

Ensayo de Investigación

Especies endémicas del género *Peperomia* en Veracruz: la importancia de los herbarios virtuales Endemic species of the genus *Peperomia* in Veracruz: the importance of virtual herbaria

María Guadalupe Ruiz Gómez¹, Jorge Antonio Gómez Díaz²,
César I. Carvajal Hernández², Amparo R. Acebey¹, Thorsten Krömer^{1*}

¹ Centro de Investigaciones Tropicales
² Instituto de Investigaciones Biológicas
^{1,2} Universidad Veracruzana

Autor de correspondencia:
*tkromer@uv.mx

Recibido: 12-08-2023 Aceptado: 16-02-2024 (Artículo Arbitrado)

Resumen

Las especies endémicas tienen una distribución limitada y solo se encuentran en una región geográfica específica, por ejemplo, en una pequeña área dentro de un estado. Esto conlleva a un mayor riesgo de extinción en caso de destrucción de su hábitat, por lo cual son elementos clave para establecer y promover planes de conservación. Sin embargo, el endemismo es un criterio relativo, ya que existen diferentes formas de clasificar las especies endémicas (p.ej. por área geográfica o grado de endemismo). En este artículo se discuten las dificultades para preparar e identificar correctamente especímenes de herbario y determinar el endemismo de una especie, tomando como ejemplo a las especies herbáceas del género *Peperomia* (Piperaceae). Muchas de ellas fueron erróneamente consideradas (o no) como endémicas del estado de Veracruz. Pero la cuidadosa revisión de sus ejemplares disponibles principalmente en herbarios virtuales y en colaboración con el especialista del grupo reveló su verdadera identidad, así como diversos errores de identificación.

Palabras clave: Endemismo, taxonomía, conservación, clasificación, distribución geográfica.

Abstract

Endemic species have a limited distribution and are only found in a specific geographic region, for example, a small area within a state. This leads to a higher risk of extinction in case of habitat destruction, making them key elements for establishing and promoting conservation plans. However, endemism is a relative criterion since there are different ways of classifying endemic species (e.g., by geographic area or degree of endemism). In this paper, we discuss the difficulties in correctly preparing and identifying herbarium specimens and determining the endemism of a species, taking as an example the herbaceous species of the genus *Peperomia* (Piperaceae). Many were erroneously considered (or not) as endemic to Veracruz State. However, carefully revising the specimens available mostly in virtual herbaria in collaboration with the group's specialist revealed their true identity and many identification errors.

Keywords: Endemism, taxonomy, conservation, classification, geographical distribution.

Introducción

Las plantas endémicas son aquellas que tienen una distribución limitada y sólo se encuentran en una región o área geográfica específica (Acebey, Krömer, Vázquez, 2012). Casi la mitad de la flora de México es endémica al país (Villaseñor, 2016), esto se debe a una conjunción de características geográficas (numerosas cadenas montañosas y la zona de transición de dos reinos biogeográficos, el neártico y el neotrópico), climáticas (la presencia de todos los tipos de

clima del mundo) y evolutivas (centros de origen y diversificación de diferentes clados). Por ejemplo, más del 40 % de las 1,200 especies de orquídeas del país y el 75 % de las 422 especies de bromelias mexicanas son endémicas al territorio nacional (Castillo-Pérez, Martínez-Soto, Maldonado-Miranda, Alonso-Castro, Carranza-Álvarez, 2019; Espejo-Serna y López-Ferrari, 2018). Muchas de las especies endémicas están altamente especializadas a su hábitat, lo que las hace

muy vulnerables a los cambios en su entorno (p.ej. pérdida y degradación del hábitat por perturbaciones humanas o naturales, o cambio climático), que pueden causar la disminución o desaparición de sus poblaciones. Por esta razón, estas especies tienen un mayor riesgo de extinción (Pozo, Wood, Soto, Beck, 2013).

En consecuencia, los taxones endémicos de un país son los elementos clave para establecer e impulsar las estrategias de conservación, ya que su protección y permanencia depende en gran medida de la política nacional (Orsenigo et al., 2018). Además, las especies endémicas son relevantes desde el punto de vista ecológico y biológico, porque forman una parte integral del ecosistema en el que viven y pueden tener un papel significativo en diversos procesos y servicios ecológicos (p.ej. regular el clima, proporcionar alimento y agua) o en el mantenimiento de la biodiversidad (Álvarez y Gerhartz, 2009). Asimismo, pueden ser las únicas representantes de un grupo de importancia evolutiva o ser especies de interés comercial, medicinal u ornamental.

Algunas estrategias para conservar las especies endémicas según Kueffer y Kaiser-Bunbury (2014) son: la protección de hábitats naturales donde se distribuyen para evitar la destrucción y degradación de los mismos (conservación *in situ*); la restauración de hábitats degradados donde anteriormente se encontraban para facilitar la regeneración de sus poblaciones; el monitoreo de sus poblaciones para conocer su distribución, ecología y estado de conservación; el control de plagas y enfermedades que puedan afectarlas; fomentar la educación ambiental sobre la importancia que tienen y cómo podemos ayudar a conservarlas; promover la conservación *ex situ* con ejemplares en jardines botánicos y la creación de bancos de germoplasma para asegurar su supervivencia a largo plazo; así como llevar a cabo un uso sostenible de estas especies promoviendo alternativas como el turismo comunitario y su cultivo o propagación en Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs).

En países megadiversos como México el conocimiento sobre la biodiversidad es incompleto, donde los trabajos taxonómicos y florísticos son escasos (Martínez-Meyer, Sosa-Escalante, Álvarez, 2014). Además, para varios grupos de plantas y animales faltan especialistas nacionales e incluso a nivel mundial.

Por lo tanto, es común que en ciertos grupos complejos se presenten errores al identificar los ejemplares depositados en diferentes colecciones, los cuales pueden causar confusiones durante el proceso de la determinación de la distribución geográfica y endemismo de un taxón específico (Ruiz-Gómez, Gómez-Díaz, Carvajal-Hernández, Acebey, Krömer, 2023). Considerando que la protección de especies endémicas debe ser una prioridad para los gobiernos y las organizaciones ambientales, es fundamental tener información precisa y actualizada sobre estas especies, para evitar errores en las propuestas y acciones de conservación.

Desarrollo

Tipos de endemismo en una especie

El endemismo es un término relativo que depende de ciertos criterios y por lo tanto existen diferentes maneras de clasificar las especies endémicas. Algunas de las formas más comunes de hacerlo son:

a) **Área geográfica.** Las especies pueden ser clasificadas como endémicas de un ecosistema o una región biogeográfica particular, un estado o un país. Un ejemplo del primero es *Palafoxia lindenii* (Asteraceae; Figura 1A), hierba endémica del frágil y amenazado ecosistema de las dunas costeras del centro de Veracruz (Gómez-Pompa, Krömer, Castro-Cortés, 2010).

b) **Grado de endemismo.** Las especies que sólo se encuentran en un área geográfica reducida se consideran altamente endémicas o microendémicas. Por ejemplo, la familia Bromeliaceae en México cuenta con 173 especies microendémicas, es decir, se conocen únicamente en una pequeña región dentro de un estado del país (Espejo-Serna y López-Ferrari, 2018). Una de estas es *Tillandsia novakii* (Figura 1B), que solo se encuentra en el municipio de Cerro Azul en el norte de Veracruz (Gómez-Pompa et al., 2010). Otro ejemplo es el helecho *Anemia tabascana* (Anemiaceae; Figura 1C), conocida únicamente de la localidad de su ejemplar tipo colectado en el municipio de Huimanguillo del estado de Tabasco (Carvajal-Hernández, Córdova-Hernández, Krömer, Burelo-Ramos, 2020).

c) **Nivel taxonómico.** El endemismo no solo se restringe al nivel de especie, también existen otras categorías taxonómicas. Por ejemplo, se pueden clasificar como endémicas una familia o un género, tal como las cícadas del género *Ceratozamia* que son

endémicas de Mesoamérica, se distribuyen desde México hasta Honduras, (Calonje, Stevenson, Osborne, 2023). Mientras, la familia Setchellanthaceae es endémica del país, considerando que su única especie, *Setchellanthus caeruleus*, ocurre solamente en el desierto de Chihuahua en el valle de Tehuacán-Cuicatlán (Sosa, De-Nova, Vásquez-Cruz, 2018).

Para determinar el endemismo de una especie de planta, los biólogos, taxónomos o ecólogos interesados en su distribución geográfica utilizan diversas fuentes de información. La mayoría están basadas en datos disponibles de esta planta que se almacenan en colecciones botánicas llamadas herbarios. Estos son lugares fascinantes donde los botánicos resguardan sus colectas prensadas, secadas, desinfectadas e identificadas. En el mundo, existen alrededor de 3,100 herbarios registrados en el Index Herbariorum (2024), lo que hace prácticamente imposible visitar a todos para revisar las colectas de plantas con amplia distribución.

Sin embargo, actualmente y gracias a los avances tecnológicos, algunos herbarios tienen páginas virtuales disponibles en internet, donde podemos hacer búsquedas de colectas y así consultar los datos e imágenes sin necesidad de desplazarnos físicamente al lugar. Ejemplos de estos son el sitio virtual del Herbario Nacional de México (MEXU, 2024); The Botany Collections of the Smithsonian Institution (US, 2024) en Washington, EE. UU.; o la colección virtual del South East Regional Network of Expertise and Collections (SERNEC, 2024), que incluye los datos de los especímenes de más de 400 herbarios de Norteamérica. Otros recursos virtuales importantes son el Herbario Virtual de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO; HVC, 2024) y la base de datos Tropicos (2024) del Missouri Botanical Garden en St. Louis, EE. UU., que ofrece como servicio gratuito la consulta de millones de especímenes e imágenes digitales a la comunidad mundial.

Problemas frecuentes al preparar ejemplares de herbarios

La correcta identificación de una planta depende de la calidad del material recolectado. Algunos de los errores más comunes que pueden ocurrir al preparar ejemplares para un herbario son los siguientes:

a) Información insuficiente en la etiqueta de la colecta. En este sentido los datos más importantes y

que no deben faltar en las etiquetas de colecta son: la localidad (de preferencia con coordenadas geográficas), la altitud, el tipo de vegetación, la fecha de colecta, el nombre y número del colector, así como el nombre científico de la planta, además del nombre del identificador y fecha de la identificación. Otra información adicional puede ser el hábito, nombre común, características morfológicas y ecológicas relevantes de la planta, usos, etc.

b) Muestras mal herborizadas y preservadas. Es importante prensar, secar, montar y desinfectar los ejemplares de manera adecuada para garantizar que se mantengan en buen estado a largo plazo en el herbario. Además, las plantas antes de prensarlas deben acomodarse de tal manera que se observen bien las características vegetativas, reproductivas y otros caracteres diagnósticos.

c) Ejemplares sin caracteres reproductivos. Durante la colecta de un ejemplar, no se debe olvidar incluir todas las partes importantes de la planta, como tallo, hojas, flores o inflorescencias y frutos (u otras estructuras reproductivas para el caso de las plantas sin flores como musgos, helechos o pinos). Esto para asegurar la calidad de la muestra y facilitar la identificación, que en la mayoría de los casos requiere información sobre las partes fértiles.

d) Errores en la identificación de la planta. Es transcendental asegurarse que la planta esté identificada correctamente antes de depositarla en el herbario para su inclusión en una base de datos. Algunas especies tienen caracteres morfológicos parecidos, por lo que es fácil equivocarse en su identificación mediante claves taxonómicas sin apoyo profesional. Por ejemplo, el género *Peperomia* (Piperaceae) tiene especies muy similares entre sí y muchos de sus ejemplares de herbario han sido mal identificados en las últimas décadas.

Es importante corroborar la identificación de las especies, ya que los errores taxonómicos pueden causar confusión en el análisis de su distribución geográfica, que es la base para poder determinar su grado de endemismo y procurar su conservación. Precisamente, en este trabajo se analiza el endemismo relacionado al área geográfica tomando como ejemplo a las especies del género *Peperomia* que únicamente se distribuyen en el estado de Veracruz.

Especies endémicas del género *Peperomia*

El género *Peperomia* pertenece a la familia Piperaceae, que incluye diversas especies de plantas con usos medicinales u ornamentales, mientras que otras son usadas como condimento o saborizante en la cocina, por ejemplo, la pimienta (*Piper nigrum*), la hoja santa o acuyo (*Piper auritum*) y algunas especies de *Peperomia* con sabor a cilantro (Cházaro-Basáñez, Badía, Vázquez-Ramírez, Narave-Flores, 2012; Martínez-Bautista et al., 2019). Este género abarca especies herbáceas con diferentes formas de vida como las terrestres, epífitas (crecen sobre árboles) y rupícolas (crecen sobre rocas) (Vergara-Rodríguez, Mathieu, Samain, Armenta-Montero, Krömer, 2017) (Figura 2). Una característica de las peperomias son sus inflorescencias en forma de espiga, que pueden presentarse solitarias o en inflorescencias compuestas, axilares o terminales. El género incluye aproximadamente 1,500 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales del mundo, aunque su mayor diversidad se encuentra en el continente americano, donde ocurren en diferentes tipos de hábitats (p.ej. selvas altas perennifolias, bosques mesófilos de montaña), desde el sur de EE. UU. hasta Chile.

México y específicamente el estado de Veracruz, cuentan con una gran biodiversidad y un alto número de especies de *Peperomia*. Se han reportado 136 especies para el país, que representa el 12.0 % del total encontrado en el continente americano (Ulloa et al., 2017; Mathieu, 2001-2023), de las cuales 60 especies ocurren en el estado de Veracruz según un estudio basado en la revisión de más de 40 herbarios nacionales e internacionales (Vergara-Rodríguez et al., 2017). En dicho trabajo se mencionan ocho especies endémicas para este estado (Tabla 1): *Peperomia chazaroi*, *P. cordovana*, *P. drusophila*, *P. hernandiifolia* var. *calva*, *P. hobbitoides*, *P. huatuscoana*, *P. schiedeii* y *P. vazquezii*. Mientras que, en el catálogo de las plantas vasculares nativas de México, Villaseñor (2016) presenta un total de diez especies de *Peperomia* endémicas de Veracruz, donde solo cuatro coinciden con el estudio anterior y otras seis, *P. botterii*, *P. camptotricha*, *P. fugax*, *P. galeottii*, *P. metapalcoensis* y *P. muelleri* (Tabla 1), no están mencionadas en Vergara-Rodríguez et al. (2017).

Debido a las grandes diferencias entre los trabajos de Villaseñor (2016) y Vergara-Rodríguez et al. (2017),

en el presente estudio se revisaron todas las especies del género registradas como endémicas del estado, considerando los ejemplares y datos en un total de 240 herbarios virtuales nacionales e internacionales. Además, se visitó personalmente el herbario XAL del Instituto de Ecología, A.C. en Xalapa, Veracruz, para verificar la presencia de colectas de estas especies en otros estados.

Otro recurso de gran utilidad fue la página web The Internet Peperomia Reference (Mathieu, 2001-2023) administrada por el especialista del género, Dr. Guido Mathieu de Bélgica, quien nos apoyó a resolver las dudas que surgieron para identificar correctamente los ejemplares dudosos. Precisamente en esta página web, Mathieu comenta que, desde la primera descripción del género por Ruiz y Pavón en 1794, se han publicado 2,554 nombres diferentes de especies de *Peperomia*, más otros 677 nombres de variedades y formas. Sin embargo, 1,558 de ellos se consideran sinónimos o nombres ilegítimos, lo que dificulta aún más la identificación de estas especies.

Algunos ejemplos de problemas taxonómicos son los ejemplares tipos u otras colectas que describen las especies *P. fugax*, *P. galeottii*, *P. metapalcoensis* y *P. muelleri* (todas estas mencionadas en Villaseñor, 2016). Estos ejemplares, según la página especializada Peperomia.net y/o la consulta con el especialista, son sinónimos y corresponden a las especies comunes *P. tuerckheimii* (Figura 3A), *P. obtusifolia* (Figura 3B), *P. rotundifolia* y *P. lanceolatopeltata* (Figura 3D) respectivamente. Por lo tanto, estos taxones no se deben considerar como especies endémicas de Veracruz, puesto que se trata de especies de amplia distribución, que podemos encontrar incluso en otros países, por ejemplo *P. obtusifolia* en Brasil y *P. rotundifolia* en Costa Rica.

Además, para la variedad *calva* de *P. hernandiifolia* (Figura 3C) hay un total de cinco colectas, todas del estado de Veracruz. Sin embargo, en el año 2019, al analizar sus caracteres morfológicos se determinó que este taxón es sinónimo de *P. peltilimba* (postura también aceptada por el reconocido botánico Adolfo Espejo-Serna, com. pers.), por lo que ya no se considera endémica del estado.

Por otro lado, la especie *P. botterii* (Figura 4A), que se consideró endémica de Veracruz por Villaseñor (2016), tiene colectas confirmadas en los estados

Tabla 1. Resumen de las especies del género *Peperomia* que han sido nombradas endémicas de Veracruz en diferentes publicaciones y su estado de endemismo actual.

Especie	Villaseñor, 2016	Vergara et al., 2017	Jimeno et al., 2018	Endémica de Veracruz	Colectas confirmadas de otros estados o países
<i>P. botterii</i> C. DC.	sí	-	-	no	San Luis Potosí, H. Puig 5230 (MICH; Fig. 4A); Tamaulipas, M. Martínez 2412 (MICH); Puebla, J. C. Ledesma C. et al. 22341 (US)
<i>P. camptotricha</i> Miq.	sí	-	-	no	Colima, G. Kennedy sn (NY); Oaxaca, Buchinger 545 (GDC); Guatemala, A. Molina 27791 (NY; Fig. 4B); Honduras, J. L. Linares 3506 (MEXU)
<i>P. castilloi</i> Verg.-Rodr. & Jimeno-Sevilla	-	-	sí	sí	
<i>P. chazaroi</i> G. Mathieu & T. Krömer	sí	sí	-	no	Puebla, M. Cházaro y J. Vázquez 10092 (XAL; Fig. 4C)
<i>P. cordovana</i> C. DC.	-	sí	-	sí	
<i>P. drusophila</i> C. DC.	-	sí	-	sí	
<i>P. fugax</i> C. DC.	sí	-	-	no	Según el especialista, <i>P. fugax</i> es sinónimo de <i>P. tuerckheimii</i> , ya que no hay diferencias sustanciales entre ambas; J. A. Purpus 350 (US; Fig. 3A)
<i>P. galeottii</i> Miq.	sí	-	-	no	Sinónimo de <i>P. obtusifolia</i> ; H. Galeottii 6003 (BR; Fig. 3B)
<i>P. hernandifolia</i> var. <i>calva</i>	-	sí	-	no	Sinónimo de <i>P. peltolimba</i> ; M. Botteri 1158 (US; Fig. 3C)
<i>P. hobbitoides</i> T. Wendt	sí	sí	-	sí	
<i>P. huatuscoana</i> C. DC.	sí	sí	-	no	Hidalgo, M. Taylor 755 (F; Fig. 4D)
<i>P. metapalcoensis</i> C. DC.	sí	-	-	no	Sinónimo de <i>P. rotundifolia</i> ; H. Smith y G. Smith 257 (K)
<i>P. muelleri</i> C. DC.	sí	-	-	no	Sinónimo de <i>P. lanceolatopeltata</i> ; F. Müller 653 (NY; Fig. 3D)
<i>P. nopalana</i> G. Mathieu	-	-	sí	sí	
<i>P. trichobracteata</i> G. Mathieu & T. Krömer	-	-	sí	sí	
<i>P. schiedeii</i> C. DC.	-	sí	-	sí	
<i>P. vazquezii</i> G. Mathieu & Verg.-Rodr.	sí	sí	-	sí	
<i>P. xalana</i> G. Mathieu	-	-	sí	sí	
<i>P. zongolicana</i> Jimeno-Sevilla	-	-	sí	sí	

Nota: Las colectas de evidencia fueron confirmadas por el especialista Dr. Guido Mathieu. Los sinónimos pueden ser consultados en la página web del especialista (Mathieu, 2001-2023).

de San Luis Potosí, Tamaulipas y Puebla, por lo que tampoco debe considerarse como endémica de Veracruz. Un caso parecido es el de *P. camptotricha* (Figura 4B), de la cual hay colectas de los estados de Colima y Oaxaca, así como de Guatemala y Honduras.

Por otra parte, *P. chazaroi* (Figura 4C) era considerada endémica de Veracruz (Villaseñor 2016; Vergara-Rodríguez et al., 2017). Sin embargo, en el herbario XAL encontramos una colecta de esta especie del año 2011 del estado de Puebla, cuya identificación fue confirmada por el especialista. Esto podía esperarse debido a que la localidad tipo de esta especie en Veracruz se ubica cerca de Puebla. De la misma forma, *P. huatuscoana* (Figura 4D) era considerada como endémica. No obstante, existe un registro de esta especie en el estado vecino de Hidalgo, cuya

identificación fue confirmada por el especialista y, por lo tanto, ya no es endémica de Veracruz.

Por otro lado, de la especie *P. hobbitoides* (Figura 5C) encontramos un ejemplar colectado en Guerrero, sin embargo, el especialista lo identificó como *P. pasionana*, una especie que se distribuye sólo en Guerrero y Puebla. El resto de las colectas disponibles de *P. hobbitoides* pertenecen a Veracruz, por lo tanto, sigue endémica del estado. Respecto a *Peperomia vazquezii* (Figura 2C), todas sus colectas disponibles son de Veracruz, por lo que efectivamente es endémica de este estado.

Por su parte, las especies *P. cordovana*, *P. drusophila* y *P. schiedeii* no fueron mencionadas como endémicas de Veracruz en Villaseñor (2016), pero Vergara-Rodríguez et al. (2017) sí las consideran en-

démicas. Existen colectas de Guerrero y Sinaloa mal identificadas bajo el nombre de *Peperomia cordovana* (Figura 5A), pero éstas corresponden a la especie *P. lanceolatopeltata* y otra colecta de Oaxaca, la cual en realidad es *P. asarifolia*, por lo que *P. cordovana* sí es endémica de Veracruz (Ruiz-Gómez et al., 2023).

Con el nombre de *P. drusophila* (Figura 5B) se encontró en el herbario virtual del Smithsonian National Museum (US) una colecta realizada en el estado de Puebla, sin embargo, el especialista confirmó que esta se trata de *P. arboricola*, cuyo nombre correcto ya aparece en el portal de esta institución. Considerando que el resto de las colectas disponibles de esta especie son del estado de Veracruz, a este taxón también se le puede considerar endémico.

La especie *P. schiedei* (Figura 5D) fue colectada en Xalapa, Veracruz, en el año 1902 por el botánico alemán C. J. W. Schiede y desde entonces no se tienen más registros que el ejemplar tipo depositado en el herbario del Museo de Historia Natural de París (P), por lo cual se considera endémica de Veracruz. Debido a la continua deforestación en la región capital y la falta de colectas actuales de esta especie, sería importante investigar si todavía existe en su hábitat natural o si ya está extinta.

Después de la presente revisión, solo cinco de las catorce especies inicialmente registradas se pueden considerar como endémicas de Veracruz (Villaseñor, 2016; Vergara-Rodríguez et al., 2017). Posteriormente, Jimeno-Sevilla, Vergara-Rodríguez, Krömer, Armenta-Montero, Mathieu (2018) describieron cinco nuevas especies para la ciencia, las cuales hasta ahora solo se conocen en Veracruz: *P. castilloi* (Figura 2B), *P. nopalana*, *P. tricobracteata*, *P. xalana* y *P. zongolicana*. Es decir que, en total existen diez especies del género *Peperomia* confirmadas hasta ahora como endémicas del estado (Tabla 1). Siete de estas diez especies fueron descritas en los últimos 20 años mientras que las otras tres fueron publicadas entre 1872 y 1923. En este sentido, se puede observar que el grado de endemismo puede variar con el tiempo, al haber un avance en el conocimiento de la distribución geográfica de las especies y también depende de la exploración botánica de su hábitat.

A pesar del buen conocimiento de la flora de Veracruz, todavía se siguen descubriendo nuevas especies para la ciencia y nuevos registros para el estado

(p.ej. Carvajal-Hernández, Guzmán-Jacob, Smith, Krömer, 2018). Muchas de estas novedades pasan desapercibidas debido a que son ejemplares mal identificados almacenados en herbarios, hasta que posteriormente son revisados por los especialistas. Tal es el caso de *P. xalana*, cuyo ejemplar tipo fue colectado al inicio de la década de los 1980s en la región del Uxpanapa, pero no fue reconocida como una nueva especie para la ciencia y planta endémica de Veracruz hasta la revisión del género (Vergara-Rodríguez et al., 2017) y su posterior descripción por Jimeno-Sevilla et al. (2018).

Esto demuestra la necesidad de continuar con la revisión de ejemplares de herbario, así como el trabajo de realizar inventarios florísticos en todo el territorio mexicano, sobre todo en las áreas con menor exploración botánica, incluyendo sitios de difícil acceso cubiertos todavía por bosques en buen estado de conservación. De igual forma, se considera importante continuar motivando a las nuevas generaciones de botánicos a realizar estudios básicos de taxonomía y de esta forma ir llenando los vacíos de información sobre todo en grupos que presentan dificultad taxonómica como en nuestro ejemplo.

Además, es importante reconocer que algunas de estas plantas podrían tener algún uso, ya sea como medicinales, ornamentales o comestibles (p.ej. *P. hobbitoides* con sabor a cilantro), siendo valiosas desde un punto de vista cultural o turístico. Sin embargo, dada la limitada distribución de las especies endémicas resulta necesario desarrollar planes de manejo sostenibles de las mismas, para mantener sus poblaciones a largo plazo. Por ejemplo, se pueden crear UMAs para reproducir este tipo de plantas en viveros como proyectos comunitarios, que permitan obtener beneficios económicos y sociales. Finalmente, identificar y proteger las plantas endémicas es primordial para preservar la diversidad biológica y cultural de una región.

La conservación de las especies endémicas y de la biodiversidad es esencial para evitar la extinción de especies y asegurar el equilibrio de los ecosistemas y el bienestar humano. Sin embargo, estas especies se enfrentan a amenazas como la pérdida de hábitat, la sobreexplotación y el cambio climático. En este sentido, la taxonomía, ciencia que clasifica los seres vivos, desempeña un papel fundamental en la inves-

tigación y conservación biológica. Para abordar esta problemática y anticipar futuros escenarios, es crucial adoptar una visión prospectiva y diseñar acciones que involucren a todos los actores sociales, desde gobiernos y comunidades locales hasta organizaciones no gubernamentales (ONG), empresas privadas e instituciones académicas.

Existen medidas concretas para promover la importancia de la taxonomía y de los herbarios que desempeñan un papel decisivo en la conservación de la biodiversidad. En primer lugar, se debe integrar la enseñanza de la taxonomía en programas educativos de biología desde etapas tempranas, para despertar el interés y comprensión de este tema. Asimismo, se deben establecer programas de formación y capacitación en taxonomía para profesionales y estudiantes relacionados con las ciencias biológicas, brindándoles las habilidades necesarias para convertirse en expertos en la materia, incluyendo estancias en herbarios internacionales con los especialistas mundiales. Además, es fundamental fomentar la investigación y publicación de trabajos taxonómicos, resaltando su importancia en la conservación y el conocimiento de la biodiversidad. Esto implica la creación y mayor difusión de revistas especializadas en taxonomía y la promoción de investigaciones taxonómicas en eventos científicos.

Las colecciones científicas son una fuente invaluable de información sobre la flora, que cada vez es más requerida para hacer diferentes tipos de análisis tales como: evaluaciones del estado de conservación y determinar el endemismo de las especies. Por lo tanto, sus bases de datos sobre los ejemplares deben ser lo más completos y confiables, principalmente la identidad de los especímenes, información geográfica, entre otros. El acceso a esta información es clave para la comunidad científica, por lo tanto, sería bueno impulsar el desarrollo de más herbarios virtuales sobre todo de aquellos herbarios de importancia regional a nivel nacional.

También es importante reconocer la colaboración entre diferentes disciplinas, como la botánica, ecología y la conservación, para aplicar los conocimientos taxonómicos en la resolución de problemáticas específicas. Por último, se debe incentivar la colaboración internacional en proyectos de taxonomía y conservación, compartiendo recursos y conocimientos entre

países y regiones. Esto implica la creación de redes de expertos y la promoción de proyectos conjuntos entre instituciones.

Conclusiones

En conclusión, los herbarios virtuales y portales de datos abiertos son herramientas tecnológicas que facilitan el acceso a información sobre la flora sin necesidad de desplazarse físicamente. Sin embargo, los ejemplares depositados en estas colecciones pueden tener errores de identificación. Considerando el caso de las especies endémicas del género *Peperomia*, se observó que es necesario contar con colecciones correctamente identificadas y confirmadas por un especialista ya que los errores taxonómicos pueden causar confusión en el análisis de la distribución geográfica de las especies, que es la base para poder determinar su grado de endemismo y procurar su conservación. Las especies endémicas son parte de la riqueza biológica de nuestro país y se enfrentan a diversas amenazas que ponen en riesgo su existencia. Por ello, es fundamental establecer estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* que garanticen su preservación a largo plazo. Finalmente, la conservación de las especies endémicas es una responsabilidad compartida y se requiere de un compromiso firme por parte de la sociedad, los científicos y las autoridades para asegurar su supervivencia.

Agradecimientos

Agradecemos al CONAHCyT por la beca con número I1200/16/2020 otorgada a María Guadalupe Ruiz Gómez y al Dr. Guido Mathieu por su ayuda en el análisis de ejemplares

Referencias

- Acebey, A., Krömer, T., Vázquez, S. M. (2012). ¿Qué es una especie endémica? *Gaceta Universidad Veracruzana*. 121. 27-29.
- Álvarez, V. B., Gerhartz, J. L. (2009). *Diversidad de la vida y su conservación*. La Habana, Cuba: Científico-Técnica.
- Calonje, M., Stevenson, D. W., Osborne, R. (2023). *The World List of Cycads*, Recuperado de <http://www.cycadlist.org>.
- Carvajal-Hernández, C. I., Córdova-Hernández, E. E., Krömer, T., Burelo-Ramos, C. M. (2020). *Anemia tabascana* (Anemiaceae), a new species from southeastern Mexico. *American Fern Journal*. 110(2). 51-57.
- Carvajal-Hernández, C. I., Guzmán-Jacob, V., Smith, A. R., 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(4). 139-150.

- Castillo-Pérez, L. J., Martínez-Soto, D., Maldonado-Miranda, J. J., Alonso-Castro, A. J., Carranza-Álvarez, C. (2019). The endemic orchids of Mexico: a review. *Biología*. 74. 1-13.
- Cházaro-Basáñez, M. D. J., Badía, A., Vázquez-Ramírez, J., Narave-Flores, H. (2012). Datos misceláneos sobre dos especies condimenticias de *Peperomia* de los estados de Veracruz y Puebla, México. *Bouteloua*. 12. 11-19.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R. (2018). La familia Bromeliaceae en México. *Botanical Sciences*. 96(3). 533-554.
- 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.
- HVC. (2024). Herbario Virtual de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/otros/cgi-bin/herbario.cgi>
- Index Herbariorum. (2024). Recuperado de <https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- Jimeno-Sevilla, H. D., Vergara-Rodríguez, D., Krömer, T., Armenta-Montero, S. M., Mathieu, G. (2018). Five endemic *Peperomia* (Piperaceae) novelties from Veracruz, Mexico. *Phytotaxa*. 369(2). 93-106.
- Kueffer, C., Kaiser-Bunbury, C. N. (2014). Reconciling conflicting perspectives for biodiversity conservation in the Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 12(2). 131-137.
- Martínez-Bautista, B. G., Bernal-Ramírez, L. A., Bravo-Avilé, D., Samain, M. S., Amezcua, J. M. R., Rendón-Aguilar, B. (2019). Traditional uses of the family Piperaceae in Oaxaca, Mexico. *Tropical Conservation Science*. 12. 1-22.
- Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E., Álvarez, F. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85. 1-9.
- Mathieu, G. (2001-2023). The Internet *Peperomia* Reference. Recuperado de www.peperomia.net
- MEXU. (2024). Herbario Nacional de México, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <https://www.ibdata.aba-co3.org/web/web-content/admin-queryfilter/queryfilter.php>
- Orsenigo, S., Montagnani, C., Fenu, G., Gargano, D., Peruzzi, L., Abeli, T., Rossi, G. (2018). Red Listing plants under full national responsibility: Extinction risk and threats in the vascular flora endemic to Italy. *Biological Conservation*. 224. 213-222.
- 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(1). 73-81.
- Ruiz-Gómez, M. G., Gómez-Díaz, J. A., Carvajal-Hernández, C. I., Acebey A. R., Krömer, T. (2023). ¿Ser o no ser endémica?, ésa es la cuestión - el caso de *Peperomia cordovana*. *Desde el Herbario CICY*. 15. 97-101.
- SERNEC. (2024). South East Regional Network of Expertise and Collections. Recuperado de <https://sernecportal.org/portal/collections/>
- Sosa, V., De Nova, J. A., Vázquez Cruz, M. 2018. Evolutionary history of the flora of Mexico: Dry forests cradles and museums of endemism. *Journal of Systematics and Evolution*. 56(5). 523-536.
- Tropicos. (2024). Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Recuperado de <https://tropicos.org>
- Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P., et al., (2017). An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science*. 358(6370). 1614-1617.
- US. (2024). The Botany Collections of the Smithsonian Institution. Recuperado de <https://collections.nmnh.si.edu/search/botany/>
- Vergara-Rodríguez, D., Mathieu, G., Samain, M. S., Armenta-Montero, S., Krömer, T. (2017). Diversity, distribution, and conservation status of *Peperomia* (Piperaceae) in the State of Veracruz, Mexico. *Tropical Conservation Science*. 10. 1-28.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87(3). 559-902.

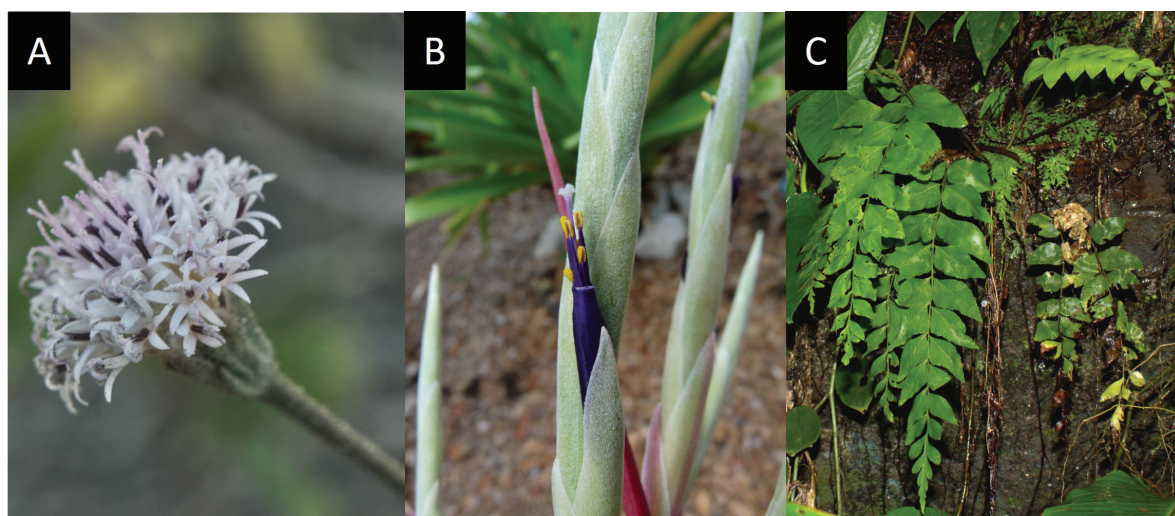


Figura 1. Ejemplos de especies endémicas.
A. Inflorescencia de *Palafoxia lindenii*, B. Inflorescencia de *Tillandsia novakii*, C. Fronda de *Anemia tabascana*.
A. Especie endémica por área geográfica, B. y C. Especies endémicas por grado de endemismo.
Fuente: Fotografías de A. Pablo Carrillo-Reyes, B. Bruce K. Holst, C. César I. Carvajal-Hernández.



Figura 2. Plantas de *Peperomia* con diferentes formas de vida en su hábitat.
A. *Peperomia camptotricha* (terrestre), B. *Peperomia castilloi* (epífita), C. *Peperomia vazquezii* (rupícola).
Fuente: Fotografías de A. Rodrigo Carral Domínguez, B. David Jimeno Sevilla, C. Thorsten Krömer.



Figura 3. Ejemplares de 4 especies que en realidad son sinónimos de otras especies comunes.

A. *P. fugax* colectada en Veracruz, sin embargo, es sinónimo *P. tuerckheimii* (US);
B. *P. galeottii* colectada en Veracruz, sin embargo, es sinónimo de *P. obtusifolia* (BR);
C. *P. hermandifolia* var. *calva* colectada en Veracruz, sin embargo, es sinónimo de *P. peltimba* (US);
D. *P. muelleri* colectada en Veracruz, sin embargo, es sinónimo de *P. lanceolopeltata* (NY).

Fuente: Los ejemplares son cortesía de los siguientes Herbarios: Meise Botanic Garden (BR), New York Botanical Garden (NY) y Smithsonian National Museum of Natural History (US).



Figura 4. Ejemplares de especies que ya no son endémicas porque hay colectas confirmadas de otros estados.

A. *P. botterii* colectada en San Luis Potosí (MICH);
 B. *P. camptotricha*, colectada en Guatemala (NY);
 C. *P. chazaroi*, colectada en Puebla (XAL);
 D. *P. huatuscoana*, colectada en Hidalgo (F).

Fuente: Los ejemplares son cortesía de los siguientes Herbarios: Field Museum of Natural History (F), University of Michigan (MICH), New York Botanical Garden (NY) e Instituto de Ecología, A.C. (XAL).



Figura 5. Ejemplares de 4 especies que realmente son endémicas de Veracruz.

A. *P. cordovana* (K);
 B. *P. drusofila* (US);
 C. *P. hobbitoides* (MEXU);
 D. *P. schiedei* (P).

Fuente: Los ejemplares son cortesía de los siguientes Herbarios: Royal Botanic Gardens Kew (K), Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU), Muséum National d'Histoire Naturelle de París (P) y Smithsonian National Museum of Natural History (US).