

Kubota V, De Egea J, Céspedes G, Mereles F. Registros y estado de conservación de dos especies micoheterótrofas de la flora paraguaya. Rev. Soc. cient. Parag. 2023; 28(2): 191-219.
<https://doi.org/10.32480/rscp.2023.28.2.191>
Recibido: 19/05/2023. Aceptado: 31/07/2023.

ARTÍCULO ORIGINAL
ORIGINAL ARTICLE

Registros y estado de conservación de dos especies micoheterótrofas de la flora paraguaya

Records and conservation status of two mycoheterotrophic species of Paraguayan flora

Victoria Kubota ^{1,6} , Juana De Egea ^{2,3} , Gloria Céspedes ^{2,4}  y Fátima Méreles ⁵ 

1 ITAIPU Binacional, División de Áreas Protegidas, Dirección de Coordinación Ejecutiva. Hernandarias, Paraguay.

2 Centro para Desarrollo de la Investigación Científica (CEDIC), Asunción, Paraguay

3 Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, San Lorenzo, Paraguay.

4 Universidad San Carlos, Departamento de Ciencias Básicas. Asunción, Paraguay.

5 Programa Nacional de Incentivo a Investigadores y Curador del Herbario de la Facultad de Ciencias Químicas, UNA. San Lorenzo, Paraguay.

Autor correspondiente: kubota@itaipu.gov.py

RESUMEN: La flora paraguaya contiene cinco especies micoheterótrofas, poco conocidas y con escasos registros. Colecciones botánicas recientes de dos de estas especies, *Apteria aphylla* (Burmanniaceae) y *Voyria aphylla* (Gentianaceae), han despertado el interés por el estado de conservación de sus poblaciones dentro del territorio nacional. Este trabajo presenta datos taxonómicos, ecológicos y de distribución de ambas especies, que tienen como fin facilitar su reconocimiento y monitoreo, además de la sistematización de los registros de herbario existentes y un análisis del estado de



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una [Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

conservación según el criterio B de UICN. Se encontraron 10 registros de *A. aphylla* distribuidos en tres departamentos (Alto Paraná, Amambay y Canindeyú) y 8 registros de *V. aphylla* en cuatro departamentos (Alto Paraná, Caaguazú, Canindeyú y Cordillera). El análisis indica que ambas especies se encuentran amenazadas, y se recomienda la atribución de la categoría de VU B1ab(iii)+2ab(iii). Mayores esfuerzos de monitoreo y colecciones botánicas de estas especies son necesarios para conocer mejor el comportamiento y la evolución del estado de conservación de sus poblaciones.

Palabras clave: *Apteria*, Burmanniaceae, Gentianaceae, planta aclorofilada, protocolo UICN, *Voyria*

ABSTRACT: The Paraguayan flora includes five understudied mycoheterotrophic species with only a few existing records. Recent botanical collections of two of these species, *Apteria aphylla* (Burmanniaceae) and *Voyria aphylla* (Gentianaceae), have awakened an interest in the conservation status of their populations at a national level. This study presents taxonomic, ecological and distribution data for both species, in order to facilitate their identification and monitoring, in addition to the systematization of existing herbarium specimens and an analysis of the conservation status according to IUCN criteria B. There were 10 records of *A. aphylla* found within three departments (Alto Paraná, Amambay and Canindeyú) as well as 8 records of *V. aphylla* found within four departments (Alto Paraná, Caaguazú, Canindeyú and Cordillera). The analysis of the conservation status indicates that both species are threatened, and the attribution of the VU category B1ab(iii)+2ab(iii) is recommended. Greater monitoring efforts and botanical collections of these mycoheterotrophic species are necessary to better understand the behavior and evolution of the conservation status of their populations.

Key Words: *Apteria*, Burmanniaceae, Gentianaceae, achlorophyllous plant, IUCN protocol, *Voyria*

1. INTRODUCCIÓN

Las plantas micoheterótrofas son aquellas que obtienen nutrientes a través de la asociación con hongos micorrizas ⁽¹⁾. Varios autores reconocen dos tipos ^(2,1): las parcialmente micoheterótrofas, que presentan la habilidad de combinar estrategias de autotrofía y micoheterotrofía, ya sea de manera simultánea o alternada en diferentes etapas del desarrollo; y las estrictamente micoheterótrofas, cuya nutrición deriva en su totalidad de hongos y carecen de un aparato fotosintético funcional, así como de clorofila visible.

Las plantas aclorofiladas micoheterótrofas que crecen en el Neotrópico corresponden a seis familias botánicas: Burmanniaceae, Corsiaceae, Ericaceae (subfamilia Pyroloideae), Gentianaceae, Orchidaceae, y Triuridaceae ^(3,4,5,6,7,8,9,10). En Paraguay se encuentran presentes cuatro de ellas: Burmanniaceae, Gentianaceae, Orchidaceae y Triuridaceae, debido a que Corsiaceae no cuenta con representantes en el territorio nacional y Ericaceae está representada por especies autótrofas ^(5,4,11).

La familia Burmanniaceae posee 8-15 géneros y 96-125 especies ^(2,12). En Paraguay se registran actualmente 6 especies en 3 géneros: *Apteria*, *Burmannia* y *Gymnosiphon* ⁽⁴⁾, de los cuales *Apteria aphylla* (Nutt.) Barnhart ex Small y *Gymnosiphon divaricatus* (Benth.) Benth. & Hook. son micoheterótrofas ⁽⁸⁾.

La familia Gentianaceae incluye aproximadamente 75-80 géneros y 1000-1690 especies ^(13,14). En Paraguay fueron reportadas 17 especies que corresponden a nueve géneros: *Adenolisanthus*, *Chelonanthus*, *Curtia*,

Helia, *Irlbachia*, *Schultesia*, *Tetrapollinia*, *Voyria* y *Zygostigma*, de las cuales *Voyria aphylla* (Jacq.) Pers. es la única micoheterotrófa ^(7,4,11).

La familia Orchidaceae, cuenta con aproximadamente 880 géneros y 26 000 especies ⁽¹⁰⁾, de los cuales 43 géneros son micoheterótrofos ⁽²⁾, algunos de ellos estrictos y otros que aún conservan la capacidad fotosintética ⁽¹⁵⁾. Según Schinini ⁽¹⁶⁾ en Paraguay se encuentran registrados aproximadamente 71 géneros y 216 especies; una sola de ellas es micoheterótrofa, *Wulfschlaegelia aphylla* (Sw.) Rchb. f. ⁽¹¹⁾.

La familia Triuridaceae incluye 11 géneros y aproximadamente 55 especies ^(2,10). A diferencia de las demás familias mencionadas, todas las especies que la conforman son completamente micoheterótrofas. Para el país se reporta la presencia de un género, representado por una sola especie, *Peltophyllum luteum* Gardner ⁽¹¹⁾.

La presencia y la distribución de plantas micoheterótrofas en Paraguay es conocida gracias a la existencia de unos pocos registros de herbario, la mayoría de ellos considerados históricos y albergados en herbarios extranjeros. La limitada existencia de colecciones botánicas de estas especies puede deberse a que se trata de plantas de tamaño pequeño, poco vistosas y a la vez poco conocidas, por lo cual, con frecuencia terminan siendo ignoradas en las campañas de colecta. En consecuencia, el conocimiento sobre las poblaciones de estas especies, los ambientes en donde se desarrollan y su estado actual de conservación es también muy escaso.

A este respecto, uno de los criterios de evaluación de especies de UICN ⁽¹⁷⁾, el criterio B, permite analizar el estado de conservación de las poblaciones de una especie según su distribución geográfica, en base a los datos obtenidos de ejemplares de herbario, método que ha sido ampliamente utilizado y promovido por varios autores para evaluar el estado de conservación de especies de plantas y hongos ^(18,19,20,21,22,23,24).

Colecciones botánicas recientes llevadas a cabo en las áreas protegidas de ITAIPU Binacional han resultado en nuevos datos de distribución de dos de las especies micoheterótrofas presentes en Paraguay; *Apteria aphylla* (Nutt.) Barnhart ex Small y *Voyria aphylla* (Jacq.) Pers., lo cual ha despertado el interés por este tipo de plantas y por su presencia y distribución en Paraguay. Consecuentemente, este trabajo tuvo como objetivos la realización de una revisión taxonómica de estas especies, la sistematización de los registros disponibles en herbarios nacionales e internacionales, la descripción de sus hábitats de preferencia y el análisis de su estado conservación según los criterios de la UICN ⁽¹⁷⁾, basado en los datos obtenidos y en las exploraciones de campo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La revisión taxonómica y sistematización de registros de *A. aphylla* y *V. aphylla* en Paraguay consistió en determinaciones de ejemplares colectados y revisión de material en herbarios nacionales, consultas a expertos y revisión de plataformas virtuales. Las colecciones visitadas en Paraguay fueron las de los herbarios FCQ, PY, y los ITAIPU Binacional y

de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN-UNA). Las consultas se elevaron a expertos de los herbarios: B, BM, CORD, CTES, G, K, MO, NY, P, S, SCP, SI, SLP, UC, US, Universidad Federal de Integración Latinoamericana (UNILA). Fueron consultadas, además, las plataformas GBIF y Global Plants de JSTOR, que aglutina bases de datos de varios herbarios del mundo. Se solicitaron a los herbarios imágenes escaneadas detalladas de exsicata para los casos de las que no estuvieron disponibles en la red. Adicionalmente, en algunos casos fueron considerados registros fotográficos de ambas especies tomadas por las autoras en territorio paraguayo sin muestras de respaldo depositadas en herbarios, siempre y cuando el registro fotográfico contara con metadatos de localidad y georreferencia.

Se describieron brevemente los ambientes donde habitan ambas especies, a partir de las observaciones de campo y la mención de las principales especies asociadas a los sitios donde fueron encontrados los especímenes colectados por las autoras, complementando con datos de la literatura y de etiquetas de herbario.

Todos los registros encontrados en herbarios fueron georreferenciados y discriminados entre históricos (considerados como tal aquellas colecciones realizadas durante el siglo XIX y hasta 1979) y recientes (las colectadas de 1980 en adelante). En el caso de colecciones históricas y algunas recientes, las coordenadas geográficas fueron atribuidas de forma aproximada, a partir del reconocimiento de los datos de localización de la etiqueta, con el

uso de mapas y otras referencias históricas, y su posterior georreferenciación mediante la herramienta Google Earth Pro ⁽²⁵⁾, mientras que para las colecciones recientes de 2016 en adelante, se utilizaron las georreferencias especificadas por los colectores en las etiquetas de herbario. Se elaboraron mapas de distribución utilizando QGIS 3.22 ⁽²⁶⁾.

Finalmente, con los datos compilados se realizó un análisis del estado de conservación de las especies estudiadas aplicando el criterio B de la Lista Roja de UICN ⁽¹⁷⁾, analizando la distribución geográfica a partir de datos obtenidos de ejemplares de herbario albergados en las instituciones nacionales y extranjeras consultadas. La aplicación del criterio B se basa en los conceptos de *extensión de presencia* (EOO), área contenida dentro de los límites imaginarios continuos más cortos que pueden dibujarse para incluir todos los sitios conocidos, inferidos o proyectados en los que un taxón se encuentre presente; de *área de ocurrencia* (AOO), área dentro de la extensión de presencia que es ocupada por un taxón de las especies analizadas; y de *localidad*, región geográfica o ecológica definida, en la que un acontecimiento amenazante puede afectar rápidamente a las poblaciones presentes en la misma ^(17,20).

Para ello se utilizó la herramienta Geospatial Conservation Assessment Tool: GeoCAT ⁽²⁷⁾, y se obtuvieron valores, expresados en km², de la extensión de presencia (EOO) y del área de ocurrencia (AOO) de las especies analizadas. Se aplicaron las recomendaciones para la

determinación del número de localidades y para el tamaño de grilla de 2 km² sugerido para plantas herbáceas⁽¹⁷⁾.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Tratamiento taxonómico, observaciones ecológicas y estado de conservación de *Apteria aphylla*

Apteria aphylla (Nutt.) Barnhart ex Small, Fl. S.E. U.S. ed. 1: 309. 1903.

(Fig. 1 y 3A-C)

Sinónimos: *Apteria gentianoides* Jonker, *Apteria lilacina* (Miers) Miers, *Lobelia aphylla* Nutt.

Descripción: Hierbas anuales, micoheterótrofas, de 5-28(-70) cm de alto, rizomas ligeramente tuberosos, tallos no ramificados, morados. Hojas púrpuras a blancas, angostamente ovadas a ovadas, (0,6-)1,3-5,2(-7) mm de largo y 1-2(-2,5) mm de ancho. Inflorescencias cimosas con 1-5 flores, pedicelos hasta 20 mm de largo. Flores erectas a péndulas, infundibuliformes, 6,5-21 mm de largo, purpúreas; tubo floral 4-16 mm; tépalos externos 3, 1,5-5,2 mm de largo, anchamente ovado-triangules, márgenes ligeramente involutos; tépalos internos 3, tan largos como los externos, más angostos a filiformes; androceo con filamentos 0,5-1 mm de largo; gineceo con estigmas infundibuliformes, ovario 1-locular, morado a cremoso. Fruto cápsula péndula, ampliamente elipsoide a globosa, 2,6-

5,2(-7) mm de largo y 1,7-4 (-5) mm de ancho, cremosa; dehiscencia longitudinal por 3 valvas que se separan desde la base hacia el ápice; luego de la caída de las valvas y restos del perianto sólo quedan 3 costillas patentes, cada una con 1 placenta. Semillas 0,2-0,4(-0,6) mm de largo y 0,1-0,2 mm de ancho adaptado de ^(28,8,29).

Fenología: Los especímenes de herbario revisados fueron colectados con flores y/o frutos entre los meses de enero y noviembre, lo cual sugiere que *A. aphylla* florece y fructifica durante todo el año.

Ecología: crece en los bosques húmedos, sobre hojas o madera en descomposición, entre musgos y *Lycopodium*, o a veces en sabanas, desde el nivel del mar hasta 1800 (-2200) msnm ^(8,2). Las colecciones recientes realizadas por las autoras confirman el comportamiento higrófilo de esta especie mencionado en la literatura. El ejemplar *Mendoza et al.* 239 fue colectado en una sábana inundable con una población dominante de *Cyathea atrovirens*, con cobertura arbórea escasa y dispersa, asociada con herbáceas y helechos como *Begonia cucullata*, *Geophila repens*, *Lygodium volubile*, y *Pityrogramma calomelanos* var. *calomelanos.*, entre otras. Por otro lado, los ejemplares *Lombardo & Kubota* 159 y *Kubota & Lombardo* 1417 fueron colectados en bosques higrófilos o de inundación, caracterizado por el predominio de especies leñosas como *Ilex dumosa* var. *dumosa*, *Ilex theezans*, *Miconia australis*, *M. bulbosa* y *Myrsine laetevirens*; hierbas y arbustos como *Andropogon bicornis*, *Lessingianthus profusus*, *Ludwigia nervosa*, *Mikania micrantha*, *Saccharum trinii*, *Urtica*

dioica, *Vernonanthura cuneifolia*; y abundante cobertura de helechos como *Cyathea atrovirens*, *Lomariocycas obtusifolia*, *Neoblechnum brasilense* y *Pityrogramma calomelanos*.

Distribución: *A. aphylla* fue registrada en Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Estados Unidos, Jamaica, Guadalupe, Guatemala, Guayana Francesa, Honduras, Nicaragua, México, Panamá, Perú, Puerto Rico, Trinidad y Tobago, Surinam y Venezuela (Basado en la plataforma digital de herbarios MO y NY). En Paraguay, fue registrada en los departamentos de Alto Paraná, Amambay y Canindeyú.

Material revisado: **ALTO PARANÁ:** Reserva Biológica Itabo, 70 km N de Hernandarias [25°06' S – 54°36' W], 10-XI-1987, *Caballero Marmori*, G. 1453 (IB); Refugio Biológico Karanda'y (Pikyry), 50 km NE de Hernandarias [25°12'05" S – 54°29'39" W], 24-X-1996, *Caballero Marmori*, G. 3523 (IB); Reserva Natural Yvyty Rokái [24°59'9.8" S – 54°29'5.9" W], 24-VI-2021, *Kubota*, V. & *Lombardo*, L. 1417 (FCQ); Reserva Natural Itabo, humedal próximo al sendero Karaja [25°04'43.75" S – 54°42'26.8" W], 06-II-2020, *Lombardo*, L. & *Kubota*, V. 157 (FCQ); Reserva Natural Tati Yupi, Hernandarias [25°21'33.36" S – 54°36'16.03" W], 24-IV-2019, *Mendoza*, A. *Lombardo*, L. & *Kubota*, V. 239 (FCQ); Reserva Biológica, cerca del río Itabo, sobre el embalse Itaipú del río Paraná [25°04' S – 54°37' W], 16-X-1996, *Schinini*, A., *Dematteis*, M. & *Caballero Mármoni*, G. 31456 (CTES). **AMAMBAY:** In altaplanitie et declivibus "Sierra de Amambay" [23°06' S – 55°37' W], I-1907/1908,

Hassler, E. & Rojas, T. 10879 (BM, G); In altaplanitie et declivibus “Sierra de Amambay”. In silvis paludosis Estrella. [23°17' S – 55°56' W], I-1907/1908, Hassler, E. & Rojas, T. 10128 (BM, G, P); Sierra de Amambay [23°06' S – 55°37' W], I-1907/08, Rojas, T. 10076 (B: *holotypus* de *Apteria gentianoides* Jonker). **CANINDEYÚ:** In altoplanitie et decliviis “Sierra de Maracayú”, in palude Ype hu [23°52'35" S – 55°26'36" W], X-1898/1899, Hassler, E. 5102 (G).

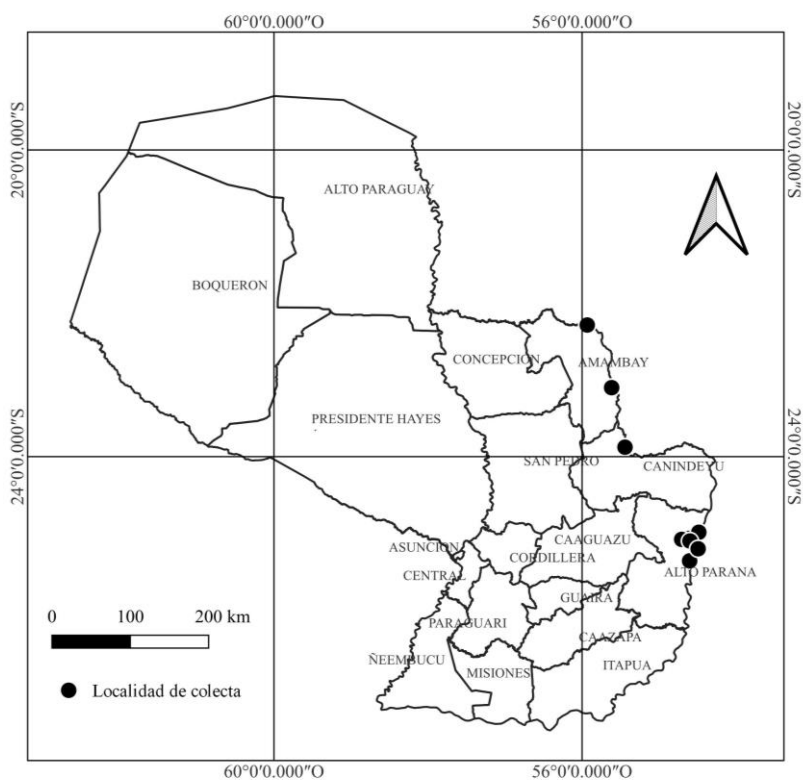


Figura 1. Mapa de distribución de *Apteria aphylla* en el territorio paraguayo

Estado de conservación: A la fecha de este trabajo, *A. aphylla* no había sido considerada a nivel nacional como una especie amenazada ni en peligro de extinción ^(30, 31, 32). Tampoco ha sido evaluada para la Lista Roja⁽³³⁾. Los resultados de la evaluación del criterio B de UICN ⁽¹⁷⁾ con la herramienta GeoCAT se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados del análisis del estado de conservación de *A. aphylla*

Criterio	Valores obtenidos	Categoría resultante
B1: Extensión de presencia (EOO)	8338 km ²	VU
B2: Área de ocupación (AOO)	36 km ²	EN
Ba: Número de localidades	6	VU
Bb: Disminución observada, estimada, inferida o proyectada	iii	n/a
Bc: Fluctuaciones extremas	n/a	n/a

VU: Vulnerable, EN: En Peligro

Los especímenes de herbario para esta especie fueron 10, de los cuales, 4 de ellos pueden ser considerados como colecciones históricas y 6 de ellos constituyen colecciones más recientes.

El valor obtenido para EOO indica que la especie cae dentro de la categoría de *Vulnerable* (VU), mientras que el AOO es reducido y clasifica

a la especie como *En peligro* (EN). No obstante, cabe señalar que el AOO es afectado por la cantidad de colecciones disponibles, por lo cual, con un incremento en el esfuerzo de muestreo, su valor podría también aumentar significativamente. En cuanto al número de localidades (subcriterio Ba), los datos obtenidos de las colecciones registran 6 distintas; cuatro en el departamento Alto Paraná, ya que se han encontrado representantes de poblaciones en cuatro reservas naturales independientes (Itabo, Pykyry, Tati Yupi e Yvyty Rokái); una en Amambay (correspondiente a dos colecciones con referencias imprecisas a la Sierra de Amambay como sitio de colecta); y una localidad en Canindeyú (Ypejhú). El valor de 6 para este subcriterio corresponde a la categoría *Vulnerable* (VU). Cabe destacar que las localidades identificadas se encuentran actualmente separadas entre sí por áreas urbanas, periurbanas y de uso agropecuario, por lo cual se debe considerar que la EOO de la especie es discontinua y fragmentada.

Para el subcriterio Bb (disminución continua observada, estimada, inferida o proyectada) se infiere que el factor crítico para la especie constituye la degradación de la calidad del hábitat (Bbiii). Si bien la especie se encuentra protegida en las cuatro reservas de ITAIPU Binacional en donde fue registrada recientemente, los departamentos de Amambay y Canindeyú (particularmente en la zona de Ypejhú) se encuentran actualmente muy modificados ⁽²⁵⁾, como resultado de la deforestación y la expansión agropecuaria ⁽³⁴⁾, por lo tanto, es posible que allí se encuentren escasas poblaciones viables de *A. aphylla*. En efecto, no se han realizado

colecciones botánicas recientes de la especie en estos departamentos. Por último, es importante resaltar que no se disponen de datos sobre fluctuaciones extremas de las poblaciones de *A. aphylla* en el país (subcriterio Bc).

Consecuentemente, en base a lo expuesto más arriba, se concluye que *A. aphylla* es una especie que amerita ser considerada como amenazada. Atendiendo a la recomendación de UICN ⁽¹⁷⁾ de favorecer a la categoría más alta obtenida del análisis de los diferentes criterios y subcriterios para una especie según el principio de precaución, *A. aphylla* podría ser clasificada como en peligro (EN). Sin embargo, considerando que se trata de una especie poco conocida, probablemente con un sesgo desfavorable en el esfuerzo de muestreo y colección, y que aun con distribución restringida dentro del país su conservación se encuentra actualmente garantizada en áreas silvestres protegidas, se propone para *A. aphylla*, a nivel nacional, la categoría de amenaza VU; más específicamente, VU B1ab(iii)+2ab(iii). No obstante, con este dictamen se busca llamar la atención sobre esta especie a nivel nacional, priorizar el monitoreo de sus poblaciones, y reevaluarla eventualmente según las recomendaciones de la UICN.

2) Tratamiento taxonómico, observaciones ecológicas y estado de conservación de *Voyria aphylla*

Voyria aphylla (Jacq.) Pers., Syn. Pl. 1: 284. 1805.

(Fig. 2 y 3D-F)

Sinónimos: *Gentiana aphylla* Jacq., *Leiphaimos aphylla* (Jacq.) Gilg, *Voyria uniflora* Pers.

Descripción: Hierbas micoheterotrófas, aclorofiladas, de 15-30 cm de alto, con tallos usualmente simples, raramente bifurcados en la base, teretes, anaranjados, amarillos o blanquecinos. Hojas opuestas, reducidas a pequeñas escamas de $4-8 \times 0,9-1(2)$ mm. Inflorescencias 1(-2)-floras; brácteas y bractéolas similares a las hojas superiores pero menores, de $1,5-2 \times 1,4-1,5$ mm. Flores pentámeras, amarillas a anaranjadas; cáliz campanulado a cilíndrico, dientes de $1-2 \times 1-1,5$ mm, triangulares a anchamente triangulares, ápice agudo a acuminado, escamas presentes; corola de 25-60 mm de largo, hipocraterimorfa, tubo de 20-50 mm de longitud, cilíndrico, dilatado en la base, lóbulos de $4-15 \times 1-5$ mm, estrechamente ovados a obovados, a veces diminutamente pilosos; androceo con estambres insertos 3-5 mm debajo de la garganta, anteras subsésiles, 0,3-0,8 mm de longitud, dorsifijas; gineceo con ovario de $5-8 \times 1$ mm, fusiforme, subsésil a estipitado, estilo 10-30 mm de longitud, estigma capitado-peltado, 5-lobado. Fruto cápsula septicida fusiforme, de $8-10 \times 1,5-2,5$ mm. Semillas de $0,6-0,9 \times 0,04-0,06$ mm, filiformes a fusiformes adaptado de ^(6,35,36).

Fenología: Los especímenes de herbario revisados fueron colectados con flores y/o frutos entre los meses de octubre y mayo, indicando que *V. aphylla* florece y fructifica entre la primavera y el otoño.

Ecología: Habita diversos tipos de bosques (lluviosos, pantanosos, de caatinga amazónica), restingas o sabanas, generalmente sobre suelos arenosos y creciendo sobre hojas y troncos en descomposición, así como sobre montículos formados por helechos, desde el nivel del mar hasta 1800 m snm ⁽⁹⁾. Las colecciones realizadas por las autoras fueron en bosques higrófilos y sabanas inundables. El ejemplar *Mendoza et al. 241* fue encontrado creciendo sobre el estípite de *Cyathea atrovirens*, en una sabana inundable con una población dominante de este helecho y acompañado de árboles dispersos, con herbáceas y helechos como *Begonia cucullata*, *Geophila repens*, *Lygodium volubile* y *Pityrogramma calomelanos* var. *calomelanos*, entre otras. El ejemplar *Céspedes et al. 1214* también fue colectado sobre el estípite de *C. atrovirens* en una vegetación en mosaico de bosque higrófilo y sabana inundable, sobre suelos oscuros, saturados y con mucha materia orgánica en descomposición; entre las especies aquí destacadas se encontraron *Ilex theezans*, *Lindsaea stricta*, *Miconia bulbosa*, *Neoblechnum brasiliense*, *Piper hispidum*, *Prunus subcoriacea*, *Urtica dioica*, entre otras. Por otro lado, el ejemplar *Kubota et al. 132* fue colectado en un bosque higrófilo de la Reserva Natural Limoy próximo al embalse, caracterizado por los suelos saturados con textura franco arenosa, de coloración negruzca, y por la

densa vegetación arbórea de hasta casi 20 m de alto, en donde fueron registradas con frecuencia *Adiantopsis radiata*, *Cyathea atrovirens*, *Chusquea ramosissima*, *Geonoma pohliana*, *Lygodium volubile*, *Pseudananas sagenarius*, *Sebastiania brasiliensis*, *Sebastiania serrata*, *Syagrus romanzoffiana*, entre otras.

Distribución: El género *Voyria* se distribuye principalmente en el Neotrópico, con unas 19 especies, y una en el oeste de África tropical ⁽³⁷⁾. *V. aphylla* es la única especie del género registrada en Paraguay. Tiene amplia distribución; incluye Antillas Neerlandesas, Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guinea Francesa, Guadalupe, Guatemala, Guayana Francesa, Granada, Haití, Honduras, Jamaica, Martinica, México, Monserrat, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, Surinam, Trinidad y Tobago, Venezuela y Puerto Rico (Basado en la plataforma digital de herbarios MO, P, NY, SI). En Paraguay, fue registrada en los departamentos de Alto Paraná, Caaguazú, Canindeyú y Cordillera.

Material revisado: **ALTO PARANÁ:** Refugio Biológico Karanda'y (Pikyry), 50 km NE de Hernandarias [25°12'05" S – 54°29'39" W], 25-X-1996, *Caballero Marmori, G.* 3522 (ITAIPU); San Alberto, Reserva Natural Limoy, sendero Yvykue [24°45'57.86" S – 54°28'49.08" W], 27-II-2020, *Céspedes, G., Kubota, V., Lombardo, L., Mereles, F. & De Egea, J.* 1214 (FCQ); San Alberto, Reserva Natural Limoy [24°42'55.34" S – 54°23'34.59" W], 05-V-2018, *Kubota, V. Mendoza, A. & Lombardo, L.*

132 (FCQ); Hernandarias, Reserva Natural Tati Yupi [25°21'33.36" S – 54°36'16.03" W], 24-IV-2019, *Mendoza, A. Lombardo, L. & Kubota, V.* 241 (FCQ). **CAAGUAZÚ:** In viciniis Caaguazú [25°27'50.05" S – 56° 01'21.51" W], 1905, *Hassler, E.* 9324 (BM); **CANINDEYÚ:** Sierra de Maracayú, In regionis Yerbalium de Maracayú [23°57' S – 54°51' W], 1898-1899, *Hassler, E.* 5326 (BM); Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, zona de Aguara Ñu [24°09'20.2" S – 55°17'27.7" W], 25-II-2016, *Vera, M. Mendoza, A. Rolón, C., Fernández, A & Alfonso, A.* 4823 (FCQ). **CORDILLERA:** Cordillera de Piribebuy [25°28' S – 57°02' W], 25-III-1883, *Balansa, B.* 4658 (P).

Observación: Otros cinco ejemplares de herbario fueron reportados por Maas & Ruyters ⁽⁹⁾; *Chodat* 327 (G), *Hassler* 3972, 6892 y 6898 (G) y *Rojas, T.* 5024 (MO). Sin embargo, no fue posible acceder a tales ejemplares durante este trabajo, por lo cual, al no poder ser confirmada la identidad de los mismos, no fueron incluidos en este estudio. Por otro lado, se encontró un caso de colección mixta con el set de duplicados de *Hassler* 5326, ya que los ejemplares conservados en BM corresponden a la especie *V. aphylla*, mientras que los ejemplares albergados en G corresponden a la especie *Burmannia alba*.

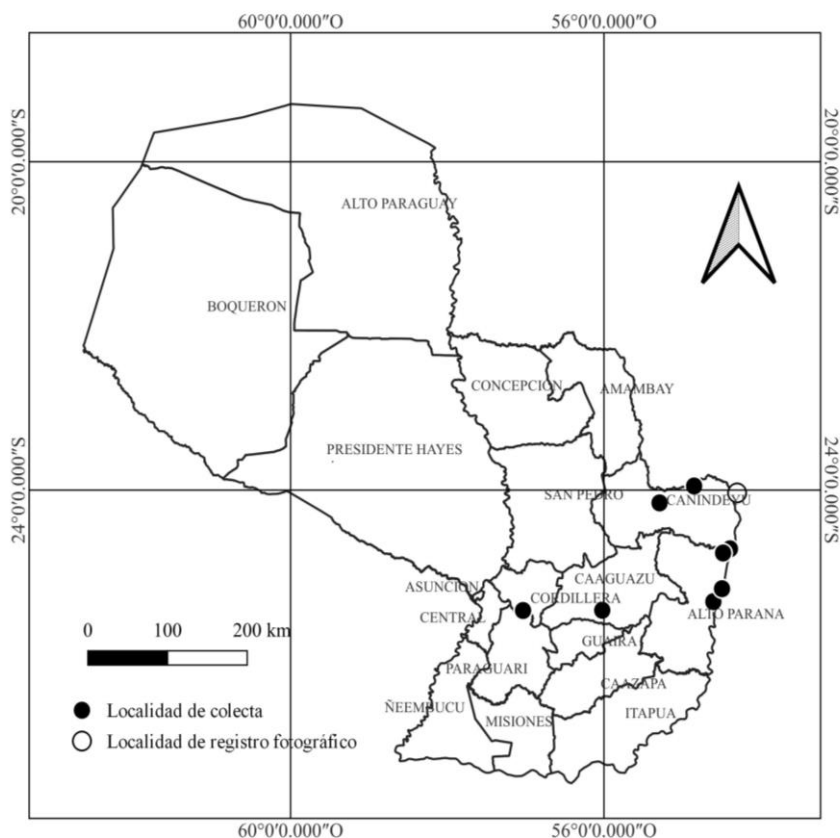


Figura 2. Mapa de distribución de *Voyria aphylla* en el territorio paraguayo

Estado de conservación: A la fecha de este trabajo, *V. aphylla* no había sido considerada a nivel nacional como una especie amenazada ni en peligro de extinción ^(30,31,32). Tampoco ha sido evaluada para la Lista Roja ⁽³³⁾. Los resultados de la evaluación del criterio B de UICN ⁽¹⁷⁾ con la herramienta GeoCAT se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados del análisis del estado de conservación de *V. aphylla*

Criterio	Valores obtenidos	Categoría resultante
B1: Extensión de presencia (EOO)	26 072 km ²	NT
B2: Área de ocupación (AOO)	36 km ²	EN
Ba: Número de localidades	8	VU
Bb: Disminución observada, estimada, inferida o proyectada	iii	n/a
Bc: Fluctuaciones extremas	n/a	n/a

NT: Casi Amenazado, VU: Vulnerable, EN: En Peligro

Los especímenes de herbario registrados para esta especie fueron 8, de los cuales 3 pueden ser considerados como colecciones históricas y 5 de ellos constituyen colecciones más recientes. Adicionalmente, el análisis incluyó un registro fotográfico realizado por las autoras, sin colección, proveniente del Refugio Biológico de Mbaracayú (Canindeyú). El valor obtenido para EOO indica que la especie cae dentro de la categoría de *Casi amenazado* (NT), mientras que el AOO es reducido y clasifica a la especie como *En peligro* (EN). Sin embargo, como ya fue señalado más arriba, el AOO es afectado por la cantidad de colecciones disponibles, por lo cual, con un incremento en el esfuerzo de muestreo, su valor podría también aumentar significativamente.

En cuanto al número de localidades (subcriterio Ba), los datos obtenidos de las colecciones registran 8 distintas; tres en el departamento Alto Paraná, ya que se han encontrado representantes de poblaciones en tres reservas naturales independientes (Limoy, Pykyry y Tati Yupi); 3 en Canindeyú (en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, zona Aguara Ñú; en el Refugio Biológico de Mbaracayú, y en una localidad imprecisa determinada como Sierra de Maracayú), una en Caaguazú y una en Cordillera (Piribebuy). El valor de 8 para este subcriterio corresponde a la categoría *Vulnerable* (VU). Es necesario destacar que las localidades identificadas se encuentran actualmente separadas entre sí por áreas urbanas, periurbanas y de uso agropecuario, por lo cual se debe considerar que la EOO de la especie es discontinua y fragmentada.

Para el subcriterio Bb (disminución continua observada, estimada, inferida o proyectada), al igual que en el caso anterior de *A. aphylla*, se infiere que el factor crítico para *V. aphylla* constituye la degradación de la calidad del hábitat (Bbiii). Si bien la especie se encuentra protegida en cuatro reservas de ITAIPU Binacional (tres en Alto Paraná y una en Canindeyú) y en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (Canindeyú), todas constituyendo localidades en donde *V. aphylla* fue registrada recientemente. Mientras que, los departamentos de Caaguazú y Cordillera se encuentran en la actualidad muy modificados ⁽²⁵⁾, como resultado de la deforestación, la expansión agropecuaria y el crecimiento urbano ⁽³⁴⁾, por lo tanto, en Caaguazú y Cordillera es posible que actualmente se encuentren escasas o

nulas poblaciones viables de *V. aphylla*. En efecto, no se han realizado colecciones botánicas recientes de la especie en estos departamentos. Por último, es importante mencionar que no se disponen de datos sobre fluctuaciones extremas de las poblaciones de *V. aphylla* en el país (subcriterio Bc).

Los resultados obtenidos para *V. aphylla* indican que la especie se encuentra protegida en varias áreas silvestres protegidas de los departamentos de Alto Paraná y Canindeyú, y que potencialmente, la especie tendría una distribución relativamente amplia dentro de la región Oriental del país. Si bien se trata de una especie poco conocida, probablemente con un sesgo desfavorable en el esfuerzo de muestreo y colección, la evidencia de presencia de *V. aphylla* fuera de las áreas protegidas es histórica, por lo cual se debe contemplar que actualmente la especie se esté enfrentando a una importante reducción en su área de distribución natural. Por lo tanto, se propone para *V. aphylla*, a nivel nacional, la categoría de amenaza VU; más específicamente, VU B1ab(iii)+2ab(iii). No obstante, con este dictamen se busca llamar la atención sobre esta especie a nivel nacional, priorizar el monitoreo de sus poblaciones, y reevaluarla eventualmente según las recomendaciones de la UICN.



Figura 3. Individuos registrados en las áreas protegidas de ITAIPU Binacional. **A)** y **B)** *A. aphylla* colectado en la Reserva Natural Tati Yupi (Mendoza A. et al. 239, FCQ). **C)** *A. aphylla* colectado en la Reserva Natural Itabo (Lombardo, L. & Kubota, V. 157, FCQ). **D)** *V. aphylla* registrado en la Reserva Natural Limoy (Kubota V. et al. 132, FCQ). **E)** *V. aphylla* encontrado en la Reserva Natural Tati Yupi (Mendoza A. et al. 241, FCQ). **F)** *V. aphylla* registrado en el Refugio Biológico de Mbaracayú (sin colección).

4. CONCLUSIÓN

Los registros formales en Paraguay tanto de *A. aphylla* como de *V. aphylla* son aún escasos, a pesar de que se presume un periodo de floración relativamente largo. Esto podría deberse a un sesgo desfavorable en el esfuerzo de muestreo y colección, ya que son especies poco conocidas y de tamaño reducido. La sistematización de los registros de herbario para ambas especies, albergados tanto en instituciones nacionales como extranjeras, ha permitido incrementar conocimientos sobre las preferencias ecológicas y la distribución actual (colecciones recientes) y potencial (EOO) de ambas especies. Consideramos que esta información, sumada a las descripciones morfológicas e ilustraciones que facilitan el reconocimiento de las especies, constituyen contribuciones importantes para promover el monitoreo del estado de conservación de estas dos especies micoheterótrofas presentes en la flora del Paraguay.

Como resultado del análisis del estado de conservación según criterios de UICN (¹⁷), se concluye que ambas especies se encuentran amenazadas dentro del territorio paraguayo en base a una extensión de presencia (EOO) y área de ocupación (AOO) limitadas, la determinación de menos de 10 localidades para cada una, y la disminución continua tanto de la extensión como de la calidad de los hábitats que ocupan. Aunque los valores obtenidos en el análisis difieren en cada caso y varían entre las categorías de NT (*Casi amenazada*) y EN (*En peligro*), se propone para ambas especies, *A. aphylla* y *V. aphylla*, la categoría VU

B1ab(iii)+2ab(iii). Esta recomendación se sustenta en la aplicación de un análisis basado en el principio de precaución, aunque sin dejar de ser conservador, considerando que muchas áreas del país han sido poco exploradas por botánicos. Futuros esfuerzos de colecta y monitoreo pueden cambiar este escenario positiva o negativamente, pero en cualquiera de los casos, servirán para lograr un conocimiento más profundo sobre el comportamiento y el estado de conservación de las poblaciones de estas especies en Paraguay.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todas las instituciones, cuyos acrónimos se mencionan en este artículo, que brindaron información sobre los ejemplares de las dos especies estudiadas y accedieron a recibir la visita de las autoras. Asimismo, se agradece a la ing. Laura Lombardo y Lic. Alicia Mendoza por sus contribuciones en los trabajos de campo.

Las muestras provenientes de las áreas protegidas de ITAIPU fueron colectadas en el marco de la acción corporativa 4543: “Investigación y monitoreo de la biodiversidad en áreas protegidas y áreas de interés de la IB”, correspondiente al Programa 239 “Biodiversidad Nuestro Patrimonio” de ITAIPU Binacional.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

VK: Búsqueda y revisión de exsicata, búsqueda de literatura, elaboración de mapas, redacción y revisión del manuscrito; JE: Revisión de exsicata,

búsqueda de literatura, análisis del estado de conservación de las especies, redacción y revisión del manuscrito; GC: Búsqueda de literatura, redacción y revisión del manuscrito; FM: Búsqueda de literatura, edición y revisión del manuscrito

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de interés con respecto al presente artículo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Taylor DL, Bruns TD, Leake JR, Read DJ. Mycorrhizal Specificity and Function in Myco-heterotrophic Plants. *Mycorrhizal Ecology*. 2002; 375-413. Disponible: https://doi.org/10.1007/978-3-540-38364-2_15
- 2 - Merckx VSFT, Freudenstein JV, Kissling J, Christenhusz MJM, Stotler RE, Crandall-Stotler B, Wickett N, Rudall PJ, Maas-van de Kamer H, Maas PJM. Taxonomy and Classification. En V. Merckx (Ed.). *Mycoheterotrophy*. 2013; 19-101. Disponible: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5209-6_2.
- 3 - APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 2016; 181: 1–20. Disponible: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- 4 - GBIF Secretariat. GBIF. Backbone Taxonomy [Data set]. GBIF Secretariat. 2021. (Consultado 21 enero 2023). Disponible: <https://doi.org/10.15468/39OMEI>.
- 5 - Spichiger R, Stauffer FW, Mereles F, Soloaga M, Loizeau P-A. Claves de identificación para las familias de Angiospermas de Paraguay. *Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève*. 2011.
- 6 - Maas H, Maas PJM. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Triuridaceae. *Rodriguésia*. 2005; 56 (86): 209-211. Disponible: <https://doi.org/10.1590/2175-78602005568637>
- 7 - Leake JR. Tansley Review No. 69: The biology of myco-heterotrophic ('saprophytic') plants. *New Phytol.* 1994; 127: 171–216. Disponible: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1994.tb04272.x>

- 8 - Maas PJM, Mass-van de Kamer H, Van Benthem J, Snelders HCM, Rübsamen T. Burmanniaceae: Vol. Saprophytes Pro Parte. New York Botanical Garden Press on behalf of Organization for Flora Neotropica. 1986.
- 9 - Maas PJM, Ruyters P. *Voyria* and *Voyriella* (Saprophytic Gentianaceae): Vol. Saprophytes Pro Parte. New York Botanical Garden Press on behalf of Organization for Flora Neotropica. 1986.
- 10 - Stevens PF, Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 (actualizado continuamente). 2023. Disponible: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- 11 - Zuloaga FO, Belgrano MJ. (Eds.). Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur. 2023. Disponible: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.htm>.
- 12 - Zamudio S. (Ed.). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. 110: Familia Burmanniaceae / por Sergio Zamudio. Instituto de Ecología. 2002.
- 13 - Villarreal JÁ, Estrada E. Plantas acuáticas mexicanas una contribución a la Flora de México. 2017; 1-2. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán. Disponible en: file:///C:/Users/victo/Downloads/Plantas_acuaticas_mexicanas_Vol_II.pdf
- 14 - Filippa EM, Barboza GE. Gentianaceae Juss. Flora Fanerogámica Argentina 1995-2007. Disponible: <http://www.floraargentina.edu.ar/proflora/>
- 15 - Pérez-Chiscano JL, Vázquez Pardo FM. Datos sobre las orquídeas micoheterótrofas. Fol. Bot. Extremadurensis. 2018; 12: 101-112.
- 16 - Schinini A. Orquídeas nativas del Paraguay. Rojasiana. 2019; 9 (1-2): 11-316.
- 17 - Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. 2012. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- 18 - Nic Lughadha E, Walker BE, Canteiro C, Chadburn H, Davis AP, et al. The use and misuse of herbarium specimens in evaluating plant extinction risks. Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci. 2018; 374: 20170402. Disponible: <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0402>
- 19 - Nic Lughadha E, Bachman SP, Leão TC, Forest F, Halley JM, et al. Extinction risk and threats to plants and fungi. Plants People Planet. 2020; 2: 389–408. Disponible: <https://doi.org/10.1002/ppp3.10146>.
- 20 - De Egea Elsam J, Peña-Chocarro MC, Mereles F, Céspedes G. *Manihot takape* sp. nov. (Euphorbiaceae), a new tuberous subshrub from the Paraguayan Chaco. PhytoKeys. 2018; 103: 1–12. Disponible: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.103.26307>

- 21 - Bachman SP, Field R, Reader T, Raimondo D, Donaldson J, Schatz GE, Nic Lughadha E. Progress, challenges and opportunities for Red Listing. *Biol. Conserv.* 2019; 234: 45-55. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.002>.
- 22 - Kromer T, Acebey AR, Armenta-Montero S, Croat TB. Diversity, distribution, and conservation status of Araceae in the state of Veracruz, Mexico. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 2019;104 (1): 10-32. Disponible: <https://doi.org/10.3417/2018214>
- 23 - Millner HJ, Bachman SP, Baldwin TC. An assessment of the conservation status of *Restrepia* (Orchidaceae) reveals the threatened status of the genus. *Plant Ecol Divers.* 2020; 3(2): 115-131. Disponible: DOI: 10.1080/17550874.2020.1735553.
- 24 - Orsenigo S, Abeli T, Al-Rammahi HM, Azzaro D, Cambria S, D'Agostino M, Mohammad MK, Tavilla G, Fenu G. Global and Regional IUCN Red List Assessments: 11. Ital. Bot. 2021; 11: 131-143. Disponible: <https://doi.org/10.3897/italianbotanist.11.68678>.
- 25 - Google Earth Pro. Google Earth Pro version 7.3.4.8642. 2022. Google LLC.
- 26 - QGIS.org. QGIS Geographic Information System. 2022. QGIS Association. Disponible: <http://www.qgis.or>.
- 27 - Bachman SP, Moat J, Hill A, De la Torre J, Scott B. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. In: Smith V, Penev L (Eds) e-Infrastructures for data publishing in biodiversity science. *ZooKeys.* 2011; 150: 117-126. Disponible: <https://doi.org/10.3897/zookeys.150.2109>.
- 28 - Melo A, Alves-Araújo A, Alves M. Burmanniaceae e Gentianaceae da Usina São José, Igarassu, Pernambuco. *Rodriguésia.* 2010; 61(3): 431-440. Disponible: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201061307>.
- 29 - Tropicos.Tropicos v3.3.2. 2022. (Consultado 21 enero 2023). Disponible: <https://www.tropicos.org/>
- 30 - Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES). Resolución 470 “Por la que se actualiza el listado de las especies protegidas de la flora silvestre nativa del Paraguay”. 2019.
- 31 - Secretaría del Ambiente (SEAM). Resolución 2242 “Por la cual se aprueba el listado de las especies protegidas de la vida silvestre amenazada de extinción”. 2006.
- 32 - Secretaría del Ambiente (SEAM). Resolución 2243 “Por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre en peligro de extinción”. 2006.

33 - Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. 2022. (Consultado 16 enero 2023). Disponible: <https://www.iucnredlist.org>.

34 - Huang G, Kim S, Song K, Townshend JRG, Davis P, Altstatt A, Rodas O, Yanosky A, Clay R, Tucker CJ. Musinsky J. Assessment of Paraguay's forest cover change using Landsat observations. *Glob Planet Change*. 2009; 67(1-2): 1-12. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2008.12.009>.

35 - Vega H, Hernández DJ, Cetzal-Ix W, Romero-Soler K, Solis M, Mó E. Nuevos registros de Gentianaceae y Lentibulariaceae para Honduras. *Rodriguésia*. 2017; 68(2):771-778. Disponible: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768227>.

36 - Gatti FE, Keller HA. *Voyria aphylla* (Gentianaceae), la primera eudicotiledónea micoheterótrofa registrada para la Flora Argentina. *Bonplandia*. 2019; 28(2): 159-162. Disponible: <http://dx.doi.org/10.30972/bon.2823856>

37 - Villarreal JA. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. 65: Familia Gentianaceae / por José Angel Villarreal Q (M. Palacios-Rios, Ed.). 1998. Instituto de Ecología.