

LAS PLANTAS VASCULARES ENDÉMICAS DE VERACRUZ: ANÁLISIS DE 30 AÑOS DE CONOCIMIENTO

MARÍA GUADALUPE RUIZ GÓMEZ¹, JORGE ANTONIO GÓMEZ DÍAZ², THORSTEN KRÖMER^{1*}

¹ Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México

² Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México

*Autor para la correspondencia: tkromer@uv.mx

Resumen

Antecedentes: Desde 1994 se han publicado cinco listados y una base de datos que incluyen a las plantas endémicas de Veracruz, sin embargo, estos presentan notables discrepancias entre sí.

Pregunta: ¿Cuáles son las especies de plantas vasculares actualmente consideradas endémicas del estado de Veracruz y cómo se distribuyen?

Especies de estudio: Plantas vasculares endémicas de Veracruz.

Sitio de estudio: Estado de Veracruz, México.

Métodos: Se compiló una base de datos de especies citadas como endémicas de Veracruz a partir de listados y publicaciones de los últimos 30 años, actualizando su nomenclatura con expertos y bases de datos como POWO y Tropicos. Se elaboraron mapas de densidad y riqueza con análisis espacial de registros georreferenciados.

Resultados: De 700 taxones revisados, se depuraron a 564 considerando sinonimias. De estos, 207 se resuelven como endémicos de Veracruz (203 especies, dos subespecies, un híbrido y una variedad); 203 tienen un estatus incierto y 154 se excluyen por registros en otros estados, sinonimias o errores taxonómicos y/o nomenclaturales. Las familias y géneros más representativos del listado actualizado son Piperaceae, Asteraceae y Zamiaceae, así como *Peperomia*, *Piper* y *Ceratozamia*, respectivamente. Se determinaron tres zonas de mayor concentración de registros en Veracruz y se registró un máximo de 21 especies por píxel.

Conclusiones: El análisis reveló variaciones en las especies endémicas por nuevas colectas, descubrimientos y sinonimias desactualizadas, subrayando la importancia de actualizar los listados florísticos. También se identificaron áreas prioritarias por su alta concentración de endemismos.

Palabras clave: Conservación, endemismo, herbarios virtuales, inventario florístico, revisión taxonómica, sinonimia.

Abstract

Background: Since 1994, five lists and a database have been published that include the endemic plants of Veracruz; however, these lists present notable discrepancies.

Question: Which vascular plants are currently considered endemic to the state of Veracruz, and how are they distributed?

Study species: Endemic vascular plants of Veracruz.

Study site: State of Veracruz, Mexico.

Methods: A database of endemic species of Veracruz was compiled from lists and publications from the last 30 years, updating its nomenclature with expert advice and databases such as POWO and Tropicos. Density and species richness maps were created with spatial analysis of georeferenced records.

Results: Of the 700 taxa revised, 564 were refined based on synonyms. Of these, 207 are resolved as endemic to Veracruz (203 species, two subspecies, one hybrid, and one variety); 203 have an uncertain status, and 154 were excluded due to records in other states, synonyms, or taxonomic and/or nomenclatural errors. The most representative families and genera in the updated list are Piperaceae, Asteraceae, and Zamiaceae, as well as *Peperomia*, *Piper*, and *Ceratozamia*, respectively. Three areas with the highest concentration of records were identified in Veracruz, and a maximum of 21 species were recorded per pixel.

Conclusions: The analysis revealed variations in endemic species due to new collections, discoveries, and outdated synonyms, highlighting the importance of updating floristic lists. Priority areas were also identified due to their high concentration of endemic species.

Keywords: Conservation, endemism, floristic inventory, synonymy, taxonomic review, virtual herbaria.

Las plantas endémicas se caracterizan por tener una distribución restringida, por lo que sólo se encuentran en una región o área geográfica específica (Bonn *et al.* 2002). Sin embargo, el endemismo es un criterio relativo pues existen diferentes formas de clasificación, por ejemplo, el endemismo delimitado por área geográfica puede hacer referencia a una pequeña isla o un gran continente (Ruiz-Gómez *et al.* 2023). El rango de distribución limitado de estas especies incrementa su vulnerabilidad y riesgo de extinción ante cambios ambientales y pérdidas de su hábitat (Salas de León *et al.* 1999, Coelho *et al.* 2020). La importancia de estas especies no solo reside en la protección de la biodiversidad local, sino también en la preservación de la diversidad filogenética, la cual brinda información para comprender la historia evolutiva (*p. ej.*, el origen y la evolución de las especies) y vislumbrar cómo los patrones de distribución han cambiado con el tiempo (Skarbek 2008). Aunado a esto, diversas especies endémicas son usadas por distintos grupos étnicos, debido a sus principios terapéuticos y gastronómicos, por lo cual se les reconoce por su valor biocultural (Pío-León *et al.* 2023).

Asimismo, juegan un papel vital en la integridad ecológica de sus hábitats, sin embargo, a medida que el impacto antrópico y el cambio climático aumentan, los taxones endémicos desaparecen a mayor velocidad (Quiroga-Méndez *et al.* 2022). Estas especies son más propensas a la extinción debido a su aislamiento y adaptación a ambientes estables (Stevens 1989). Por ello, los esfuerzos de conservación y la creación de áreas protegidas a menudo se enfocan en sitios con grandes concentraciones de especies endémicas y amenazadas (Mittermeier *et al.* 1999, Myers *et al.* 2000). Según Bonn *et al.* (2002), las especies endémicas suelen ser objeto de selección para establecer prioridades de conservación y pueden ser útiles para determinar áreas prioritarias, ya que las áreas con especies amenazadas y de distribución restringida funcionan considerablemente mejor que las áreas seleccionadas al azar, aunque no son suficientes para preservar la riqueza general de especies en un país.

Considerando lo anterior, implementar estrategias de conservación específicas para las especies endémicas es esencial para preservar la biodiversidad y la evolución de los ecosistemas únicos en los que habitan. Según Burlakova *et al.* (2011), estas especies contribuyen significativamente a la unicidad de sus comunidades vegetales y son especialmente vulnerables a la alteración del hábitat, lo que incrementa la urgencia de establecer prioridades de conservación. Su alta especialización a hábitats específicos incrementa notablemente su vulnerabilidad ante cambios ambientales (Williams *et al.* 2009), haciéndolas extremadamente susceptibles a perturbaciones, que pueden provocar una significativa reducción o extinción de sus poblaciones (Pozo *et al.* 2013).

En México, los linajes endémicos de angiospermas representan puntos críticos para la conservación (Sosa & De-Nova 2012), lo que subraya la importancia de su protección. Por ello, es crucial conocer la identidad y distribución de especies endémicas para guiar políticas y acciones de conservación. Destacando la necesidad de estrategias específicas que consideren su papel ecológico fundamental, siendo relevantes en la estructura y composición de los bosques (Endress 2002). En el país, el estado de Veracruz se reconoce como un *hotspot* de biodiversidad (Villaseñor 2016). Esto se debe a la colindancia de Veracruz con el Golfo de México y a la presencia de diversos tipos de vegetación y relieves que dan lugar a una amplia gama de macro y microclimas, lo que contribuye a una excepcional riqueza florística (Benítez Badillo *et al.* 2010). Actualmente, Veracruz cuenta con alrededor de 8,500 especies de plantas vasculares según Villaseñor (2016). Además, es considerado como uno de los estados mejor explorados botánicamente, en parte, gracias a los esfuerzos realizados por el proyecto de la “Flora de Veracruz” (Gómez-Pompa *et al.* 2010), que desde 1978 a la fecha ha publicado 205 fascículos con tratamientos taxonómicos sobre múltiples familias de plantas (<https://libros.inecol.mx/index.php/FV/catalog>). De esta manera, Veracruz, junto con Chiapas y Oaxaca, es uno de los tres estados con mayor diversidad de plantas vasculares en México (Castillo-Campos *et al.* 2011, Villaseñor 2016), que además alberga una cantidad relevante de especies endémicas.

Durante las últimas tres décadas se han realizado varios esfuerzos por inventariar las especies endémicas de Veracruz. Sosa & Gómez-Pompa (1994) reportan 7,490 especies de plantas vasculares para la flora de Veracruz, de las cuales 60 fueron consideradas endémicas del estado; Castillo-Campos *et al.* (2005) en un estudio enfocado en el endemismo registraron más del doble de estas especies (131 más 10 taxones subespecíficos); Gómez-Pompa *et al.* (2010) mencionan 99 especies consideradas endémicas de Veracruz; Villaseñor (2016) registró 8,497 especies vasculares para el estado, de las cuales señala 238 como endémicas a la entidad. Entre estos cuatro listados no solamente

existe una gran discrepancia en la cantidad de especies consideradas endémicas, también existen diferencias en su composición. Otro trabajo en el que se mencionan endémicas (raras o con estatus de conservación) es el de Vovides *et al.* (1997), el cual reportó 31 especies restringidas al estado.

Es común encontrar en estos listados especies que ya no son consideradas endémicas de Veracruz por haberse registrado posteriormente en otros estados como es el caso de *Cephalocereus senilis* (Haw.) K.Schum. (Vázquez-Sánchez *et al.* 2005), así como de *Peperomia botterii* C.DC., *P. camptotricha* Miq., *P. chazaroi* G.Mathieu & T.Krömer y *P. huatuscoana* C.DC. (Ruiz Gómez *et al.* 2024), *Lonchocarpus barbatus* M.Sousa, E.Martínez & Ramos (Sousa 2011) y *Arachnothryx angustispica* Borhidi, E.Martínez & Ramos descrita en 2015 (Torres-Montúfar & Torres-Díaz 2022).

Otros ejemplos de especies que no se encuentran incluidas en los listados de endémicas publicados anteriormente, por ser nuevas para la ciencia en la última década, son *Hydrangea carroniae* Samain & E. Martínez (Samain *et al.* 2019), *Tridimeris huatuscoana* Marinero-Sobal & Ortiz-Rodr. (Ortiz Rodríguez & Marinero-Sobal 2022) y *Cyperus gonzaleziae* G.C. Tucker (Tucker 2022). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue generar un listado actualizado de las especies endémicas de Veracruz, mediante la compilación de los registros disponibles y de una revisión exhaustiva de las referencias, ejemplares e información existentes de estas especies en la literatura, los herbarios y las plataformas virtuales. Asimismo, se identificaron cuáles son las familias y los géneros que incluyen un mayor número de especies endémicas. Para conocer el estado de conservación de las especies actualmente consideradas como endémicas al estado, se verificó si estas fueron evaluadas usando parámetros nacionales, *i.e.*, el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México MER; NOM-059 (SEMARNAT 2010) e internacionales como los de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN; IUCN 2024). Finalmente, se generaron mapas de densidad de registros y riqueza de especies de plantas endémicas de Veracruz mediante análisis espacial de datos georreferenciados para identificar donde se distribuyen principalmente estas especies.

Materiales y métodos

Área de estudio. El estado de Veracruz, ubicado en el centro-este de México, cuenta con una superficie de 71,824 km², colinda al norte con el estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sureste con Tabasco, al sur con Chiapas y Oaxaca, y al oeste con Puebla, Hidalgo y San Luís Potosí. Los tipos de clima predominantes en Veracruz según el INEGI (2023) son cálido subhúmedo (53 %) y cálido húmedo (41 %) en la llanura costera del Golfo, así como templado húmedo (5 %) en las partes altas de las zonas montañosas. La temperatura media anual en el estado de Veracruz es de 23 °C. La temperatura máxima registrada es de 46 °C, ocurrida en mayo en la estación climatológica Garro, ubicada en el municipio de Isla. Por otro lado, la temperatura mínima es de -5 °C, registrada en enero en la comunidad de Zalayeta, municipio de Perote (INEGI 2023). Esto significa que el estado presenta un rango térmico de 51 °C.

La precipitación media anual en el estado de Veracruz es de 1,500 mm. Las lluvias se concentran principalmente en verano, de junio a octubre; sin embargo, en el sureste del estado -particularmente en la región limítrofe con Tabasco- las precipitaciones se presentan a lo largo de todo el año (INEGI 2023). En el valle de Uxpanapa, la precipitación anual puede alcanzar hasta 4,000 mm, mientras que en zonas del altiplano, como Frijol Colorado, en el municipio de Perote, se han registrado apenas 300 mm al año. Esto representa un rango pluviométrico de 3,700 mm en el estado.

El estado de Veracruz destaca por su posición biogeográfica como zona de transición entre el neotrópico y el neártico, la elevada humedad derivada de la proximidad al Golfo de México y los vientos del norte, así como la presencia de variados tipos de suelo (Benítez-Badillo *et al.* 2010). Además, los gradientes altitudinales que se presentan en el estado, pasando desde el nivel del mar hasta la cima del Pico de Orizaba (5,636 m snm), también generan diferentes ambientes bióticos que albergan una variedad de tipos de vegetación con especies adaptadas a condiciones específicas de temperatura, humedad atmosférica y precipitación (Gómez-Díaz *et al.* 2017, 2023). De esta forma, Veracruz cuenta con múltiples elementos que interactúan para crear el mosaico de hábitats que sustenta su diversidad florística y favorecen la existencia de especies endémicas.

De acuerdo con el sistema de clasificación propuesto por Castillo-Campos *et al.* (2011) se reconoce la presencia de 19 tipos de vegetación en el estado. Los más importantes en relación al número de taxones son: bosque tropical perennifolio (2,230 spp.; 251,505 ha) que incluye las selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias, bosque mesófilo de montaña (2,028 spp.; 135,271 ha), bosque de encino (1,727 spp.; 20,100 ha), bosque tropical caducifolio (1,754 spp.; 22,843 ha), bosque tropical subcaducifolio (1,221 spp.; 1,432 ha), bosque de pino (1,015 spp.; 52,826 ha), matorral xerófilo (994 spp.; 9,391 ha) y bosque de pino-encino (883 spp.; 26,253 ha).

Listado de la flora endémica de Veracruz. En primer lugar, compilamos una base de datos conformada por las plantas vasculares registradas como endémicas de Veracruz en los cinco listados publicados desde 1994 hasta la fecha (Sosa & Gómez-Pompa 1994, Vovides *et al.* 1997, Castillo-Campos *et al.* 2005, Gómez-Pompa *et al.* 2010, Villaseñor 2016). Además, la base se complementó con la base de datos de Sosa *et al.* (2018), la cual, aunque no menciona especies endémicas de Veracruz, incluye las coordenadas geográficas de los registros de las especies endémicas de México; así, utilizando un sistema de información geográfica, seleccionamos únicamente aquellas especies con distribución restringida a Veracruz. Asimismo, se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura en Google Scholar y Web of Science, integrando aquellas especies publicadas como endémicas de Veracruz en artículos científicos, revisiones y floras que no habían sido consideradas en los listados de endémicas publicados anteriormente. A estas especies se les asignó la categoría de “Nuevas”.

También se generó un listado de especies con distribución única en Veracruz en la página web de *Plants of the World Online* (POWO 2024). Para ello se accedió a la sección de construcción de listados (checklistbuilder.science.kew.org), donde se seleccionó el nivel de distribución “Botanical country”. Luego, en la opción de ubicaciones, se eligió “Mexico Gulf”, que corresponde exclusivamente al estado de Veracruz, y se filtraron las especies endémicas seleccionando “Endemic taxa only”.

Posteriormente, los nombres científicos de todas las especies registradas en la base de datos fueron revisados en POWO (2024), Tropicos (tropicos.org 2024) y con apoyo de diferentes taxónomos especialistas (ver agradecimientos) para corroborar los nombres aceptados, actualizar sinonimias y posteriormente realizar la búsqueda de ejemplares considerando los nombres aceptados y sus sinónimos en herbarios, consorcios, herbarios virtuales, portales y bases de datos en línea que se mencionan a continuación.

La búsqueda de ejemplares de herbario se realizó en bases de datos como Tropicos (tropicos.org 2024) y la Red de Portales de colecciones botánicas SEINet (<https://swbiodiversity.org/seinet/collections/index.php>), que incluyen ejemplares de consorcios y redes de EUA y México, como la Red de Herbarios del Noroeste de México y el South East Regional Network of Expertise and Collections (SERNEC, que contiene más de 400 herbarios de Norteamérica).

Algunos herbarios virtuales no pertenecen a estos consorcios y redes, por lo que fueron revisados de manera individual. Por ejemplo, el Herbario Nacional de México, el Herbarium Berolinense, el Muséum National D'Histoire Naturelle y el Jardín Botánico de Meise. Para Pteridophyta, además de las bases de datos previamente mencionados, se realizó la revisión en el Consorcio de Colecciones de Pteridofitas (PCC 2024). De igual manera, para Cycadopsida se realizó la búsqueda en la lista mundial de cícadas (*The World List of Cycads*; Calonje *et al.* 2024), asegurando una cobertura más completa.

También se realizó la búsqueda de ejemplares en la plataforma web EncicloVida (CONABIO 2024 www.enciclovida.mx), que integra información reunida por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) a través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). En esta plataforma encontramos colectas que aún no están disponibles en los herbarios virtuales, brindando información complementaria relevante. Otra plataforma utilizada fue *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF; www.gbif.org). Asimismo, se visitó de forma presencial el herbario XAL del Instituto de Ecología, A.C. y los herbarios CIB, CITRO y XALU de la Universidad Veracruzana en Xalapa, Veracruz.

Todas las imágenes de ejemplares de las especies compiladas fueron revisadas, con especial énfasis en los ejemplares colectados fuera del estado de Veracruz. La mayoría de estas imágenes fueron enviadas a los especialistas de

diferentes grupos taxonómicos (ver agradecimientos) para asegurar su correcta identificación y proceder a ubicarlas adecuadamente en nuestra base. Además, las floras y revisiones de grupos específicos fueron de gran apoyo para realizar consultas específicas (*p. ej.*, Espejo Serna 2012, Espejo-Serna *et al.* 1993, Ibarra-Manríquez *et al.* 2012, Martínez-Gordillo *et al.* 2017, Espejo-Serna & López-Ferrari 2018, Sánchez-Ken 2019, Callejas 2020, Krömer *et al.* 2020, Torres-Montúfar & Torres-Díaz 2022).

A partir de la base de datos obtenida y depurada, se compiló un listado actualizado con las especies corroboradas como endémicas de Veracruz con un espécimen de referencia, el cual consta del nombre del colector, número de colecta y herbario donde se localiza (Material suplementario, [Tabla S1](#)). En esta Tabla se integraron todas las especies resueltas con apoyo de los especialistas. Además, se generó la [Tabla S2](#) (Material suplementario) que presenta el listado de plantas vasculares que se clasificaron como No endémicas con un espécimen de referencia que comprueba su presencia fuera del estado. Esta tabla se divide en dos categorías: No endémicas 1 (especies con colectas corroboradas en otros estados o países) y No endémicas 2 (especies con amplia distribución por sinonimia, especies con errores nomenclaturales, taxonómicos o introducidas).

Finalmente, en la [Tabla S3](#) (Material suplementario) se presenta el listado de plantas vasculares que se clasifican como Dudosas, el cual contiene dos categorías: Dudosas 1 (especies con ejemplares colectados fuera de Veracruz que aún necesitan ser revisados por especialistas de cada grupo, ya que estos casos no se resolvieron por la dificultad de encontrar a los expertos adecuados) y Dudosas 2 (especies sin ejemplares o que en POWO son consideradas como no colocadas). Esta última clasificación de POWO se refiere a especies cuyo nombre no ha sido válidamente publicado, especies ilegítimas por ser homónimos posteriores, no se tiene conocimiento de la existencia del material tipo, el material tipo puede ser insuficiente para establecer una identidad clara o no han sido estudiadas por expertos del grupo (POWO 2024).

De cada especie corroborada como endémica de Veracruz (Material suplementario, [Tabla S1](#)), se procedió a buscar su estado de conservación de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT 2010, 2025) y la Lista Roja de la UICN (IUCN 2024) para identificar aquellas que se encuentran en alguna categoría de amenaza, así como las que aún no han sido evaluadas.

Análisis de datos. Utilizando la base de datos generada, elaboramos gráficas para visualizar la evolución del número de especies identificadas como endémicas a lo largo del tiempo. Estas gráficas muestran el porcentaje de especies que mantienen su estatus de endémicas, aquellas que han perdido dicha clasificación y las que actualmente tienen un estatus incierto en cada fuente analizada. Adicionalmente, identificamos las familias y géneros con la mayor cantidad de especies endémicas, lo que proporciona una visión sobre los grupos taxonómicos más relevantes en términos de endemismo y conservación.

Mapas de densidad de registros y riqueza de especies endémicas de Veracruz. Los mapas de densidad de registros y riqueza de especies de plantas endémicas de Veracruz se elaboraron mediante análisis espacial de datos georreferenciados (Peterson *et al.* 2020). Se filtraron registros de especies endémicas con coordenadas válidas y se transformaron a formato espacial utilizando el sistema de referencia WGS84 (EPSG:4326). La delimitación del área de estudio se realizó mediante la intersección espacial con un *shapefile* oficial del estado de Veracruz (INEGI 2020). Se implementó un análisis rasterizado con resolución de 0.125 ° (~14 km en el ecuador), siguiendo metodologías establecidas para estudios de biodiversidad a escala regional (Kreft & Jetz 2007). La densidad de registros se calculó mediante la función de conteo por celda, mientras que la riqueza de especies se determinó contabilizando el número de taxones únicos por unidad espacial (Gotelli & Colwell 2001). Ambas variables se representaron mediante escalas cromáticas graduadas con transformación logarítmica para la densidad de registros, facilitando la visualización de patrones espaciales heterogéneos (Bivand *et al.* 2013). Los mapas resultantes se generaron utilizando los paquetes ‘raster’, ‘stars’ y ‘ggplot2’ en R (Hijmans 2022, Pebesma 2019, Wickham 2016).

Resultados

Listado actualizado de la flora endémica de Veracruz. Al compilar la información disponible sobre las plantas vasculares endémicas de Veracruz obtuvimos inicialmente un total preliminar de 700 taxones, el cual se redujo a un listado de 564 taxones considerando las sinonimias. De estos 564 taxones, 207 (36.7 %) fueron corroborados como endémicos de Veracruz (Material suplementario, [Tabla S1](#)).

Determinamos que las dos fuentes con el mayor porcentaje de especies endémicas corroboradas fueron la base generada con los datos de Sosa *et al.* (2018) con 45 spp. (54 % de su listado) y el listado generado en POWO con 176 spp. (53 % de su listado; [Figura 1](#)). Asimismo, el análisis de las fuentes reveló que 154 especies (27.1 % de las 564) se descartan del listado actualizado de endémicas del estado por diversas razones (Material suplementario, [Tabla S2](#)).

Por otro lado, 203 especies fueron clasificadas como “Dudosas” (35.9 % del total de las 564). De estas, 153 requieren una revisión por parte de taxónomos especializados en los grupos correspondientes para confirmar si su determinación es correcta, ya que presentan registros de colecciones fuera de Veracruz. Estos casos se detallan en la [Tabla S3](#)

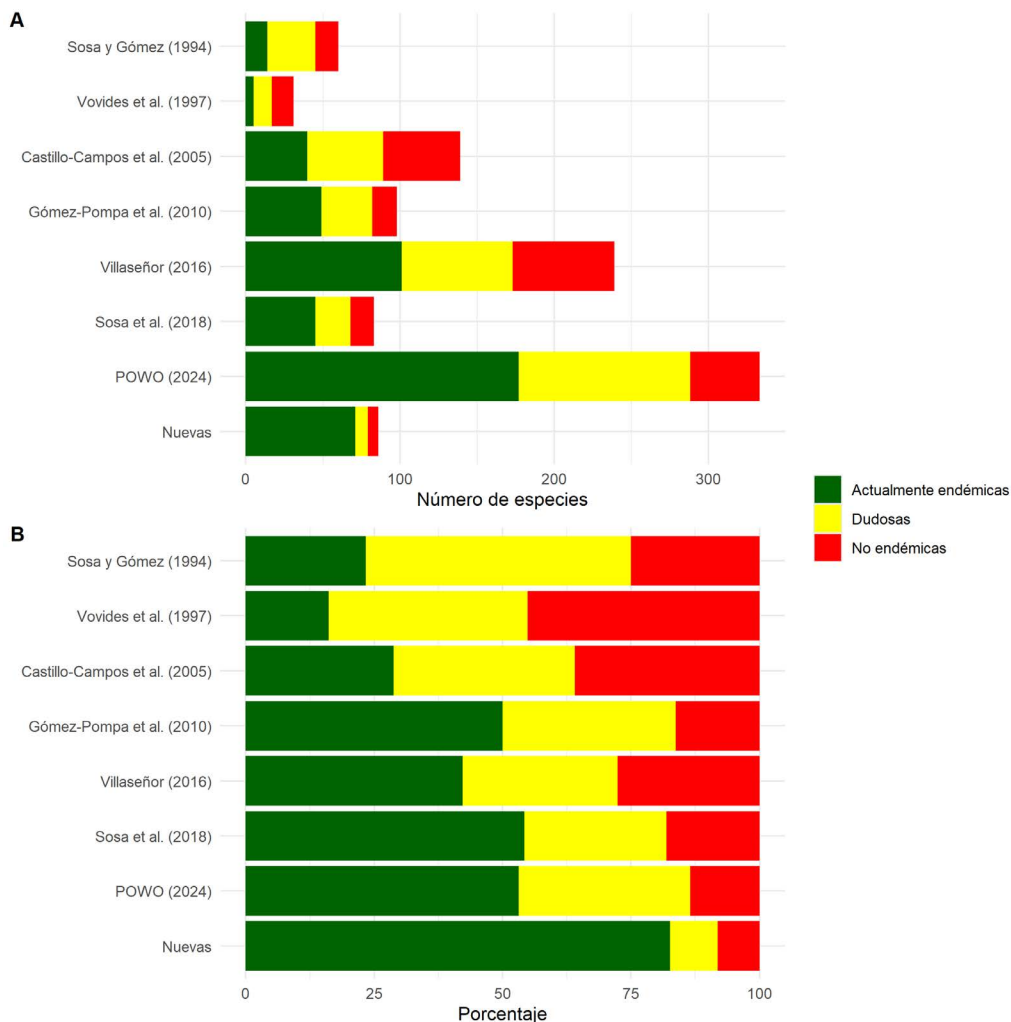


Figura 1. Comparativa entre el A) número y B) porcentaje de especies previamente clasificadas como endémicas de Veracruz según los cinco listados publicados (Sosa & Gómez-Pompa 1994, Vovides *et al.* 1997, Castillo-Campos *et al.* 2005, Gómez-Pompa *et al.* 2010, Villaseñor 2016), la base de datos de Sosa *et al.* (2018), la base generada en POWO (2024) y especies reportadas como endémicas de manera individual en artículos científicos clasificadas como Nuevas, indicando si estas actualmente se pueden confirmar como endémicas, dudosas y no endémicas.

(Material suplementario), bajo la categoría Dudosas 1. Las 50 especies restantes fueron clasificadas como Dudosas por ser especies descritas en su mayoría en los años de 1800-1900, son consideradas en POWO como no colocadas y no cuentan con ejemplares disponibles. Estas especies se enlistan en la [Tabla S3](#) (Material suplementario), bajo la categoría de Dudosas 2 ([Figura 2](#)).

Cabe mencionar que el listado generado en POWO presentó el mayor número de especies dudosas con 111 spp. (33.3 % de su listado), seguido por el trabajo de Villaseñor (2016) con 72 spp. (30.1 % de su listado) y el de Castillo-Campos *et al.* (2005) con 49 spp. (35.2 % de su listado; [Figura 1](#)).

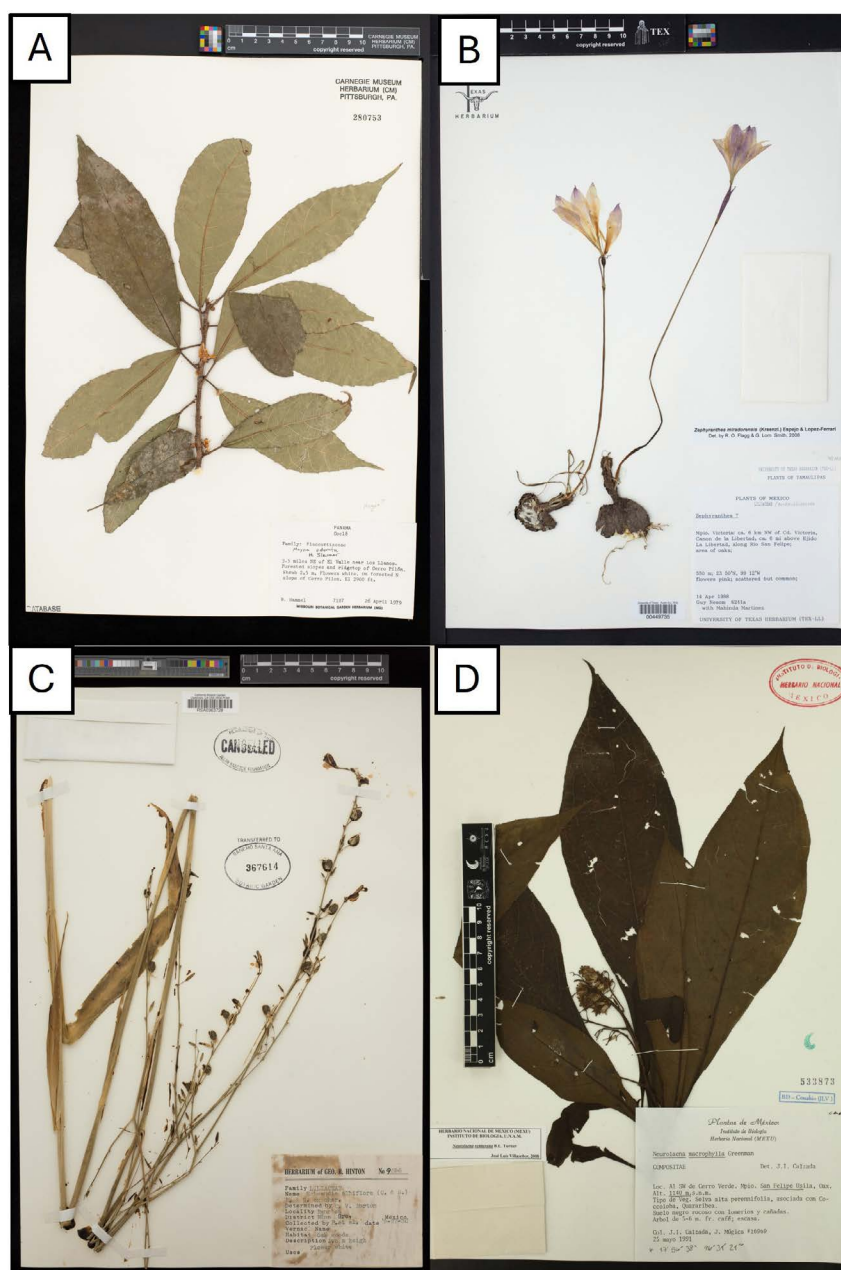


Figura 2. Ejemplos de especies clasificadas como “Dudosas” que requieren ser revisadas por taxónomos especialistas: A) *Mayna odorata* (B. Hammel 7187, CM) Panamá, B) *Zephyranthes miradorensis* (G. L. Nesom y M. Martínez 6241, TEX) Tamaulipas, C) *Echeandia albiflora* (H. et al. 9596, CalBG) Guerrero y D) *Neurolaena venturana* (J. I. Calzada y J. Múgica 16969, MEXU) Oaxaca. Las fotografías de los ejemplares son cortesía de los herbarios citados entre paréntesis.

Análisis de datos. Considerando únicamente el listado actualizado de las 207 especies de plantas vasculares endémicas de Veracruz, las 11 familias con mayor número de especies endémicas fueron: Piperaceae (18 spp.), Asteraceae (13 spp.), Zamiaceae (11 spp.), Orchidaceae y Poaceae (10 spp. cada una), Fabaceae (9 spp.), Annonaceae y Crassulaceae (8 spp. cada una), así como Acanthaceae, Myrtaceae y Rubiaceae (7 spp. cada una).

Por otro lado, los 11 géneros con mayor número de especies endémicas fueron: *Peperomia* (10 spp.), *Piper* (8 spp.), *Ceratozamia* (8 spp.), *Eugenia* (7 spp.), *Lobelia* (6 spp.), *Justicia* (5 spp.), así como *Echeveria*, *Sedum*, *Magnolia* y *Parathesis* (4 spp. cada uno).

Estado de conservación de especies endémicas. De las 207 especies endémicas de Veracruz sólo 43 han sido evaluadas con los métodos de la UICN (20.7 %): una especie fue clasificadas como extinta (EX), una en preocupación menor (LC), tres como vulnerables (VU), cuatro con datos insuficientes (DD), 15 en peligro (EN) y 19 en peligro crítico (CR). En la columna 3 de la [Tabla S1](#) se pueden consultar las especies que han sido evaluadas con los métodos de la UICN con sus respectivas categorías. Los dos géneros con el mayor número de especies evaluadas (UICN) son: *Ceratozamia* con siete especies de las cuales cinco se encuentran en peligro (EN) y dos en peligro crítico (CR), y *Eugenia* con una especie vulnerable (VU), una en peligro crítico (CR) y cuatro en peligro (EN).

Asimismo, de las 207 especies endémicas únicamente 20 se encuentran en la NOM-059 (9.6 %); ocho amenazadas (A), siete en protección especial (PR), cuatro en peligro de extinción (P) y una probablemente extinta en el medio silvestre (E, Material suplementario, [Tabla S1](#)). El género con más especies evaluadas es *Peperomia* (tres amenazadas y tres en protección especial).

Mapas de densidad de registros y riqueza de especies endémicas de Veracruz. Se analizaron los patrones espaciales de distribución de especies endémicas en el estado de Veracruz. El análisis de densidad de registros reveló una concentración máxima de 62 registros por píxel, con un promedio de 7.23 registros por píxel (excluyendo celdas sin datos). La distribución espacial de estos registros no fue homogénea, identificándose tres zonas de alta concentración: la franja costera entre los municipios de Actopan y Alto Lucero, incluyendo el municipio de Veracruz; la región central en torno al municipio de Apazapan y sus alrededores; y la región de Los Tuxtlas, particularmente en el municipio de San Andrés Tuxtla ([Figura 3A](#)).

En cuanto a la riqueza de especies, se registró un máximo de 21 especies por píxel, con un promedio de 3.36 especies por unidad espacial. Las áreas con mayor diversidad se localizaron principalmente en tres regiones: la zona central de Veracruz (Apazapan y municipios circundantes), las zonas montañosas (Totutla y alrededores), y la Sierra de Los Tuxtlas (San Andrés Tuxtla y Sotepan). Estas zonas de alta riqueza coinciden parcialmente con las áreas de mayor densidad de registros, sugiriendo una correlación positiva entre el esfuerzo de muestreo y la diversidad documentada ([Figura 3B](#)). El análisis por ecorregiones mostró que los bosques húmedos, selvas secas, manglares y la Sierra de Los Tuxtlas concentran la mayor densidad de registros, mientras que las selvas secas y el bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz y la Sierra de Los Tuxtlas albergan la mayor riqueza de especies endémicas.

Discusión

Listado actualizado de la flora endémica de Veracruz. Se confirmó la presencia de 207 especies de plantas vasculares endémicas de Veracruz, cifra que representa el 2.4 % de las 8,497 que Villaseñor (2016) reporta para la entidad. De acuerdo con el listado florístico de México propuesto por este autor, Veracruz, con 238 especies endémicas, ocupa el cuarto lugar en endemismo de flora vascular en el país, por debajo de Baja California Sur (242), Chiapas (403) y Oaxaca (760). Considerando nuestros resultados, Veracruz también se coloca por debajo de Guerrero (237) en endemismos, ocupando el quinto lugar nacional. Cabe mencionar que el listado actualizado de endémicas puede aumentar, considerando especies nuevas de distribución restringida a la entidad (*p. ej.*, *Beschorneria carolinae* Jimeno-Sevilla & García-Gutiérrez (Jimeno-Sevilla *et al.* 2024) y *Lepanthes salvaterrae* Solano, J.R.Carral & Téllez (Solano *et al.* 2025)), así como la verificación de algunas de las especies dudosas.

Plantas endémicas de Veracruz

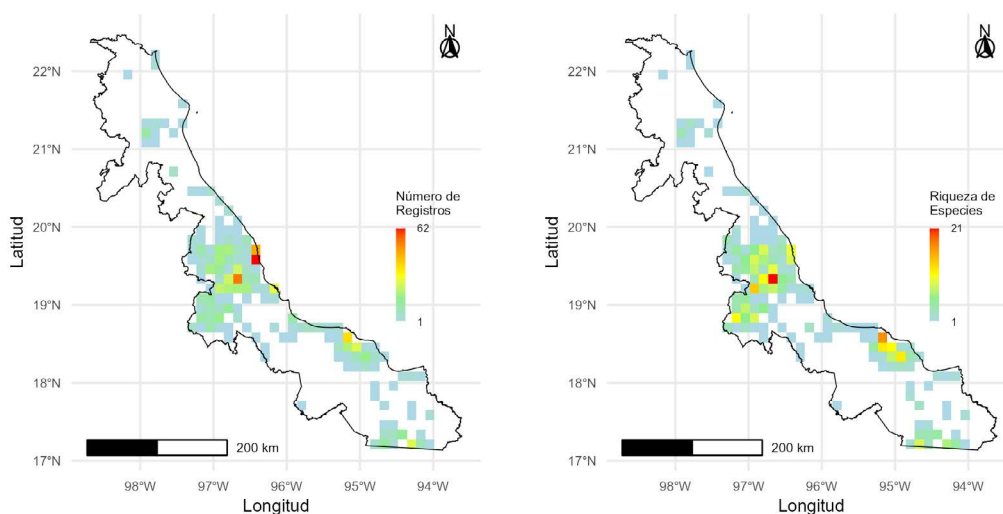


Figura 3. Mapas de A) densidad de registros y B) riqueza de especies de plantas endémicas de Veracruz.

El número de especies endémicas de Veracruz que obtuvimos es cercano a las 238 especies que reporta Villaseñor (2016), aunque la composición de ambos listados muestra una gran discrepancia entre sí, ya que únicamente 100 especies coinciden. En otros estudios, se ha encontrado que las cifras reportadas por Villaseñor (2016) sobre el endemismo son muy cercanas al número de especies corroboradas como endémicas. Por ejemplo, en Sinaloa, Villaseñor (2016) reportó 69 especies endémicas y un estudio posterior más detallado por Pío-León *et al.* (2023) encontró 77 especies. De manera similar, en Puebla, Villaseñor (2016) identificó 67 especies mientras que un estudio posterior ajustó este número a 60 (Villaseñor *et al.* 2023a). Para Guanajuato, Villaseñor (2016) reportó siete especies endémicas, una cifra que fue confirmada posteriormente por Villaseñor *et al.* (2023b). Estos patrones sugieren que, aunque puede haber ligeras variaciones, las estimaciones iniciales con respecto al número de endémicas de Villaseñor (2016) proporcionan una base para estudios posteriores. No obstante, será necesario corroborar la composición de estos listados, es decir, verificar si las especies reportadas como endémicas efectivamente lo son.

Existen especies que han sido consideradas endémicas de Veracruz en listados anteriores, que tienen colectas en otros estados o países, sin embargo estos ejemplares están mal identificados. Por ejemplo: *Desmodium sylvicola* Brandegees (C. A. Purpus 8658, NY; [Figura 4A](#)), fue registrada para el Estado de México por una colecta (G. B. Hilton 2866, K), que en realidad corresponde a *Desmodium bellum* (S.F. Blake) B.G. Schub; *Licaria mexicana* (Brandegee) Kosterm. (C. A. Purpus 8781, GH, [Figura 4B](#)), se registró para Guatemala por un ejemplar (W. R. Maxon 3346, C), que corresponde a *Licaria peckii* (I.M. Johnst.) Kosterm., especie que se distribuye desde el sur de Veracruz hasta Belice y Guatemala; de *Peperomia hobbitoides* T.Wendt (T. Wendt *et al.* 4223, TEX; [Figura 4C](#)), existe una colecta de Guerrero (G. B. Hinton 10765, NY), que corresponde a *Peperomia pasionana* Trel. ex G.Mathieu, con distribución en Guerrero y Puebla; finalmente, de *Archibaccharis venturana* G.L.Nesom (M. H. Nee 32893, MO; [Figura 4D](#)), se conoce una colecta del estado de Guerrero (F. R. Barrie y E. Martínez S. 687, TEX), la cual corresponde a *Archibaccharis schiedeana* (Benth.) J.D.Jacks., una especie de amplia distribución en México. La identificación incorrecta de especies conlleva imprecisiones en los listados y puede deberse a la escasez de taxónomos especializados en grupos específicos que brinden asesoría en el proceso de identificación. Por ello, consideramos fundamental destacar la importancia de incluir la enseñanza de la taxonomía en los programas educativos de biología desde etapas tempranas. Asimismo, proponemos fomentar estancias en herbarios internacionales con especialistas, con el fin de despertar el interés en esta disciplina y así contribuir a la formación de nuevos taxónomos especializados en grupos específicos (Ruiz Gómez *et al.* 2024). También sería de utilidad generar un directorio en línea de taxónomos especialistas de géneros y familias.

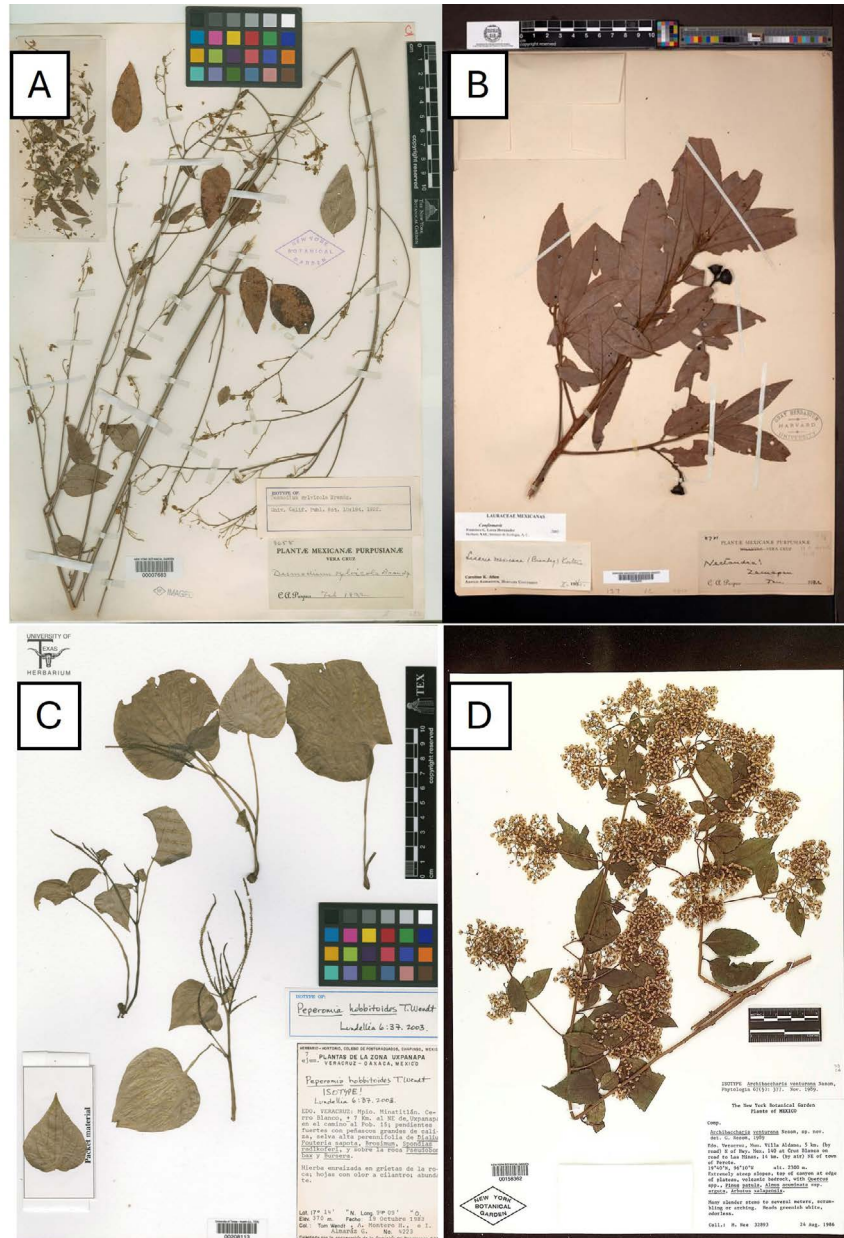


Figura 4. Ejemplos de especies corroboradas como actualmente endémicas de Veracruz. A) *Desmodium sylvicola* Brandegee (C. A. Purpus 8658, NY), B) *Licaria mexicana* (C. A. Purpus 8781, GH), C) *Peperomia hobbitoides* (T. Wendt *et al.* 4223, TEX) y D) *Archibaccharis venturana* (M. H. Nee 32893, MO). Las fotografías de los ejemplares son cortesía de los herbarios citados entre paréntesis.

El 27.3 % de las 564 especies de nuestro listado original fue clasificado como no endémico (154 spp.), debido a la existencia de registros confirmados en estados vecinos. Por ejemplo, *Begonia imperialis* Lem. originalmente descubierta en la región del Uxpanapa y considerada anteriormente como endémica de Veracruz por Castillo-Campos *et al.* (2005), se ha colectado recientemente en Oaxaca y Chiapas. De igual manera, *Monstera florescanoana* Croat, T Krömer & Acebey (Figura 5A), clasificada como endémica por Gómez-Pompa *et al.* (2010) ahora se conoce también de Chiapas, Hidalgo y Querétaro. Otro ejemplo es *Marattia laxa* Kunze (Figura 5B) considerada endémica por Vovides *et al.* (1997) y posteriormente colectada en Oaxaca. Asimismo, *Agave wendtii* Cházaro (Figura 5C), categorizada como endémica por Gómez-Pompa *et al.* (2010), Villaseñor (2016) y Sosa *et al.* (2018), la cual ha sido

colectada en Tabasco. Estos casos indican que, por la presencia de tipos de vegetación y hábitats similares en estados colindantes a Veracruz, estas especies que originalmente fueron reportadas como endémicas del estado puedan tener distribuciones más amplias. Una limitación de este estudio fue no lograr la revisión de todas las colectas realizadas fuera del estado, por ello hemos generado la [Tabla S3](#) (categoría Dudosas 1), en la cual se especifican los ejemplares colectados fuera de Veracruz que necesitan ser revisados por especialistas de cada grupo para verificar si están identificados correctamente.

Por otro lado, 10.6 % de las especies del listado inicial (60 spp.) fueron consideradas no endémicas por tratarse de especies con amplia distribución por sinonimia o presentar errores taxonómicos, lo que sugiere que en listados anteriores no habían considerado todos los sinónimos de las especies, siendo estos esenciales en la investigación taxonómica (Rao 2004). Uno de estos casos es *Milla biflora* Cav. ([Figura 5D](#)), en el listado de Villaseñor (2016) fue considerada como endémica su sinónimo *Diphalangium graminifolium* Schauer, que en realidad se distribuye en Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Sonora y Zacatecas.

Lo anterior resalta la necesidad de realizar revisiones taxonómicas, sobre todo de los grupos menos estudiados debido a su complejidad taxonómica (Ramírez-Amezcuca & Steinmann 2013), con el fin de depurar los listados. Estamos de acuerdo con Scofield (2008) sobre la necesidad de contar con más fondos para llevar a cabo revisiones taxonómicas, pues el conocimiento taxonómico es clave para la conservación de especies endémicas. Estudios futuros podrían ampliar la revisión taxonómica de las especies dudosas que se encuentran en la [Tabla S3](#) (apartado “Dudosas 2”, Material suplementario), sobre todo aquellas que fueron descritas hace muchos años.

Análisis de datos. El análisis de las diferentes fuentes de información mostró grandes diferencias en el número y la composición de especies endémicas confirmadas, las cuales se deben principalmente a las colectas adicionales que se han realizado en otros estados, las nuevas especies que se han descubierto y las sinonimias no actualizadas. Existen especies con más de un sinónimo (ver [Tabla S2](#), Material suplementario), lo que suele ser un indicador claro de la complejidad inherente a su clasificación taxonómica (Rao 2004). Estos resultados subrayan la importancia de actualizar los listados florísticos periódicamente.

Las dos fuentes que presentaron porcentajes más altos de especies corroboradas como endémicas fueron la base de datos de Sosa *et al.* (2018) con 54 % y la base generada en POWO con 53 % ([Figura 1B](#)). Consideramos que se debe a que Sosa *et al.* (2018) conformaron su base de datos con información de tres fuentes: CONABIO, Villaseñor (2016) e información adicional de la literatura. Esto reitera la importancia de incluir diversas fuentes para lograr una búsqueda efectiva de información (Moncada-Hernández 2014). En el caso de POWO por ser un programa colaborativo internacional.

La base generada bajo la categoría Nuevas contribuyó con 71 especies al listado actualizado, lo que resalta la importancia de haber llevado a cabo una búsqueda exhaustiva en la literatura para detectar especies publicadas como endémicas en el pasado pero que no habían sido consideradas en los cinco listados anteriores. Tal es el caso de *Lobelia circaeoides* (C.Presl) A.DC., cuya descripción se publicó en 1839, y que no se menciona como endémica en ninguno de los cinco listados analizados, sino hasta la construcción del inventario actualizado de Campanulaceae por Rzedowski (2019). Además, regularmente se publican nuevas especies que no se conocen para otros estados. Por ejemplo, *Valeriana rudychazaroi* Cházaro, Franc.Gut. & J.R.Carral (Francisco-Gutiérrez *et al.* 2023), *Anthurium tiswatl* Díaz Jim. & Croat (Díaz *et al.* 2024), *Ocotea bella* Reveles & Ortiz-Rodr. y *O. caelestis* Ortiz-Rodr. & Reveles (Hurtado-Reveles & Ortiz-Rodríguez 2025). Incluso el presente estudio quedará desactualizado con el tiempo, subrayando la importancia de revisar y actualizar constantemente los datos de endemismo para guiar adecuadamente los esfuerzos de conservación y las políticas ambientales. En este sentido, el alto grado de endemismos en la reserva de la biósfera Sierra de la Laguna en Baja California Sur fue uno de los factores que motivaron su conservación (Cariño *et al.* 2004).

Las únicas especies del listado actualizado de endémicas que son consideradas extintas son *Licaria mexicana* y *Encyclia flabellata* (Lindl.) B.F.Thurst. & W.R.Thurst (Gómez-Pompa *et al.* 2010). Sin embargo, existen más espe-



Figura 5. Ejemplos de especies que en listados anteriores habían sido clasificadas como endémicas de Veracruz, pero se ha corroborado que no lo son: A) *Monstera florescanoana* (H. Rubio 652, MO) Querétaro, B) *Marattia laxa* (J. T. Mickel y R. L. Hellwig 4117, TEX) Oaxaca, C) *Agave wendtii* (A. Morales 40, MEXU) Tabasco y D) *Diphalangium graminifolium* (A. Aschenborn 30, JE) México. Las fotografías de los ejemplares son cortesía de los herbarios citados entre paréntesis.

cies que cuentan con especímenes de los años 1800 y que sólo se conocen de la localidad tipo. Esto sugiere que estas también pueden estar extintas debido a la pérdida de su hábitat natural por la deforestación y los cambios de uso de suelo (Ellis *et al.* 2011, Gómez-Díaz *et al.* 2018). Algunos ejemplos de especies cuyos ejemplares fueron colectados hace muchos años y posiblemente ya desaparecieron son: *Alternanthera cordobensis* (Standl.) Standl. colectada en 1865, *Amauropelta venturae* (AR Sm.) Salino & TE Almeida colectada en 1973, *Paepalanthus mellii* Moldenke colectada en 1928, *Selaginella orizabensis* Hieron., de la cual existen colectas mal identificadas de otros estados, sin embargo, sólo el ejemplar colectado en 1855 está correctamente determinado (especialista C. Carvajal, com. pers.), y *Ribes orizabae* Rose colectada en 1853 (otro ejemplar de Puebla está mal identificado, especialista C. Durán, com.

pers.). Comúnmente, se publica más sobre el descubrimiento de nuevas especies para la ciencia (*p. ej.*, Krömer *et al.* 2007, Londoño & Ruiz-Sánchez 2014, Gutiérrez-Báez *et al.* 2016, Arzaba-Villalba *et al.* 2018), mientras que existen menos esfuerzos para investigar si las especies endémicas se han extinguido (*p. ej.*, Sosa *et al.* 1998). Considerando que entre 1984 y 2000 el estado de Veracruz perdió 36 % de sus bosques naturales y en el 2011 sólo quedaba 8.6 % de la vegetación natural en fragmentos aislados (Ellis *et al.* 2011), es necesario corroborar en futuros trabajos si estas especies endémicas no están extintas.

Las tres familias con mayor número de especies endémicas fueron Piperaceae (18), Asteraceae (13) y Zamiaceae (11). En México, la familia con mayor número de especies es Asteraceae con 3,050 especies, de las cuales 1,988 (63.9 %) son endémicas del territorio nacional (Villaseñor 2018), mientras que Piperaceae agrupa 245 especies con 81 endémicas del país (33 %; Villaseñor 2016). En el caso del estado de Veracruz, la familia con mayor número de especies también es Asteraceae con 610, mientras que Piperaceae se encuentra en el noveno con 139 (Lorea-Hernández *et al.* 2011), albergando más de la mitad de las especies de esta familia.

El patrón que encontramos sobre el alto número de especies endémicas de la familia Asteraceae puede deberse a la alta riqueza de especies de esta familia tanto en México como en Veracruz (Lorea-Hernández *et al.* 2011, Villaseñor 2016). Esto también se observó al analizar el endemismo del norte de México donde la mitad de los géneros endémicos pertenecen a Asteraceae, la familia más representativa de esta región (González-Elizondo *et al.* 2017).

En Mesoamérica, cerca del 80 % de las especies de la familia Piperaceae son endémicas y presentan distribuciones muy limitadas (Callejas 2020). Por ello, consideramos que la posición número uno de esta familia en términos de endemismo en Veracruz puede deberse a los factores ecológicos específicos presentes en el estado, que favorecen la diversificación y especialización de estas especies, sobre todo los hábitats de selvas húmedas en tierras bajas como en las regiones de Los Tuxtlas y Uxpanapa pertenecientes a la región Neotropical (Jimeno-Sevilla *et al.* 2018, Carmona-Hernández *et al.* 2023). Algunos de los factores climáticos probablemente implicados en los patrones de endemismo de las Piperaceae son la temperatura mínima del mes más frío, el rango de temperatura media mensual y la precipitación del mes más húmedo (Hao *et al.* 2012), lo cual indica la necesidad de generar estudios regionales para identificar las variables ambientales que influyen en el endemismo e identificar áreas prioritarias de conservación de especies endémicas (Gómez-Díaz *et al.* 2023, Carvajal-Hernández & Gómez-Díaz 2024). Finalmente, la representatividad de la familia Zamiaceae puede deberse a que México es el segundo país con mayor riqueza de cícadas a nivel mundial (Calonje *et al.* 2024).

Los géneros con mayor número de especies endémicas son *Peperomia*, *Piper* y *Ceratozamia*, consideramos que esto se debe en parte a las múltiples revisiones taxonómicas que se han realizado especialmente en los géneros *Peperomia* (Mathieu *et al.* 2015, Vergara-Rodríguez *et al.* 2017, Jimeno-Sevilla *et al.* 2018, Ruiz Gómez *et al.* 2023, 2024) y *Piper* (Callejas 2020, Carmona-Hernández *et al.* 2023) en los últimos diez años. Así como los estudios entorno al género *Ceratozamia* por tratarse de especies altamente amenazadas a nivel global (Vovides *et al.* 2012, Rivera-Fernández *et al.* 2012, Gómez-Díaz *et al.* 2023).

Peperomia contaba, hasta 1997, con 1,000 especies, siendo uno de los 13 géneros de angiospermas más numerosos a nivel global (Frodin 2004). Actualmente se conocen 1,673 taxones (1,505 especies y 168 variedades y formas; Mathieu 2023). En Mesoamérica se encuentran 223 especies, con el 48 % de endemismo (Callejas 2020), mientras que en México se distribuyen 136 especies (Mathieu 2023), de las cuales 65 ocurren en Veracruz (Vergara-Rodríguez *et al.* 2017, Jimeno-Sevilla *et al.* 2018) y diez han sido corroboradas como endémicas (Ruiz Gómez *et al.* 2024). Podemos encontrarlas como hierbas terrestres, saxícolas y/o epífitas, desde el nivel del mar hasta casi los 3,000 m snm, formando poblaciones pequeñas (Callejas 2020) y se distribuyen principalmente en las selvas húmedas y bosques mesófilos de montaña, en donde las condiciones microclimáticas favorecen su adaptación (Vergara-Rodríguez *et al.* 2017).

Ocho especies endémicas de Veracruz pertenecen al género *Piper* que cuenta con aproximadamente 2,600 especies a nivel global, de las cuales 736 se encuentran en Mesoamérica, con 82 % de endemismo (Callejas 2020). En México, *Piper* ocupa el doceavo lugar entre los géneros con mayor número de especies y de endémicas (136 y 53

spp., respectivamente; Villaseñor 2016) y para Veracruz se han reportado 80 especies (Carmona-Hernández *et al.* 2023). Las especies de *Piper* son mayormente arbustos o pequeños árboles que se distribuyen principalmente en selvas húmedas y bosques mesófilos de montaña, frecuentemente ubicadas a orillas de cuerpos de agua o en el interior del bosque; sin embargo, algunas especies requieren altos grados de exposición solar (Callejas 2020). Estos ambientes son comunes en Veracruz, donde el clima de las selvas tropicales y los bosques mesófilos de montaña favorece a las especies de este género.

Respecto al género *Ceratozamia*, ocho especies resultaron endémicas al estado. Este género forma parte del grupo de las cícadas, que en México está conformado por 76 especies en los géneros *Ceratozamia*, *Dioon* y *Zamia* (Calonje *et al.* 2024). El 80 % de estas son endémicas de México, que es el segundo país con mayor riqueza de cícadas en el mundo, solo superado por Australia (Calonje *et al.* 2024). *Ceratozamia* se distribuye únicamente en el neotrópico, en las regiones montañosas de México y la zona con mayor diversidad de especies es la cordillera de la Sierra Madre Oriental (Medina-Villarreal *et al.* 2019), lo que explica el alto número de endémicas en Veracruz.

Estado de conservación de especies endémicas. Conocer con mayor exactitud cuáles son las plantas endémicas del estado ha sido el primer paso para promover su conservación. Posteriormente, al revisar el estado de conservación de las 207 especies corroboradas como endémicas de Veracruz de acuerdo con criterios nacionales como el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México MER NOM-059 (SEMARNAT 2010, 2025) e internacionales como los de la Lista Roja de la UICN (IUCN 2024), observamos que sólo 20 especies han sido evaluadas de acuerdo con la NOM-059 y 43 de acuerdo con la UICN. Por lo tanto, consideramos que ambas listas están desactualizadas, lo cual ya ha sido mencionado en otros trabajos (García-Aguilar *et al.* 2017, Krömer *et al.* 2019).

De hecho, más del 70 % de todas las especies de plantas vasculares del mundo no cuentan con evaluaciones sobre su estado de conservación (Bachman *et al.* 2024). Para llenar estos vacíos de información, se ha realizado un estudio específico destinado a abordar esta falta de conocimiento obteniendo la predicción del riesgo de extinción de todas las especies de angiospermas (Bachman *et al.* 2024). Sin embargo, estos resultados son binarios y sólo nos indican si una especie está en riesgo o no, por lo cual, es necesario realizar la evaluación precisa de cada especie para determinar su categoría de riesgo.

Existe un sesgo hacia ciertos grupos taxonómicos, como por ejemplo las orquídeas y cícadas en la NOM-059, el cual ha sido señalado por García-Aguilar *et al.* (2017), quienes cuestionaron la inclusión y exclusión de especies en este listado. Nosotros corroboramos dicho sesgo debido a los bajos porcentajes de especies endémicas incluidas en la Norma Oficial Mexicana. En ese sentido, tenemos la experiencia de haber enviado en 2021 a la SEMARNAT los resultados obtenidos de la evaluación de varias especies endémicas de Veracruz bajo los lineamientos establecidos por el MER. Cuatro años después ha sido publicado un listado actualizado de la NOM-059 (SEMARNAT 2025), por lo que consideramos que se trata de un proceso burocrático y lento. Por ello, es urgente que la SEMARNAT asuma su responsabilidad en la conservación de las especies endémicas y amenazadas, asegurando su inclusión oportuna en la NOM-059 (Lorenzo & González 2017). Asimismo, es necesario desarrollar más estudios ecológicos que faciliten la comprensión de las especies endémicas, los cuales serán el sustento para generar planes de manejo que aseguren su conservación, la identificación de áreas de endemismo y de sitios prioritarios de conservación, como lo han realizado en otros estados, como Sinaloa (Pío-León *et al.* 2023).

Mapas de densidad de registros y riqueza de especies endémicas de Veracruz. La distribución heterogénea de la densidad de registros y riqueza de especies endémicas en Veracruz puede explicarse por una combinación de factores ecológicos, geográficos, históricos y metodológicos. La alta concentración de registros y riqueza en la zona central de Veracruz (Apazapan y alrededores) y en las zonas montañosas (Totutla y alrededores) puede atribuirse principalmente a la presencia del bosque mesófilo de montaña, un ecosistema reconocido como centro de endemismo en México (Rzedowski 2006). Este tipo de vegetación se caracteriza por condiciones microclimáticas particulares, con

alta humedad, temperaturas moderadas y niebla frecuente, que favorecen la especiación y el aislamiento de poblaciones vegetales (Williams-Linera 2007). La topografía accidentada de estas regiones genera un mosaico de microhábitats que promueve la diversificación y el mantenimiento de especies con distribuciones restringidas (Gentry 1982, Luna-Vega *et al.* 2016).

La región de Los Tuxtlas (San Andrés Tuxtla y Soteapan) representa otro importante centro de endemismo, explicable por su condición de “isla biogeográfica” de bosque húmedo tropical rodeada de áreas transformadas (Dirzo & Miranda 1991). Su origen volcánico y aislamiento geográfico han favorecido procesos de especiación alopátrica y la persistencia de linajes antiguos (Castillo-Campos & Laborde 2004). Además, esta región ha funcionado históricamente como refugio durante fluctuaciones climáticas del Pleistoceno, permitiendo la supervivencia y diversificación de especies sensibles a cambios ambientales (Toledo 1982, Wendt 1989).

La franja costera entre Actopan y Alto Lucero, incluyendo el municipio de Veracruz, muestra alta densidad de registros asociada principalmente a ecosistemas de selvas secas y manglares. Las selvas secas de México son reconocidas por su alto endemismo debido a la estacionalidad marcada y condiciones edáficas particulares que han impulsado adaptaciones específicas (Trejo & Dirzo 2002). Los manglares, por su parte, representan ecosistemas con condiciones ecológicas extremas (salinidad, inundación) que favorecen adaptaciones especializadas y endemismos (López-Portillo *et al.* 2011).

Es importante considerar también factores metodológicos que pueden influir en los patrones observados. La accesibilidad diferencial del territorio veracruzano puede generar sesgos de muestreo, con mayor concentración de registros en áreas cercanas a centros urbanos, carreteras o estaciones biológicas (Hijmans *et al.* 2000). La presencia de instituciones académicas y áreas naturales protegidas también puede incrementar el esfuerzo de colecta en determinadas zonas (Soberón *et al.* 2007).

La correlación parcial entre áreas de alta densidad de registros y alta riqueza de especies sugiere que, si bien existe un efecto del esfuerzo de muestreo, los patrones de diversidad observados reflejan también procesos ecológicos y evolutivos reales (Hortal *et al.* 2007). La heterogeneidad ambiental de Veracruz, con marcados gradientes altitudinales y climáticos en distancias relativamente cortas, ha favorecido la diversificación y especialización de la flora endémica (Challenger & Soberón 2008).

Estos patrones de endemismo tienen importantes implicaciones para la conservación, ya que identifican áreas prioritarias que concentran especies con distribuciones restringidas y potencialmente vulnerables a cambios ambientales y perturbaciones antropogénicas (Myers *et al.* 2000). La fragmentación de hábitats, particularmente severa en ecosistemas como el bosque mesófilo de montaña y las selvas húmedas y secas de Veracruz, representa una amenaza significativa para la persistencia de estas especies endémicas (Williams-Linera *et al.* 2002).

Recomendaciones y alcances del trabajo. Cada especie que se presenta como endémica de Veracruz en este listado está acompañada de un espécimen de referencia para facilitar al lector su ubicación, quien puede revisar si los ejemplares están bien determinados y corroborar la presencia de la especie en el estado. Desafortunadamente, no todas las publicaciones de especies endémicas cuentan con esta información (*p. ej.*, Villaseñor 2016, Lascurain-Rangel *et al.* 2017, Villaseñor *et al.* 2023a, b, 2024), por lo que es indispensable que los especialistas incluyan estos datos esenciales en sus listados. Además, es relevante examinar los especímenes en colecciones de herbarios y repositorios virtuales para desarrollar listados, dado que esta información es utilizada en estudios biogeográficos y en el desarrollo de estrategias de conservación biológica (Ramírez-García & Krömer 2025).

La falta de una revisión exhaustiva de los ejemplares que conforman las bases de datos utilizadas para generar estudios florísticos-taxonómicos tiene importantes implicaciones. Esto ha llevado a que se sigan considerando como especies endémicas o raras a algunas que no lo son, como es el caso de *Monstera florescanoana*, *Spathiphyllum uxpanapense* Matuda, *Peperomia chazaroi* G. Mathieu & T. Krömer, *P. fugax* C.DC. y *P. huatuscoana* C.DC., entre otras. Aunque estas especies han sido colectadas en varios estados y la información de sus especímenes está presente en herbarios virtuales o bases de datos, recientemente fueron publicadas como raras y endémicas de Veracruz (Villaseñor *et al.* 2024).

También es necesario generar un vínculo que permita actualizar las correcciones que los especialistas realizan de los ejemplares de herbario, pues continúan apareciendo colectas con nombres erróneos en línea, generando problemas al localizar los especímenes. Por ejemplo, hay una colecta de *Platanthera nubigena* A.Rich. & Galeotti de Morelia (*Rzedowski 46503*, IEB) disponible en GBIF y EncicloVida que, sin embargo, fue determinada por los mismos autores Espejo-Serna & López-Ferrari (1994) como *Platanthera calderoniae* López-Ferrari & Espejo. Consideramos que es necesario actualizar estos cambios de manera más eficiente.

Las plataformas virtuales fueron excelentes herramientas para ubicar especies publicadas en los años de 1800-1900, útiles para analizar especies con errores taxonómicos, por lo que recomendamos su uso. Sin embargo, en ocasiones no están disponibles las imágenes de los ejemplares, por lo que consideramos que sería muy valioso contar con la digitalización de todos los herbarios, tanto nacionales como regionales (Heberling *et al.* 2019), facilitar su acceso en bases de datos como GBIF y darle continuidad a la iniciativa nacional de Red de Herbarios de México (herbanwmex.net). A medida que más instituciones se integren a la digitalización podremos contar con mejores datos sobre la distribución de la flora (de Araujo *et al.* 2022), que nos permitan generar trabajos biogeográficos actualizados (Heberling *et al.* 2019) y proyectos de conservación, con énfasis en las especies más vulnerables (Delves *et al.* 2023).

En relación con las especies clasificadas como Dudosas ([Tabla S3](#)), cuyos ejemplares no están disponibles en línea o cuya identificación con certeza es complicada mediante una fotografía digital, es importante que especialistas en cada grupo taxonómico contribuyan en la revisión de estos registros. Como se trata de 203 especies, la confirmación o actualización de sus nombres sería relevante para la evaluación de su estado de endemismo y conservación.

También es importante continuar con la colecta y herborización de material vegetal de manera adecuada para que sus ejemplares puedan ser estudiados por taxónomos expertos (Ruiz Gómez *et al.* 2024). Sobre todo, es necesario realizar más trabajo de campo en los fragmentos de bosque natural remanentes en zonas remotas y botánicamente poco exploradas (Prance *et al.* 2000), donde aún quedan muchas especies por descubrir que pueden estar amenazadas por la deforestación y la pérdida de hábitat (Carvajal-Hernández *et al.* 2018). Esto con el fin de continuar ampliando nuestro conocimiento sobre la distribución de las plantas vasculares y descubrir nuevas especies endémicas.

El listado que hemos generado representa una herramienta clave para priorizar la evaluación del riesgo de extinción de las especies endémicas de Veracruz, facilitar la elaboración de planes de manejo y restauración de hábitats e identificar aquellas especies que requieren monitoreo constante para detectar cambios en sus poblaciones. Estas especies desempeñan un papel crucial en la estructura y composición de los bosques sucesionales (Endress 2002), y al ser utilizadas como bioindicadores, permiten obtener información valiosa sobre la salud y el estado de los ecosistemas en los que habitan. Confiamos en que este listado actualizado contribuirá significativamente al diseño e implementación de políticas de conservación, así como a la protección legal de las especies más amenazadas.

Material suplementario

El material suplementario de este trabajo puede ser consultado aquí: <https://doi.org/10.17129/botsci.3673>

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de los siguientes curadores de herbarios y encargados de bases de datos de herbarios que nos facilitaron imágenes de ejemplares: Allen Coombes (HUAP), Brenda Bedolla (IEB), Daniela del Ángel (CIB), Gerardo Salazar (MEXU), George Yatskievych (TEX), Jesús González (CIIDIR), Lauren Boyle (MO), María del Rosario García (MEXU), Nicole Tarnowsky (NYGB), Patricia Hernández (IEB) y Tiana Rehman (BRIT). Así como a especialistas taxónomos que nos ayudaron a corroborar especímenes: Adolfo Espejo, Amparo Acebey, Amparo Cerón, Carlos Durán, César Carvajal, Francisco Lorea, Gonzalo Castillo, Guido Mathieu, Jorge Sánchez Ken, José Luis Villaseñor, Mahinda Martínez, María Leticia Torres, Ricardo Callejas, Rosa Cerros, Rodolfo Solano, Sandra Knapp, Sergio Avendaño y Victor Werner Steinmann. De igual manera agradecemos las revisiones de los árbitros y del editor de sección de la revista *Botanical Sciences* por las acertadas sugerencias que mejoraron este manuscrito.

Literatura citada

- Arzaba-Villalba C, Cházaro-Basáñez M, Viveros-Colorado C. 2018. *Agave maria-patriciae* (Polycephalae Group: Asparagaceae), a new species from Central Coastal Veracruz, Mexico. *Phytotaxa* **360**: 263-268. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.360.3.6>
- Bachman SP, Brown MJM, Leão TCC, Lughadha EN, Walker BE. 2024. Extinction risk predictions for the world's flowering plants to support their conservation. *New Phytologist* **242**: 797-808. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.19592>
- Benítez Badillo G, Hernández Huerta A, Equihua Zamora M, Pulido Salas MTP, Ibáñez Bernal S, Miranda Martín del Campo L. 2010. Biodiversidad. In: Florescano E, Ortiz J, eds. *Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural de Veracruz. Vol. I*. México: Gobierno del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, Universidad Veracruzana. pp. 171-202. ISBN: 9786079513160
- Bivand RS, Pebesma E, Gómez-Rubio V. 2013. *Applied spatial data analysis with R*. Nueva York, USA: Springer Science+Business Media. ISBN: 978-1-4614-7618-4. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7618-4>
- Bonn A, Rodrigues ASL, Gaston KJ. 2002. Threatened and endemic species: are they good indicators of patterns of biodiversity on a national scale? *Ecology Letters* **5**: 733-741. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2002.00376.x>
- Burlakova LE, Karatayev AY, Karatayev VA, May ME, Bennett DL, Cook MJ. 2011. Endemic species: Contribution to community uniqueness, effect of habitat alteration, and conservation priorities. *Biological Conservation* **144**: 155-165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.08.010>
- Callejas R. 2020. Piperaceae. In: Davidse G, Ulloa Ulloa C, Hernández HM, Knapp S. eds. *Flora Mesoamericana Vol. II Parte 2*. USA: Missouri Botanical Garden, Universidad Nacional Autónoma de México Instituto De Biología, The Natural History Museum. pp. 1-491. ISBN: 978-1-935641-20-9
- Calonje M, Stevenson DW, Osborne R. 2024. *The world list of cycads*. Online edition. <http://www.cycadlist.org> (accessed July 24, 2024).
- Cariño M, Aceves JS, Rendón C, Valiente C, Leal ML, Rodríguez B. 2004. La política ambiental mexicana y la conservación del ambiente en Baja California Sur. *Gaceta Ecológica* **70**: 45-56.
- Carmona-Hernández O, Laccetti L, Martínez Hernández MDJ, Luna Rodríguez M, Fernández MDS, Guerrero Analco JA, Asselin H, Scopece G, Lozada-García JA. 2023. Plant conservation in the Mesoamerican biodiversity hotspot: a case study on the *Piper* genus in Veracruz (Mexico). *Tropical Ecology* **64**: 324-336. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42965-022-00271-9>
- Carvajal-Hernández CI, Gómez-Díaz JA. 2024. Distribution and conservation of Mexican tepezmaite cycads. *Biodiversity and Conservation* **33**: 3727-3742. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-024-02920-y>
- Carvajal-Hernández CI, Guzmán-Jacob V, Smith A, Krömer T. 2018. A new species, new combinations in *Pecluma* and *Pleopeltis*, and new records for the State of Veracruz, Mexico. *American Fern Journal* **108**: 139-150. DOI: <https://doi.org/10.1640/0002-8444-108.4.139>
- Castillo-Campos G, Avendaño-Reyes S, Medina-Abreo ME. 2011. Flora y Vegetación. In: Cruz-Angón A. ed. *La Biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado. Vol. I*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, AC. pp. 163-179. ISBN: 9786077607496
- Castillo-Campos G, Laborde J. 2004. La vegetación. In: Guevara S, Laborde J, Sánchez-Ríos G, eds. *Los Tuxtlas: El Paisaje de la Sierra*. Xalapa, México: Instituto de Ecología, AC. pp. 231-265. ISBN: 970-709-043-X
- Castillo-Campos G, Medina Abreo ME, Dávila Aranda PD, Zavala Hurtado JA. 2005. Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular en Veracruz, México. *Acta Botanica Mexicana* **73**: 19-57. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm73.2005.1004>
- Challenger A, Soberón J. 2008. Los ecosistemas terrestres. In: Soberón J, Halffter G, Llorente-Bousquet J, eds. *Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento Actual de la Biodiversidad*. Ciudad de México, México: Comisión

- Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). pp. 87-108. ISBN: 978-607-7607-03-8
- Coelho N, Gonçalves S, Romano A. 2020. Endemic plant species conservation: Biotechnological approaches. *Plants* **9**: 345-367. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9030345>
- CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. 2007. Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 1ra. Etapa. *Informe final del Proyecto DQ056*, 18 de julio de 2007.
- de Araujo ML, Quaresma AC, Ramos FN. 2022. GBIF information is not enough: national database improves the inventory completeness of Amazonian epiphytes. *Biodiversity and Conservation* **31**: 2797-2815. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-022-02458-x>
- Delves J, Albán-Castillo J, Cano A, Fernández Aviles C, Gagnon E, Gonzáles P, Knapp S, León B, Marcelo-Peña JL, Reynel C, Rojas Gonzáles RdPR, Rodríguez Rodríguez EF, Särkinen T, Vásquez Martínez R, Moonlight PW. 2023. Small and in-country herbaria are vital for accurate plant threat assessments: A case study from Peru. *Plants People Planet* **6**: 174-185. DOI: <https://doi.org/10.1002/ppp3.10425>
- Díaz Jiménez P, Croat TB, Amith JD, Pérez-Farrera MA, Aguilar-Rodríguez PA. 2024. A new species of broad-leaved *Anthurium* (Araceae) from the central region of Veracruz, Mexico. *Phytotaxa* **644**: 63-68. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.644.1.9>
- Dirzo R, Miranda A. 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. In: Price PW, Lewinsohn TM, Fernandes GW, Benson WW, eds. *Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*. New York, USA: Wiley, pp. 273-287. ISBN: 978-0471509370
- Ellis EA, Martínez-Bello M, Monroy-Ibarra R. 2011. Focos rojos para la conservación de la biodiversidad. In: Angón C, Herrero, R, eds. *La Biodiversidad en Veracruz Estudio de Estado*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). pp. 351-367. ISBN: 9786077607496
- Endress BA. 2002. The importance of endemic species to forest succession in Palau. *Micronesica-Agana* **34**: 141-153.
- Espejo Serna A. 2012. El endemismo en las Liliopsida mexicanas. *Acta Botanica Mexicana* **100**: 195-257. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm100.2012.36>
- Espejo-Serna A, López Ferrari AR. 1993. Lista de referencia. Parte I. Agavaceae, Alismaceae, Alliaceae, Alstroemeriaceae y Amaryllidaceae. In: Delgadillo C, Riba R, Galván R, Flores F, Chiang F, eds. *Las Monocotiledóneas Mexicanas una Sinopsis Florística*. México: Consejo Nacional de la Flora de México AC, Universidad Metropolitana-Iztapalapa. pp. 57. ISBN-968-6144-07-2
- 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>
- Espejo Serna A, López-Ferrari AR. 1994. Una nueva especie de *Platanthera* (Orchidaceae, Orchideae, Orchidinae) de Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana* **26**: 77-81. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm26.1994.693>
- Francisco-Gutiérrez A, Cházaro-Basáñez M, Carral-Domínguez R. 2023. The first epiphytic species of *Valeriana* in the world: *Valeriana rudychazaroi* (Caprifoliaceae). *PhytoKeys* **236**: 145-156. DOI: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.236.110905>
- Frodin DG. 2004. History and concepts of big plant genera. *Taxon* **53**: 753-776. DOI: <https://doi.org/10.2307/4135449>
- García-Aguilar MC, Luévano-Esparza J, De la Cueva H. 2017. La fauna nativa de México en riesgo y la NOM-059: ¿Están todos los que son y son todos los que están? *Acta Zoológica Mexicana* **33**: 188-198. DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2017.3321060>
- Gentry AH. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden* **69**: 557-593. DOI: <https://doi.org/10.2307/2399084>
- Gómez-Díaz JA, Bautista-Bello AP, Carvajal-Hernández CI, Guzmán-Jacob V, Monge-González ML, Krömer T. 2023. Diversity patterns of vascular plant groups along gradients of elevation and disturbance in Mexico. In: Mys-

- ter RW. ed. *Neotropical Gradients and Their Analysis*. USA: Springer, pp. 391-418. ISBN: 978-3-031-22847-6. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-22848-3_14
- Gómez-Díaz JA, Brast K, Degener J, Krömer T, Ellis E, Heitkamp F, Gerold G. 2018. Long-term changes in forest cover in central Veracruz, Mexico (1993-2014). *Tropical Conservation Science* **11**: 1940082918771089. DOI: <https://doi.org/10.1177/1940082918771089>
- Gómez-Díaz JA, Krömer T, Kreft H, Gerold G, Carvajal-Hernández CI, Heitkamp F. 2017. Diversity and composition of herbaceous angiosperms along gradients of elevation and forest-use intensity. *Plos One* **12**: e0182893. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182893>
- Gómez-Pompa A, Krömer T, Castro-Cortés R. 2010. *Atlas de la flora de Veracruz: Un patrimonio natural en peligro*. México: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana. ISBN: 9786079513177
- González-Elizondo MS, González-Elizondo M, López-Enríquez IL, Tena-Flores JA, González-Gallegos JG, Ruacho-González L, Melgoza-Castillo A, Villarreal-Quintanilla JA, Estrada-Castillón AE. 2017. Diagnóstico del conocimiento taxonómico y florístico de las plantas vasculares del norte de México. *Botanical Sciences* **95**: 760-779. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1865>
- Gotelli NJ, Colwell RK. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* **4**: 379-391. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x>
- Gutiérrez-Báez C, Avendaño-Reyes S, Zamora-Crescencio P. 2016. *Heliconia veracruzensis*, nueva especie de Veracruz, México. *Bouteloua* **25**: 101-103.
- Hao C, Fan R, Ribeiro MC, Tan L, Wu H, Yang J, Zheng W, Yu H. 2012. Modeling the potential geographic distribution of black pepper (*Piper nigrum*) in Asia using GIS tools. *Journal of Integrative Agriculture* **11**: 593-599. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60046-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60046-X)
- Heberling JM, Prather LA, Tonsor SJ. 2019. The changing uses of herbarium data in an era of global change: an overview using automated content analysis. *BioScience* **69**: 812-822. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biz094>
- Hijmans RJ. 2022. *raster: Geographic Data Analysis and Modeling*. R package version 3.6-3. <https://CRAN.R-project.org/package=raster> (accessed May 28, 2025).
- Hijmans RJ, Garrett KA, Huamán Z, Zhang DP, Schreuder M, Bonierbale M. 2000. Assessing the geographic representativeness of genebank collections: the case of Bolivian wild potatoes. *Conservation Biology* **14**: 1755-1765. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.98543.x>
- Hortal J, Lobo JM, Jiménez-Valverde A. 2007. Limitations of biodiversity databases: case study on seed-plant diversity in Tenerife, Canary Islands. *Conservation Biology* **21**: 853-863. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00686.x>
- Hurtado-Reveles L, Ortiz-Rodríguez AE. 2025. Two new species of *Ocotea* (Lauraceae) with clustered leaves from the Uxpanapa region, Mexico. *PhytoKeys* **252**: 125-139. DOI: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.252.132953>
- Ibarra-Manríquez G, Cornejo-Tenorio G, González-Castañeda N, Piedra-Malagón EM, Luna A. 2012. El género *Ficus* L. (Moraceae) en México. *Botanical Sciences* **904**: 389-452. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.472>
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2020. *Marco Geoestadístico Nacional*. Ciudad de México, México: INEGI. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/dest23gw.html> (accessed May 28, 2025).
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2023. Información por entidad Veracruz de Ignacio de la Llave <https://www.inegi.org.mx/> (accessed November 22, 2023).
- IUCN [International Union for Conservation of Nature]. 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2024-1. <https://www.iucnredlist.org> (accessed December 22, 2024).
- Jimeno-Sevilla HD, García-Gutiérrez E, Posadas-Trejo KG. 2024. *Beschorneria carolinae*, (Asparagaceae), una especie nueva del estado de Veracruz, México. *Phytoneuron* **83**: 1-8.
- Jimeno-Sevilla HD, Vergara-Rodríguez D, Krömer T, Armenta-Montero S, Mathieu G. 2018. Five endemic *Peperomia* (Piperaceae) novelties from Veracruz, Mexico. *Phytotaxa* **369**: 93-106. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.369.2.3>

- Kreft H, Jetz W. 2007. Global patterns and determinants of vascular plant diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **104**: 5925-5930. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0608361104>
- Krömer T, Acebey AR, Armenta-Montero S, Croat TB. 2019. Diversity, distribution, and conservation status of Araceae in the State of Veracruz, Mexico. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **104**: 10-32. DOI: <https://doi.org/10.3417/2018214>
- Krömer T, Acebey A, Smith AR. 2007. *Thelypteris tuxtensis* (Thelypteridaceae), a new species in subgenus *Goniopteris* from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *American Fern Journal* **97**: 136-139. DOI: [https://doi.org/10.1640/0002-8444\(2007\)97\[136:TTTANS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1640/0002-8444(2007)97[136:TTTANS]2.0.CO;2)
- Krömer T, Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Acebey AR, García-Cruz J, Mathieu G. 2020. Las angiospermas epífitas del estado de Veracruz, México: Diversidad y distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **91**: 1-110. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3415>
- Lascurain-Rangel M, Avendaño-Reyes S, Cházaro-Basañez M, Geissert-Kientz D, Villegas-Patraca R, Gallo-Gómez CA, Gutiérrez-Báez C. 2017. Floristic, vegetational and geographic characteristics of the Sierra de Chiconquiaco, Veracruz, México. *Botanical Sciences* **95**: 610-659. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1111>
- Londoño X, Ruiz-Sánchez E. 2014. *Guadua tuxtensis* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduiniae): Una nueva especie inadvertida de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Botanical Sciences* **92**: 481-488. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.76>
- Lorea-Hernández FG, Durán-Espinosa C, Gallardo-Hernández C, Peredo-Nava M. 2011. La diversidad de plantas con semillas de la flora veracruzana. In: Cruz-Angón A. ed. *La Biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado. Vol. I*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, AC. pp. 201-212. ISBN: 9786077607496
- Lorenzo C, González-Ruiz N. 2017. Mammals in the Mexican Official Norm NOM-059-SEMARNAT-2010. *Therya* **9**: 69-72. DOI: <https://doi.org/10.12933/therya-18-565>
- Luna-Vega I, Espinosa D, Contreras-Medina R. 2016. *Biodiversidad de la Sierra Madre del Sur*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 978-607-0279-06-5
- Martínez-Gordillo MJ, Bedolla-García B, Cornejo-Tenorio G, Fragoso-Martínez I, García-Peña MdR, 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>
- Mathieu G. 2023. The Internet Peperomia Reference, www.peperomia.net (accessed September 30, 2024).
- Mathieu G, Vergara-Rodriguez D, Krömer T, Karger DN. 2015. *Peperomia* (Piperaceae) novelties from Veracruz State, Mexico. *Phytotaxa* **205**: 268-276. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.205.4.6>
- Medina-Villarreal A, González-Astorga J, Espinosa de los Monteros A. 2019. Evolution of *Ceratozamia* cycads: A proximate-ultimate approach. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **139**. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106530>
- Mittermeier RA, Myers N, Mittermeier CG. 1999. Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. *Journal of Mammalogy* **83**: 630-633. DOI: [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2002\)083<0630>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2002)083<0630>2.0.CO;2)
- Moncada-Hernández SG. 2014. Cómo realizar una búsqueda de información eficiente. Foco en estudiantes, profesores e investigadores en el área educativa. *Investigación en Educación Médica* **3**: 106-115. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(14\)72734-6](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(14)72734-6)
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**: 853-858. DOI: <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Ortiz Rodríguez AE, Marinero-Sobal EJ. 2022. Fog and coffee: a new species of *Tridimeris* (Annonaceae) endemic to the mountain cloud forest of Mexico. *Phytotaxa* **548**: 146-152. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.548.2.2>
- PCC [Pteridophyte Collections Consortium]. 2024. <https://www.pteridportal.org/portal/collections/index.php> (accessed April 1, 2024).
- Pebesma E. 2019. *stars: Spatiotemporal Arrays, Raster and Vector Data Cubes*. R package version 0.5-3. <https://CRAN.R-project.org/package=stars> (accessed May 27, 2025).

- Peterson AT, Soberón J, Ramsey J, Osorio-Olvera L. 2020. Co-occurrence networks do not support identification of biotic interactions. *Biodiversity Informatics* **15**: 1-10. DOI: <https://doi.org/10.17161/bi.v15i1.9798>
- Pio-León JF, González-Elizondo M, Vega-Aviña R, González-Elizondo MS, González-Gallegos JG, Salomón-Montijo B, Millán-Otero MG, Lim-Vega CA. 2023. Las plantas vasculares endémicas del estado de Sinaloa, México. *Botanical Sciences* **101**: 243-269. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.3076>
- Pozo P, Wood J, Soto D, Beck S. 2013. Plantas endémicas de afloramientos rocosos en las serranías de Roboré y Concepción: implicaciones para su conservación. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* **7**: 73-81.
- POWO [Plants of the World Online]. 2024. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (accessed April 2, 2024).
- Prance GT, Beentje H, Dransfield J, Johns R. 2000. The tropical flora remains undercollected. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **87**: 67-71. DOI: <https://doi.org/10.2307/2666209>
- Quiroga-Méndez SJ, Lino-Villalba OA, Arroyo-Herbas L, Toledo M, Martínez-Ugarteche MT, Montero Aramayo JC, Klitgaard BB, Villarroel D. 2022. Efecto de la pérdida de cobertura natural sobre la flora endémica del área Tropical Importante para Plantas (TIPA) Concepción (Santa Cruz, Bolivia). *Journal of Neotropical Biology* **19**: 78-91. DOI: <https://doi.org/10.5216/rbn.v19i2.72413>
- Ramírez-Amezcuca Y, Steinmann VW. 2013. Revisión taxonómica de *Argythamnia* subgénero *Ditaxis* (Euphorbiaceae) en México. *Botanical Sciences* **91**: 427-459. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.422>
- Ramírez-García E, Krömer T. 2025. Distribución y estado de conservación de las especies del género *Bartlettina* (Eupatorieae, Asteraceae) endémicas de México. *Botanical Sciences* **103**: 1-20. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.3585>
- Rao MKV. 2004. The importance of botanical nomenclature and synonymy in taxonomy and biodiversity. *Current Science* **87**: 602-606.
- Rivera-Fernández A, Octavio-Aguilar P, Sánchez-Coello NG, Sánchez-Velásquez LR, Vázquez-Torres SM, Iglesias-Andreu LG. 2012. Estructura poblacional y distribución espacial de *Ceratozamia mexicana* Brongn. (Zamiaceae) en un ambiente conservado y en uno perturbado. *Tropical and subtropical Agroecosystems* **15**: S110-S117.
- Ruiz-Gómez MG, Gómez-Díaz JA, Carvajal-Hernández CI, Acebey AR, Krömer T. 2023. ¿Ser o no ser endémica?, esa es la cuestión: el caso de *Peperomia cordovana*. *Desde el Herbario CICY* **15**: 97-101.
- Ruiz Gómez MG, Gómez Díaz JA, Carvajal Hernández CI, Acebey AR, Krömer T. 2024. Especies endémicas del género *Peperomia* en Veracruz: la importancia de los herbarios virtuales. *Temas de Ciencia y Tecnología* **28**: 35-44.
- Rzedowski J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra edición digital. Ciudad de México, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Rzedowski J. 2019. Updated inventory of the Mexican species of Campanulaceae. *Botanical Sciences* **97**: 110-127. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.2085>
- Salas de León SN, García Mendoza AG, Villar Morales CV, Reyes-Agüero JA. 1999. Distribución geográfica y ecológica de la flora amenazada de extinción en la zona árida del estado de San Luis Potosí, México. *Polibotánica* **10**: 1-21.
- Samain MS, Hernández Najarro F, Martínez Salas EM. 2019. Las Hydrangeas trepadoras (Hydrangeaceae) de México, incluyendo la descripción de seis nuevas especies en peligro (crítico). *Acta Botanica Mexicana* **126**: 1-43. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1463>
- Sánchez Ken JG. 2019. Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (Poaceae) de México. *Acta Botanica Mexicana* **126**: 1-74. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1379>
- Scofield RL. 2008. La relevancia de lograr un conocimiento taxonómico confiable para mejorar la conservación de las plantas. *BioScriba* **1**: 30-34.
- 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.

- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2025. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. *Diario Oficial de la Federación*. 2da Sección, 14 de abril de 2025.
- Skarbek C. 2008. A review of endemic species in the Eastern Arc Afromontane Region: Importance, inferences, and conservation. *Macalester Reviews in Biogeography* **1**: 3-24.
- Soberón J, Jiménez R, Golubov J, Koleff P. 2007. Assessing completeness of biodiversity databases at different spatial scales. *Ecography* **30**: 152-160. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2007.04627.x>
- Solano R, Licona E, Carral R, Téllez-Baños B. 2025. Two new species, nomenclatural notes and an updated checklist in *Lepanthes* (Orchidaceae, Pleurothallidinae) from Mexico. *Phytotaxa* **687**: 21-64. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.687.1.4>
- Sosa V, De-Nova JA. 2012. Linajes de angiospermas endémicas en México: zonas de alto endemismo para la conservación. *Acta Botanica Mexicana* **100**: 293-315. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm100.2012.38>
- Sosa V, De-Nova JA, Vásquez-Cruz M. 2018. Data from: Evolutionary history of the flora of Mexico: dry forests cradles and museums of endemism [Dataset]. Dryad. <https://doi.org/10.5061/dryad.c6f7453>
- Sosa V, Gómez-Pompa A. 1994. *Flora de Veracruz. Lista florística*. Veracruz, México: Instituto de Ecología AC, University of California. ISBN: 968-7213-59-0
- Sosa V, Vovides AP, Castillo-Campos G. 1998. Monitoring endemic plant extinction in Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation* **7**: 1521-1527. <https://doi.org/10.1023/A:1008809332490>
- Sousa SM. 2011. New species and one lectotypification in *Lonchocarpus* (Leguminosae) from Mesoamerica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**: 1108-1122. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.1171>
- Stevens GC. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *The American Naturalist* **133**: 240-256. DOI: <https://doi.org/10.1086/284913>
- Toledo VM. 1982. Pleistocene changes of vegetation in tropical Mexico. In: Prance GT, ed. *Biological Diversification in the Tropics*. New York, USA: Columbia University Press, pp. 93-111. DOI: <https://doi.org/10.1093/sysbio/31.4.527>
- Torres-Montúfar A, Torres-Díaz AN. 2022. Las Rubiáceas de México: ¿Ya está hecho el trabajo? *Botanical Sciences* **100**: 446-468. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2847>
- Trejo I, Dirzo R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* **11**: 2063-2084. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1020876316013>
- Tucker GC. 2022. Two new species of *Cyperus* (Cyperaceae) from Mexico and Venezuela. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* **16**: 427-433. DOI: <https://doi.org/10.17348/jbrit.v16.i2.1259>
- Vázquez-Sánchez M, Terrazas T, Arias S. 2005. Morfología y anatomía del cefalio de *Cephalocereus senilis* (Cactaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* **62**: 153-161. DOI: <https://doi.org/10.3989/ajbm.2005.v62.i2.16>
- Vergara-Rodríguez D, Mathieu G, Samain MS, Armenta-Montero S, Krömer T. 2017. Diversity, distribution, and conservation status of *Peperomia* (Piperaceae) in the State of Veracruz, Mexico. *Tropical Conservation Science* **10**. DOI: <https://doi.org/10.1177/1940082917702383>
- Villaseñor JL. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **87**: 559-902. DOI: <https://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, Hernández-Flores MM. 2023a. The vascular plant species endemic or nearly endemic to Puebla, Mexico. *Botanical Sciences* **101**: 1207-1221. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.3299>
- Villaseñor JL, Ortiz E, Ramírez-Barrios R, Murguía-Romero M. 2023b. Riqueza y endemismo de la flora vascular de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **94**: 1-29. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2023.94.5282>

- Villaseñor JL, Ortiz-Bermúdez E, Murguía-Romero M. 2024. The rarest of rarities in the flora of Mexico. *Botanical Sciences* **102**: 1300-1317. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.3498>
- Vovides AP, Avendaño S, Pérez-Farrera MA, Stevenson DWM. 2012. What is *Ceratozamia brevifrons* (Zamiaceae)? *Brittonia* **64**: 35-42. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12228-011-9199-8>
- Vovides AP, Luna V, Medina G. 1997. Relación de algunas plantas y hongos mexicanos raros, amenazados o en peligro de extinción y sugerencias para su conservación. *Acta Botanica Mexicana* **39**: 1-42. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm39.1997.774>
- Wendt T. 1989. Las selvas de Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca, México: evidencia de refugios florísticos cenozoicos. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) **58**: 29-54.
- Wickham H. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. New York: Springer-Verlag. ISBN: 978-3-319-24277-4
- Williams-Linera G. 2007. *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*. Xalapa, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Ecología, AC. ISBN: 970-709-101-0
- Williams-Linera G, Manson RH, Isunza Vera E. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques* **8**: 73-89. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2002.811307>
- Williams SE, Williams YM, VanDerWal J, Isaac JL, Shoo LP, Johnson CN. 2009. Ecological specialization and population size in a biodiversity hotspot: how rare species avoid extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106**: 19737-19741. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0901640106>

Editor de sección: Martha González Elizondo

Contribuciones de los autores: MGRG, diseño de la investigación, compilación de la base de datos, revisión de ejemplares, análisis de datos; JAGD, compilación de la base de datos, análisis de datos; TK diseño de la investigación, revisión de ejemplares. Todos los autores contribuyeron a la escritura, discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Entidades Financiadoras: Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (beca posdoctoral otorgada a la primera autora).

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses, económicos o personales, en la información, presentación de datos y resultados de este artículo.