 53-59.
- Calderón de Rzedowski G. 1998. Orobanchaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **69**: 1-11. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.276.1998.69>
- Calderón de Rzedowski G. 2002. Tropaeolaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **103**: 1-9. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.217.2002.103>
- Calderón de Rzedowski G. 2006. Chloranthaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **141**: 1-7. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.107.2006.141>
- Calderón de Rzedowski G, Rzedowski J. 1994. Smilacaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **26**: 1-23. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.226.1994.26>
- Calderón de Rzedowski G, Rzedowski J. 2004. Manual de malezas de la región de Salvatierra, Guanajuato. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **XX**: 1-316. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.162.2004.XX>
- Calderón de Rzedowski G, Rzedowski J. 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Pátzcuaro, Michoacán, México: Instituto de Ecología, A. C. / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 970-9000-17-9
- Calderón de Rzedowski G, Rzedowski J. 2006. Sapindaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **142**: 1-70. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.106.2006.142>
- Calderón de Rzedowski G, Rzedowski J, MacDougal JM. 2004. Passifloraceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **121**: 1-49. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.189.2004.121>
- Carranza-González E. 1996. Garryaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **49**: 1-16. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.250.1996.49>

- Carranza-González E. 2004. Aquifoliaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **127**: 1-26. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.121.2004.127>
- Carranza-González E. 2007. Convolvulaceae I. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **151**: 1-131. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.97.2007.151>
- Carranza-González E. 2008a. Convolvulaceae II. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **155**: 1-109. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.93.2008.155>
- Carranza-González E. 2008b. Diversidad del género *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) en el estado de Michoacán, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **XXIII**: 1-123. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.165.2008.XXIII>
- Castillejos C, Solano E. 2008. Polygonaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **153**: 1-51. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.95.2008.153>
- Castillo-Campos G, Dávila-Aranda P, Zavala-Hurtado JA. 2007. La selva baja caducifolia en una corriente de lava volcánica en el centro de Veracruz: lista florística de la flora vascular. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **80**: 77-104. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1747>
- Ceja-Romero J, Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, García-Cruz J, Mendoza-Ruiz A, Pérez-García B. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias* **91**: 34-41.
- Ceja-Romero J, Espejo-Serna A, García-Cruz J, López-Ferrari AR, Mendoza-Ruiz A, Pérez-García B. 2012. Epífitas vasculares del Bajío y de Regiones Adyacentes. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **XXVIII**: 1-53. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.169.2012.XXVIII>
- Chávez MA, Guevara-Féfer F. 2003. Flora arvense asociada al cultivo de maíz de temporal en el Valle de Morelia, Michoacán, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **XIX**: 1-24. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.161.2003.XIX>
- Chávez-Carmona A. 1999. *Flora de dos pedregales de la cuenca del Lago de Pátzcuaro: Arocútin y Sur de Pátzcuaro*. Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, AC. Pátzcuaro, Michoacán.
- Chevrel MO, Siebe C, Guilbaud M-N, Salinas S. 2016. The AD 1250 El Metate shield volcano (Michoacán): Mexico's most voluminous Holocene eruption and its significance for archaeology and hazards. *The Holocene* **26**: 471-488. DOI: <https://doi.org/10.1177/0959683615609757>
- Christenhusz MJM, Reveal JL, Farjon A, Gardner MF, Mill RR, Chase MW. 2011. A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. *Phytotaxa* **19**: 55-70. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.19.1.3>
- Contreras-León J, Silva-Sáenz P. 2020. Inventario florístico y vegetación del cráter de la Alberca de Teremendo, Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana* **127**: e1561. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm127.2020.1561>
- Cornejo-Tenorio G, Casas A, Farfán B, Villaseñor JL, Ibarra-Manríquez G. 2003. Flora y vegetación de las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **73**: 43-62. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1678>
- Cornejo-Tenorio G, Ibarra-Manríquez G. 2011. Diversidad y distribución del género *Salvia* (Lamiaceae) en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**: 1279-1296. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.668>
- Cornejo-Tenorio G, Sánchez-García E, Flores-Tolentino M, Santana-Michel FJ, Ibarra-Manríquez G. 2013. Flora y vegetación del cerro El Águila, Michoacán, México. *Botanical Sciences* **91**: 155-180. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.411>
- Croat TB, Carlsen M. 2003. Araceae. *Flora del Bajío de Regiones Adyacentes* **114**: 1-41. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.199.2003.114>
- Daniel TF, Acosta S. 2003. Acanthaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **117**: 1-177. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.193.2003.117>
- Díaz-Barriga H. 1993. Symplocaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **19**: 1-6. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.180.1993.19>
- Díaz-Barriga H, Bello MA. 1993. *Contribución al conocimiento de la flora de la cuenca del Lago de Pátzcuaro*. Uruapan, México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.

- Diego-Pérez N. 1997. *Cyperaceae. Flora de Guerrero*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. ISBN 968-36-5964-0
- Diego-Pérez N. 2005. *Loasaceae. Flora de Guerrero*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. ISBN 970-32-2750-3
- Diego-Pérez N. 2011. *Sterculiaceae. Flora de Guerrero*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. ISBN 978-607-02-2787-5
- Eggler AW. 1948. Plant communities in the vicinity of the volcano El Parícutin, Mexico, after two and half years of eruption. *Ecology* **29**: 415-436. DOI: <https://doi.org/10.2307/1932635>
- Eggler AW. 1959. Manner of invasion of volcanic deposits by plants with further evidence from Parícutin and Jorullo. *Ecological Monographs* **29**: 267-284. DOI: <https://doi.org/10.2307/1942281>
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Ceja-Romero J. 2009. Commelinaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **162**: 1-122. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.84.2009.162>
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Ramírez-Morillo I. 2010. Bromeliaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **165**: 1-145. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.81.2010.165>
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR. 2018. La familia Bromeliaceae en México. *Botanical Sciences* **96**: 533-554. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1918>
- Espinosa-Garduño J. 1962. Vegetación de una corriente de lava de formación reciente, localizada en el declive meridional de la Sierra de Chichinautzin. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **27**: 67-126. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1078>
- Flores-Cruz M, Diego-Escobar MV. 2008. Una nueva especie de *Tillandsia* (Bromeliaceae) de Guerrero, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **82**: 15-20. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1778>
- Font Quer P. 1953. *Diccionario de Botánica*. Barcelona, España: Península. ISBN: 8433558048
- Franco LJ, Agüero G, Ramírez AR, Salgado NN, Martínez GF, Miranda EK, Colon SS, Arenas LA, Sánchez MB, Aguilar IW. 1985. *Manual de ecología*. México, DF: Editorial Trillas.
- Fryxell PA. 1993. Malvaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **16**: 1-174. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.177.1993.16>
- Galván R, Martínez Y. 2006. Alstroemeriaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **144**: 1-11. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.104.2006.144>
- García E. 1987. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México, DF: Talleres Larios.
- García-Ruiz I, Nava J, Flores RE, Chazaro M, Machuca JA, Del Río E. 1998. *Flora del Parque Nacional Pico de Tancitaro, Michoacán*. Michoacán: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 968-5762-01-5
- García-Ruiz I, Valentín-Martínez D, Carrillo-Reyes P, Costea M. 2016. Taxonomic and floristic novelties for *Echeveria* (Crassulaceae) in Central Michoacan, Mexico. *PhytoKeys* **75**: 1-12. DOI: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.75.9198>
- Gentry JL, Standley PC. 1974. *Flora of Guatemala*. Fieldiana: Botany, Part X. Field Museum of Natural History, 1-51.
- González-Elizondo MS, González-Elizondo M, Tena-Flores JA, Raucho-González L, López-Enríquez IL. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una síntesis. *Acta Botanica Mexicana* **100**: 351-403. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm100.2012.40>
- González-Espinosa M, Meave JA, Lorea-Hernández FG, Ibarra-Manríquez G, Newton AC. 2011. *The Red List of Mexican Cloud Forest Trees*. Cambridge, Reino Unido: Fauna and Flora International. ISBN: 9781903703281
- González MS, González M. 2014. Ericaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **183**: 1-128. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.62.2014.183>
- González-Tamayo R, Cuevas-Figueroa XM. 2006. Apuntes para el estudio de las habenarias mexicanas con flores blancas (Orchidaceae). *Ibugana Boletín del Instituto de Botánica* **12**: 3-44.
- Graham SA. 1994. Lythraceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **24**: 1-62. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.224.1994.24>

- Ibarra-Manríquez G, Cornejo-Tenorio G, González-Castañeda N, Piedra-Malagón EM, Luna A. 2012. El género *Ficus* L. (Moraceae) en México. *Botanical Sciences* **90**: 389-425. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.472>
- INECC [Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático]. 2022. El Pedregal: mar de lava, refugio de flora y fauna. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/379/pedregal.html> (accessed June, 2022).
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática]. 1985. *Síntesis geográfica del estado de Michoacán*. DF, México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- IUCN [International Union for Conservation of Nature]. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2. <https://www.iucnredlist.org/es> (accessed November, 2021).
- Jiménez R, Sánchez LM, García-Cruz J. 1998. Familia Orchidaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **67**: 1-83. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.274.1998.67>
- Labat JN. 1988. *Végétation du nord-ouest du Michoacán (Mexique): écologie, composition floristique et structure des groupements végétaux*. PhD Thesis. Université de Paris.
- Lara-Cabrera SI, Bedolla-García BY, Zamudio S, Dominguez-Vázquez G. 2016. Diversidad de Lamiaceae en el estado de Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana* **116**: 107-149. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm116.2016.1120>
- Lira R. 2001. Cucurbitaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **92**: 1-120. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.301.2001.92>
- López-Ferrari AR. 1989. *Araliaceae. Flora de Guerrero*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. ISBN 968-36-0766-7
- López-Ferrari AR. 1993. Araliaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **20**: 1-16. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.181.1993.20>
- López-Ferrari AR, Espejo-Serna A. 2007. *Tillandsia borealis* (bromeliaceae), una nueva especie del norte de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **80**: 63-71. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1745>
- Lot A, Chiang F. 1986. *Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. México: Consejo Nacional de la Flora de México. ISBN: 9686144005
- Lozada-Pérez L. 2010. *Turneraceae. Flora de Guerrero*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. ISBN 798-607-02-1998-6
- Lozada-Pérez L, Diego-Pérez N. 2018. *Passifloraceae. Flora de Guerrero*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. ISBN 978-607-30-0280-6
- Martínez M, Hernández L. 2013. Cruciferae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **179**: 1-49. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.67.2013.179>
- Martínez M, Vargas-Ponce O, Rodríguez A, Chiang F, Ocegueda S. 2017. Solanaceae family in Mexico. *Botanical Sciences* **95**: 131-145. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.658>
- Martínez de la Cruz I, Vibrans H, Lozada-Pérez L, Romero-Manzanares A, Aguilera-Gómez LI, Rivas-Manzano IV. 2015. Plantas ruderales del área urbana de Malinalco, Estado de México, México. *Botanical Sciences* **93**: 907-919. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.213>
- Martínez-Gordillo M, Jiménez-Ramírez J, Cruz-Duran R, Juárez-Arriaga E, García R, Cervantes A, Mejía-Hernández R. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* **73**: 155-281.
- Martínez-Gordillo M, Bedolla-García B, Cornejo-Tenorio G, Fragoso-Martínez I, García-Peña M del R, González-Gallegos JG, Lara-Cabrera SI, Zamudio S. 2017. Lamiaceae de México. *Botanical Sciences* **95**: 780-806. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1871>
- Martínez-Salas E, Ramos CH. 2014. Biodiversidad de Pteridophyta en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **85**: 110-113. DOI: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.31827>
- Martínez-Salas E, Oldfield S, Samain M-S. 2017. *Balmea stormiae*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T61532862A61532866. DOI: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T61532862A61532866.en>
- Mathieu G, Symmank L, Callejas R, Wanke S, Neinhuis C, Goetghebeur P, Samain M-S. 2011. New geophytic

- Peperomia* (Piperaceae) species from Mexico, Belize and Costa Rica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**: 357-382. DOI: <https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2011.2.1199>
- McVaugh R. 1984. Compositae. In: Anderson W, ed. *Flora Novo-Galiciana 12*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1-1157. ISBN: 0-472-04812-0
- McVaugh R. 1985. Orchidaceae. In: Anderson W, ed. *Flora Novo-Galiciana 16*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1-363. ISBN: 0-472-04816-3
- McVaugh R. 1987. Leguminosae. In: Anderson W, ed. *Flora Novo-Galiciana 5*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1-786. ISBN: 0-472-04968-2
- McVaugh R. 1989. Bromeliaceae to Dioscoreaceae. In: Anderson W, ed. *Flora Novo-Galiciana 15*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1-398. ISBN: 0-9620733-0-X
- McVaugh R. 2001. Ochnaceae to Loasaceae. In: Anderson W, ed. *Flora Novo-Galiciana 3*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1-751. ISBN: 0-9620733-5-0
- Medina C, Rodríguez LS. 1993. Estudio florístico de la cuenca del río chiquito de Morelia, Michoacán, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **IV**: 1-71. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.146.1993.IV>
- Medina C, Guevara-Féfer F, Martínez MA, Silva-Sáenz P, Chávez-Carbajal MA, García I. Estudio florístico en el área de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana* **52**: 5-41. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm52.2000.853>
- Mickel JT, Smith A. 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **1**: 1-1054.
- Molina-Paniagua ME, Zamudio S. 2010. Estudio florístico del pedregal de Arocután, en la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **XXV**: 1-50. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.167.2010.XXV>
- Molina-Paniagua ME, Lorea-Hernández FG. 2011. Celastraceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **171**: 1-42. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.75.2011.171>
- Nava-López M, Jujnovsky J, Salinas-Galicia R, Álvarez-Sánchez J, Almeida-Leñero L. 2009. Servicios ecosistémicos. In: Lot A, Cano-Santana Z, eds. *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Autónoma de México. pp 51-60.
- Ocampo G. 2002. Molluginaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **101**: 1-11. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.219.2002.101>
- Ortega R. 1981. Vegetación y flora de una corriente de lava (malpaís) al noreste del Cofre de Perote, Ver. *Biótica* **6**: 57-97.
- Ortiz-Rodríguez AE, Sosa V, Ruiz-Sánchez E. 2015. Annonaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **191**: 1-18. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.54.2015.191>
- Pérez-Calix E. 1996. Flora y vegetación de la cuenca del lago de Zirahuén, Michoacán, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **XIII**: 1-74 DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.155.1996.XIII>
- Pérez-Calix E. 2000. Gesneriaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **84**: 1-17. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.291.2000.84>
- Pérez-Calix E. 2008. Crassulaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **156**: 1-143. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.92.2008.156>
- Pérez-Calix E. 2009a. Tiliaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **160**: 1-40. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.88.2009.160>
- Pérez-Calix E. 2009b. Oxalidaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **164**: 1-56. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.82.2009.164>
- Pérez-Calix E, Grajales-Tam KM. 2013. Caryophyllaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **180**: 1-122. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.66.2013.180>
- PPG I [The Pteridophyte Phylogeny Group]. 2016. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution* **54**: 563-603. DOI: <https://doi.org/10.1111/jse.12229>
- Quero HJ. 2004. Palmae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **129**: 1-29. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.119.2004.129>

- Ramírez-Amezcuca Y. 2008. Begoniaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **159**: 1-31. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.89.2008.159>
- Ramírez-Cruz S, Sánchez-González A, Tejero-Díez D. 2009. La Pteridoflora del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **84**: 35-44. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.2293>
- Romero S, Rojas EC, Rubio LE. 2015. *Encinos de México (Quercus, Fagaceae) 100 especies*. DF, México: Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 978-607-02-6676-8.
- Rzedowski J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel, Distrito Federal, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México* **8**: 59-129.
- Rzedowski J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana* **14**: 3-21. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm14.1991.611>
- Rzedowski J. 2006. *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Rzedowski J. 2020a. Catálogo preliminar de especies de plantas vasculares de distribución restringida al Eje Volcánico Transversal. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **XXXIV**: 1-55. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.305.2020.XXXIV>
- Rzedowski J. 2020b. Inventario preliminar de las especies de fanerógamas de distribución restringida al estado de Michoacán, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **XXXV**: 1-27. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.312.2020.XXXV>
- Rzedowski J, Guevara-Féfer F. 1992. Burseraceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **3**: 1-46. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.129.1992.3>
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 1993. Bignoniaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **22**: 1-44. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.208.1993.22>
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 1995a. Polemoniaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **33**: 1-41. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.233.1995.33>
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 1995b. Geraniaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **40**: 1-37. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.240.1995.40>
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 1997. Campanulaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **58**: 1-64. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.261.1997.58>
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 1998. Apocynaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **70**: 1-64. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.277.1998.70>
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 1999. Anacardiaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **78**: 1-52. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.285.1999.78>
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 2002. Verbenaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **100**: 1-145. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.220.2002.100>
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 2005a. Vitaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **131**: 1-37. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.117.2005.131>
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 2005b. Rosaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **135**: 1-163. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.113.2005.135>
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 2011. Viscaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **170**: 1-59. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.76.2011.170>
- Sánchez-González A. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques* **14**: 107-120. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2008.1411222>
- Sánchez-Ken JG. 2019. Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (Poaceae) de México. *Acta Botanica Mexicana* **126**: e1379. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1379>
- Santana J. 2011. *Ulmaceae. Flora de Guerrero*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. ISBN 978-607-02-2075-3
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2010. Norma Oficial Mexicana 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*. 2da Sección, 30 de diciembre de 2010. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091 (accessed September 23, 2018).
- Silva-Sáenz P. 2017. Flora y vegetación de los pedregales del municipio de Huaniqueo, Michoacán, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **XXXII**: 1-51. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.173.2017.XXXII>
- Sosa V, Valdivieso IG. 2013. Dioscoreaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **177**: 1-38. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.69.2013.177>
- Spellenberg R. 2001. Nyctaginaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **93**: 1-97. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.270.2001.93>
- Squeo FA, Cavieres LA, Arancio G, Novoa JE, Matthei O, Marticorena C, Rodríguez R, Arroyo MTK, Muñoz M. 1998. Biodiversidad de la flora vascular en la Región de Antofagasta, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* **71**: 571-591.
- Standley PC. 1920-1926. Trees and shrubs of Mexico. *Contributions United States National Herbarium* **23**: 1721.
- Standley PC, Williams LO. 1961. *Flora of Guatemala*. Fieldiana: Botany, Part VII. Chicago Natural History Museum, 1-185.
- Standley PC, Williams LO. 1973. *Flora of Guatemala*. Fieldiana: Botany, Part IX. Field Museum of Natural History, 1-418.
- Standley PC, Williams LO. 1975. *Flora of Guatemala*. Fieldiana: Botany, Part XI. Field Museum of Natural History, 1-274.
- Steinmann VW. 2002. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Botanica Mexicana* **61**: 61-93. <https://doi.org/10.21829/abm61.2002.909>
- Steinmann VW. 2021. Flora y vegetación de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, Michoacán, México. *Botanical Sciences* **99**: 661-707. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2706>
- Suárez-Soria LN. 2012. *Distribución de la Pteridoflora en la microcuenca de Ichaqueo, Morelia, Michoacán, México*. BSc Thesis. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Tamayo JL. 2009. *Geografía moderna de México*. México: Editorial Trillas. ISBN: 978-607-17-0007-0.
- Tejero-Díez JD. 2009. Los Helechos Epífitos: Adaptaciones en Polypodiaceae. *Red de Información sobre Plantas Epífitas* **1**: 1-14.
- Torres-Colín L, Duno-De Stefano R, Gómez-Hinostrosa C. 2011. Los géneros *Alysicarpus* y *Desmodium* (Fabaceae) en la península de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**: 1087-1097. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.680>
- Valiente-Banuet A, de Luna-García E. 1990. Una lista florística actualizada para la reserva del Pedregal de San Ángel, México D.F. *Acta Botanica Mexicana* **9**: 13-30. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm9.1990.588>
- Van der Werff H, Lorea F. 1997. Lauraceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **56**: 1-58. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.259.1997.56>
- Vanni RO. 2001. El género *Desmodium* (Leguminosae-Desmodieae) en Argentina. *Darwiniana* **39**: 255-285.
- Vázquez-García JA, Jimeno-S D, Cuevas-G R, Cházaro-B M, Muñiz-Castro MA. 2013. *Echeveria yalmanantlanensis* (Crassulaceae): A new species from Cerro Grande, Sierra de Manantlán, western Mexico. *Brittonia* **65**: 273-279. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12228-012-9274-9>
- Vigosa JL. 2015. *Molluginaceae. Flora de Guerrero*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. ISBN 978-607-02-6788-2
- Villaseñor JL. 2010. *El Bosque Húmedo de Montaña en México y sus Plantas Vasculares: Catálogo Florístico-Taxonómico*. DF, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 978-607-02-1557-5
- Villaseñor JL. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **87**: 559-902. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

- Villaseñor JL. 2018. Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences* **96**: 332-358. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1872>
- Villaseñor JL, Ortiz E. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **85**: 134-142. DOI: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.31987>
- Zamudio S, Carranza E. 2019. Angiospermas. In: *La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado 2*, vol. II. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, pp. 229-238. ISBN: 978-607-8570-35-5
- Zavala-Álvarez C. 2006. *Pteridoflora del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Uruapan, Michoacán, México*. BSc Thesis. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Editor de sección: Martha González Elizondo

Contribución de los autores: DVM realizó trabajo de campo y de gabinete, recolectó, herborizó y determinó especímenes, preparó y presentó los resultados. PSS dirigió el proyecto, delineó los métodos, realizó trabajo de campo, determinó especímenes y revisó el manuscrito. JCL participó en trabajo de campo y en la determinación y cotejo de especímenes.