ISSN[e] 2244-8888

Pittieria

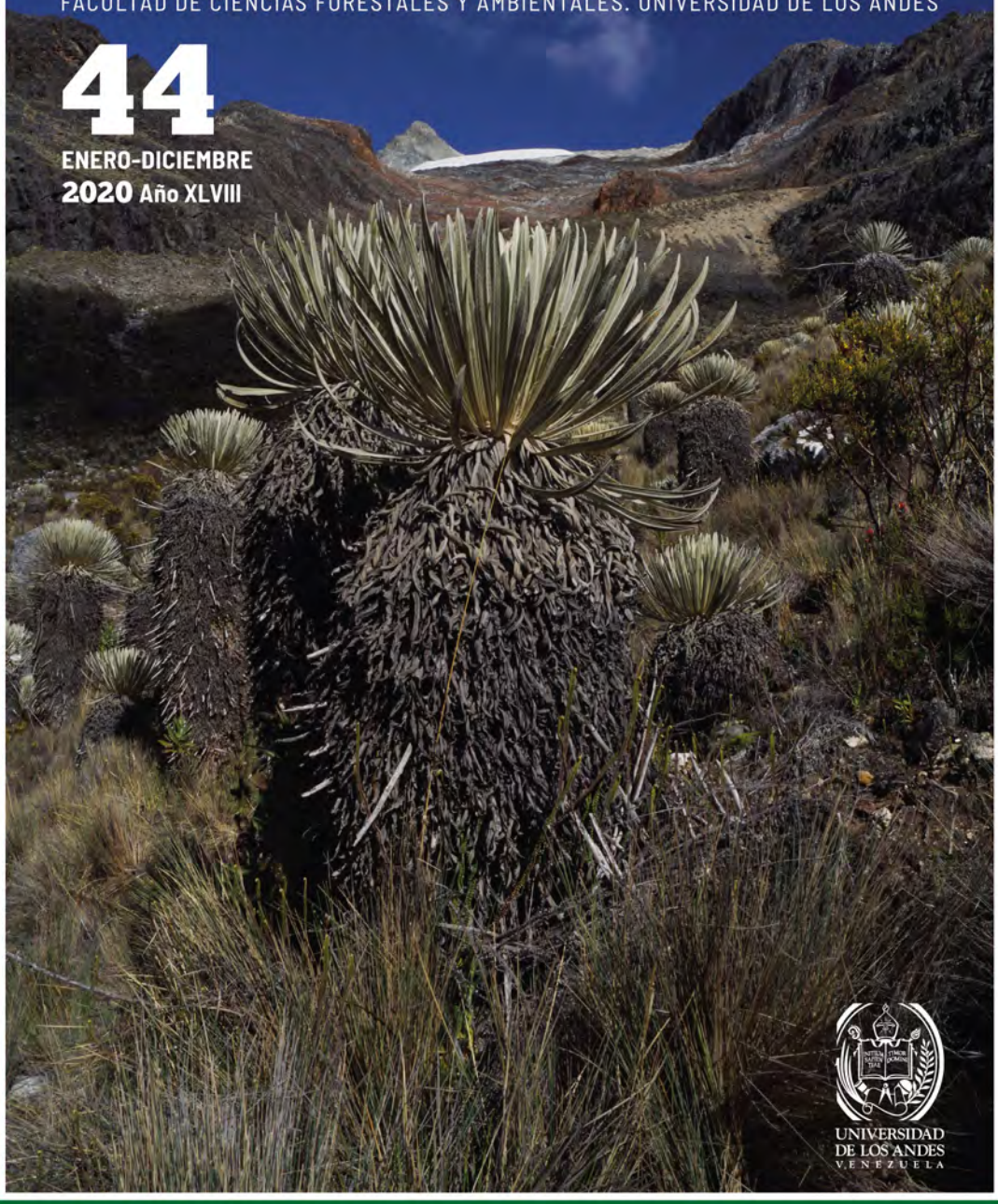
LA REVISTA DEL DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA Y CIENCIAS BÁSICAS

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

44

ENERO-DICIEMBRE

2020 Año XLVIII



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
VENEZUELA

FOTO DE PORTADA:
Tomada por Luis E. Gámez, individuo de *Espeletia spicata* Sch.Bip. ex Wedd. cerca de una de las parcelas del Proyecto El último Glaciar de Venezuela, Parque Nacional Sierra Nevada, estado Mérida (Venezuela).

/ISSN[e] 2244-8888

Pittieria
44

ENERO-DICIEMBRE
2020 Año XLVIII

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
VENEZUELA

Revista del Departamento de Botánica y Ciencias Básicas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela), fue creada con el fin de divulgar las investigaciones de los miembros de la institución y abierta a contribuciones de investigadores externos. Publica artículos científicos y notas técnicas de todos los campos de la botánica; haciendo énfasis en Investigaciones realizadas en Venezuela. Es una publicación anual editada en formato impreso y digital; en este último caso es de acceso libre a través:
http://www.saber.ula.ve/pittieria/
http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/pittieria/

REVENCYT RVP001. LATINDEX.
Periódica (UNAM, México)
El intercambio es bienvenido
Exchange is accepted
Der Austausch ist willkommen
Les échanges sont bienvenus

Todos los derechos reservados.
El contenido de esta revista está protegido por la Ley.
No puede ser reproducida, ni registrada o transmitida por cualquier medio de recuperación de información sin el permiso previo, por escrito, de los editores.

© 2020. Universidad de Los Andes.
ISSN 0554-2111 (impreso)
ISSN 2244-8888 (electrónico)
Depósito Legal pp 196702ME558

Este número ha sido publicado gracias al apoyo de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

DIRECCIÓN
Departamento de Botánica y Ciencias Básicas
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales
Conjunto Forestal, Edificio Principal.
Universidad de Los Andes.
Avenida Principal Chorros de Milla
Mérida 5101, Venezuela. Tel.: +58 274 2401526
pittieria@ula.ve

AUTORIDADES
MARIO BONUCCI ROSSINI *Rector*
MANUEL ARANGUREN *Vicerrector Administrativo*
PATRICIA ROSENZWEIG *Vicerrectora Académica*
JOSÉ MARÍA ANDÉREZ *Secretario*
DARÍO GARAY *Decano*
KUONG CHANG *Jefe del Departamento de Botánica*

COMITÉ EDITORIAL
LUIS ENRIQUE GÁMEZ A. *Editor Principal*
JORGE S. PARRA M. *Editor Asociado*
RUBÉN D. QUINTERO *Editor Asociado*

EDITOR FUNDADOR
LUIS MARCANO BERTI *Universidad de Los Andes, Venezuela*

CONSULTORES DE ARBITRAJE
JESÚS E. ANDRADES *Universidad de Los Andes. Departamento de Ordenación de Cuencas Hidrográficas*
JESÚS DELGADO *Universidad Simón Bolívar. Departamento de Biología de Organismos. Laboratorio de Sistemática de Plantas*
ÁNGEL FERNÁNDEZ *Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Herbario del Proyecto Biomedicinas del Bosque Tropical (IVIC)*
LUIS E. GÁMEZ A. *Universidad de Los Andes. Escuela Técnica Superior Forestal. Departamento de Bosques*
JOSÉ R. GUEVARA G. *Universidad de Los Andes. Herbario MER*
HERNÁN FERRER *Universidad Central de Venezuela. Instituto de Biología Experimental (IBE)*
CLEMENTE HERNÁNDEZ P. *Universidad de Los Andes. Departamento de Botánica y Ciencias Básicas*
OMAIRA HOKCHE *Universidad Central de Venezuela. Instituto Experimental Jardín Botánico "Dr. Tobías Lasser"*
DAMELIS JAUREGUI *Universidad Central de Venezuela. Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía.*
MARLENE LAPP *Universidad Central de Venezuela. Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía*
ALEJANDRA LEAL *Centro Universitario Regional del Este. Universidad de la República, Uruguay*
WILLIAMS LEÓN *Universidad de Los Andes. Departamento de Botánica y Ciencias Básicas*
LUIS D. LLAMBÍ *Universidad de Los Andes. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas*
SHINGO NOZAWA *Universidad Central de Venezuela. Instituto Experimental Jardín Botánico "Dr. Tobías Lasser"*
GERARDO G. RODRÍGUEZ *Universidad de Los Andes. Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal*

CONSULTOR DE INGLÉS
ROBERT MÁRQUEZ *Universidad de Los Andes, Venezuela*

CONCEPTO GRÁFICO Y DISEÑO EDITORIAL
REINALDO SÁNCHEZ GUILLÉN *vandrakor@gmail.com*

ISSN[e] 2244-8888

Pittieria
44
ENERO-DICIEMBRE
2020 Año XLVIII

Contenido

Editorial

6-7 ALEJANDRA MELFO
El último glaciar de Venezuela

Nota póstuma

8 Benito Briceño, una partida repentina

Artículos

10-26 GILBERTO MORILLO
Contribución al conocimiento del género *Lachnostoma* (Apocynaceae, Asclepiadoideae)
Contribution to knowledge of the genus *Lachnostoma* (Apocynaceae, Asclepiadoideae)

28-55 GERARDO A. AYMARD C., FRANCISCO CASTRO-LIMA y HENRY ARELLANO-P.
Identificación de Myristicaceae de la cuenca del río Negro en ausencia de flores y frutos
Identification of Myristicaceae from the river Negro basin in the absence of flowers and fruits

56-74 BENITO BRICEÑO(†), FERNANDO GARCÍA y GUILLERMO BIANCHI
Caracterización morfológica y morfométrica del polen de *Lathyrus meridensis* Pittier
Morphometric and morphological characterization of the pollen of *Lathyrus meridensis* Pittier

76-103 LUIS E. GÁMEZ, LUIS D. LLAMBÍ, LIREY RAMÍREZ, ROXIBELL C. PELAYO, J. ELOY TORRES, NELSON MÁRQUEZ, CARMEN AZÓCAR, PRISCILLA MURIEL y FRANCISCO CUESTA

Contribución al conocimiento de la vegetación altoandina: riqueza florística y clave para la identificación de plantas vasculares en cumbres de monitoreo de la red Gloria-Andes en Venezuela

Contribution to knowledge of the high Andean vegetation: floristic richness and key for the identification of vascular plants in monitoring summits of the Gloria-Andes network in Venezuela

104-127 JOSÉ L. MEDINA, L. CIRO A. SOTO O. y LUIS E. GÁMEZ

Clave de identificación de árboles del Jardín Botánico de Mérida (Venezuela) por medio de caracteres vegetativos

Identification key for trees in the Botanical Garden of Mérida (Venezuela) through vegetative characters

128-138 WILLIAMS J. LEÓN H., ORIANA MÉNDEZ y ARIANNY B. TÉLLEZ A.

Anatomía comparativa de los elementos xilemáticos de conducción en aletones y tallo de *Pterocarpus officinalis* Jacq. (Fabaceae)

Comparative anatomy of xylematic conductive elements in buttress and stem of ***Pterocarpus officinalis*** Jacq. (Fabaceae)

140-160 ARGELIA SILVA RÍOS, JOSÉ RAMÓN GRANDE A. y MARÍA A. GUILLÉN

Eponimia botánica del Dr. Prof. Leandro Aristeguieta

Dr. Prof. Leandro Aristeguieta's botanical eponymy

ISSN[e] 2244-8888
Pittieria
44 ENERO-DICIEMBRE 2020 Año XLVIII

Editorial

EL ÚLTIMO GLACIAR DE VENEZUELA

por

ALEJANDRA MELFO

Facultad de Ciencias, ULA

El glaciar del pico Humboldt se ha quedado solo. En el año 2020, mientras el mundo preocupado miraba a otro lado, el último pedazo de hielo glaciar del pico Bolívar terminó de desaparecer, dejando a Mérida sin su decoración de nieves eternas. Sólo queda un glaciar en Venezuela, el mismo que cuando se extendía entre el Humboldt y el Bonpland se llamaba *La Corona*, pero no se ve desde las calles de la ciudad, como los otros que alguna vez completaron el quinteto de las Águilas Blancas de la leyenda. Para los habitantes de la ciudad es una pérdida irreparable, la desaparición de una buena parte de su identidad histórica, y lo será aún más en pocos años cuando ni siquiera desde la última estación del Teleférico se pueda ver nieve glacial en el pico Humboldt. Pero para los ecólogos de la Universidad de Los Andes, que estudian desde hace décadas el ecosistema páramo, se trata a la vez de una oportunidad de estudiar un caso único de sucesión primaria, y de aprovechar el impacto de la pérdida visible de los hielos para llamar la atención sobre las consecuencias del cambio climático. La Sierra Nevada se convierte en una pantalla donde el calentamiento global no se ve como una serie de cifras, sino como un dibujo blanco que se va desvaneciendo ante la vista de todos.

El proyecto Último Glacial Venezolano es un intento de aprovechar este momento singular, aún en medio de las inimaginables dificultades que enfrenta la Universidad y el país, simplemente porque el glaciar no va a esperar mejores tiempos. Financiado parcialmente por National Geographic Society, fue coordinado por Luis Daniel Llambí del Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológica, y participaron en él profesionales tanto del ICAE como de otras dependencias de la ULA. Sus objetivos centrales: estudiar el proceso de sucesión primaria en el frente de retroceso glaciar por un lado, y crear conciencia sobre las consecuencias del cambio climático en nuestras montañas, por otro. El primer paso fue elaborar una serie de mapas multitemporales con suficiente resolución, que permitieron ubicar la posición del glaciar durante cuatro épocas históricas a lo largo

de cien años. Para ello fue necesario un enfoque multidisciplinario capaz de combinar información de fotos aéreas, satelitales, históricas, visitas de campo y entrevistas, en un Sistema de Información Geográfica.

Para estudiar la formación del nuevo ecosistema en el frente de retroceso glaciar, se ubicaron parcelas en los diferentes puntos de la cronosecuencia, representando ecosistemas de distintas edades. En cada una se identificaron especies colonizadoras, su abundancia y sus interrelaciones, y se analizó la progresiva formación de suelo. El proyecto pudo ensamblar un equipo de profesionales que incluye expertos en cada una de las formas de vida involucradas en el proceso (líquenes, musgos, plantas vasculares, polinizadores). A las dificultades de trabajar a gran altura y en una zona sólo accesible tras dos jornadas de camino, se sumaron las singulares que vive Venezuela y en particular el interior del país, y fue solo gracias al indomable espíritu de equipo de estos investigadores que pudo llevarse a cabo el estudio. Los resultados (recientemente enviados a publicación) han sido sumamente interesantes, demostrándose entre otras cosas la importancia de las interacciones de facilitación entre especies en la colonización de un ambiente extremo.

Paralelamente a la investigación, el proyecto se dedicó a crear conciencia sobre la realidad del cambio climático y sus consecuencias para los ecosistemas de montaña. Se realizaron una serie de actividades con niños y jóvenes de escuelas y liceos de la zona, incluyendo salidas de campo. Charlas, conferencias y clases a nivel nacional e internacional complementaron este esfuerzo, así como la elaboración de un documento de resumen para diseño de políticas. Crucial en esta tarea de divulgación fue la elaboración de un corto documental ilustrando el proyecto, que está disponible públicamente y se ha convertido en una poderosa herramienta didáctica.

El glaciar del Humboldt desaparecerá del todo dentro de pocos años, es difícil estimar exactamente cuántos. Mientras tanto, este proyecto ha logrado enfocar la atención del país y la región andina en la pérdida inminente de sus glaciares. Ya no podemos salvarlos, pero sí podemos redoblar los esfuerzos de preservación de nuestros ecosistemas de montaña, únicos en el mundo, albergues de una incomparable biodiversidad. La impactante imagen de la Sierra Nevada despojada de sus nieves eternas debe servir como un llamado a la acción: el cambio climático es real, ya está aquí, y nos toca a nosotros hacer lo posible para enfrentarlo. El último glaciar venezolano se despide dándonos una lección que ojalá podamos aprovechar.

ISSN[e] 2244-8888
Pittieria
44 ENERO-DICIEMBRE 2020 Año XLVIII

Nota póstuma

BENITO BRICEÑO, UNA PARTIDA REPENTINA

Poco antes de la publicación del presente número de *Pittieria* nos llega la triste noticia de la desaparición física del Prof. Benito Briceño, docente e investigador en el campo de la botánica en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes. Nacido en Valera (estado Trujillo), obtiene el título de Licenciado en Biología en la Universidad de Los Andes en 1979 y ese mismo año comienza a desarrollar actividades docentes y de investigación en el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias (ULA). Desde 1980 orienta su labor investigativa a la flora de los páramos de los Andes venezolanos principalmente Anatomía, Ecofisiología y Taxonomía en Poaceae, Cyperaceae y Juncaceae. Obtiene el título de Magister Scientiae en Ecología Tropical (ULA, 1992). Sus investigaciones son divulgadas en revistas de repercusión internacional (*Acta Botánica Venezuelica*, *Pittieria*, *Trees*, *Revista Chilena de Historia Natural*, *Revista de Biología Tropical*, *Acta Oecológica*, entre otras). Adicionalmente es coautor del valioso libro *Botánica y ecología de las monocotiledóneas de los páramos en Venezuela* (2011). Además fue cofundador del Jardín Botánico de Mérida, curador y colector de colecciones botánicas del herbario de la Facultad de Ciencias (ULA), jefe del Departamento de Biología de la misma facultad (1998-2002), representante profesoral ante el Consejo de Facultad de Ciencias (1991-1999, 2005-2007) y ante el Consejo Universitario de la Universidad de Los Andes (1993-1995). Desde el punto de vista gremial se desempeñó como presidente de la Asociación de Profesores de la Universidad de Los Andes, seccional Ciencias (1992-1995). Su más reciente aporte científico se tituló "Caracterización morfológica y morfométrica del polen de *Lathyrus meridensis* Pittier" el cual forma parte de *Pittieria* 44 (2020), pero pocos días antes de ver la luz este número nos llega la triste noticia de la repentina desaparición física del Prof. Benito Briceño, una partida solo en el plano físico ya que su legado humano y científico seguirá siempre presente.

Artículos

ISSN [e] 2244-8888

Pittieria
44
ENERO-DICIEMBRE 2020 *págs. 10-26*

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL GÉNERO *LACHNOSTOMA* (APOCYNACEAE, ASCLEPIADOIDEAE)

CONTRIBUTION TO KNOWLEDGE OF THE GENUS *LACHNOSTOMA* (APOCYNACEAE, ASCLEPIADOIDEAE)

por

GILBERTO MORILLO

Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
gilberto12-10@hotmail.com

RECIBIDO: ABRIL 02 DE 2020 / **ACEPTADO:** AGOSTO 07 DE 2020

RESUMEN

Se incluye la descripción de *Lachnostoma* Kunth (Apocynaceae, Asclepiadoideae, Asclepiadeae, Gonolobinae), una clave de las especies y descripciones de las especies reconocidas para el género; dentro de ellas describen e ilustran cinco especies nuevas para la ciencia. Las especies aquí propuestas como nuevas son *Lachnostoma antioquense, L. bricenoi, L. caucanum, L. costanense* y *L.sanctae-martae*. Se describen 14 especies, ocho de ellas de Colombia, tres de Venezuela, dos del Ecuador y una del Perú.

PALABRAS CLAVE: clave de las especies, *Lachnostoma,* nuevas especies, selvas montanas, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela.

ABSTRACT

A description of *Lachnostoma* Kunth (Apocynaceae, Asclepiadoideae, Asclepiadeae, Gonolobinae), a key to the species, and descriptions of species recognize for the genus are included, among them five new species are described and illustrated. The species here proposed as new are *Lachnostoma antioquense, L. bricenoi, L. caucanum, L. costanense* and *L. sanctae-martae*. Fourteen species are described, eight of them from Colombia, three from Venezuela, two from Ecuador, and one from Perú.

KEY WORDS: key to the species, *Lachnostoma*, new species, mountain forests, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo constituye una continuación de un estudio que tiene por objeto la publicación de una revisión del género *Lachnostoma* Kunth (Apocynaceae, Asclepiadoideae, Gonolobinae) a nivel continental. Dicho género está constituido por entre 15 y 20 especies de trepadoras, distribuidas en selvas montanas o submontanas húmedas desde el ramal central de la Cordillera de la Costa en Venezuela hasta los Andes, desde Venezuela hasta el Perú (Morillo 2012). Está constituido por trepadoras de mediano tamaño (4-10 m largo), con tallos moderadamente ramificados, delgados o de mediano grosor, frecuentemente rizomatosos, densamente pubescentes al igual que hojas e inflorescencias, con tricomas predominantemente eglandulares, amarillentos o ferrugíneos, y escasos tricomas glandulares translúcidos o amarillentos, axilas foliares sin coléteres, laminas foliares ovadas, oblongo-elípticas a lanceoladas, acuminadas, con bases cortamente cordadas; flores generalmente pequeñas o medianas, sus corolas frecuentemente reticuladas, con cavidades nectaríferas relativamente angostas y profundas, corona estaminal constituida por cinco segmentos carnosos blancos, corta o conspicuamente bilobados, unidos en la base al estípite y al tubo corolino, ginostegio estipitado, anteras subtriangulares, radialmente prominentes, retináculo sagitado, caudiculas hialinas, articuladas, polinios colgantes, (angostamente) piriformes, con la cara interna comprimida y surcada, y folículos 5-alados, y con protuberancias obtusamente cónicas intercostales y/o sobre las costillas.

Lachnostoma está estrechamente relacionado con *Phaeostemma* E. Fourn., el cual se diferencia por poseer una pubescencia constituida por tricomas generalmente más largos, nudos caulinares por lo general con 1-2 coléteres subaxilares, inflorescencias en las cuales la longitud de pedúnculo más raquis es generalmente igual o más corta que la de los pedicelos, lóbulos de la corola anchamente ovados a deltoideos, no revolutos en los márgenes, segmentos de la corona amarillos, y cavidades nectaríferas anchas y poco profundas. Además, las especies de *Phaeostemma* en su gran mayoría se encuentran en bosques húmedos macrotérmicos o en bosques de *Araucaria* en el este y sureste de Sudamérica (una especie en los arbustales montanos de Ptari-tepui, al sureste de la Guayana Venezolana), mientras que todas las especies de *Lachnostoma* ocurren en selvas submontanas o montanas, desde el norte-centro de Venezuela hasta el Perú, a lo largo de la Cordillera de Los Andes.

En el presente trabajo, se describe detalladamente a *Lachnostoma*, y a todas las especies reconocidas para el mismo, dentro de ellas se ilustran y comparan con especies putativamente afines a cinco especies nuevas para la ciencia, y se incluye una clave preliminar de las especies. Las nuevas especies son *Lachnostoma antioquense, L. caucanum*, y *L. sanctae-martae* de las selvas montanas de los Andes colombianos, *L. bricenoi* en la selva montana del estado Mérida (Venezuela) y *L. costanense* de las selvas montanas de la Cordillera de la Costa en el norte-centro de Venezuela.

METODOLOGÍA

La realización de este trabajo tiene como base el estudio de la morfología de 50 ejemplares botánicos de *Lachnostoma* (Apocynaceae, Asclepiadoideae, Asclepiadeae, Gonolobinae) y de aprox. 150 ejemplares botánicos de otros géneros integrantes de la subtribu Gonolobinae. Dichos ejemplares se encuentran depositados o fueron enviados al autor en calidad de préstamo o donación por los administradores de los herbarios cuyas siglas se indican a continuación (Acrónimos

de acuerdo a Thiers, 2015): COL, MER, MO, NY, P,QCNE, S,U, US y VEN. Igualmente se utilizaron como material de estudio plantas coleccionadas en salidas de campo, y fotografías o imágenes digitalizadas de ejemplares de plantas depositadas en dichos herbarios. Para el estudio de las muestras se utilizaron técnicas tradicionales de taxonomía de Herbario.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

TRATAMIENTO TAXONÓMICO

Lachnostoma Kunth in Bonpland, Humboldt & Kunth, Nov. Gen. Sp. (quarto ed.) 3: 198 (1818, publ. 1819). Tipo: *L. tigrinum* Kunth.

Arbustos trepadores 5-10 m largo.; tallos frecuentemente rizomatosos, no suberificados en la base, pero a veces lenticelados cuando maduros, moderadamente ramificados, sin coleteres subaxilares en los nudos; tallos, hojas e inflorescencias densamente pubescentes, pubescencia amarillenta o amarillo-rojiza, con predominio de tricomas eglandulares cortos (0,12-0,3 mm de largo) y largos (0,7-2,4 de mm largo), tricomas glandulares escasos (0,15-0,25 mm largo), estos últimos presentes principalmente sobre los pecíolos y nervios foliares; láminas foliares por lo general hasta 15 cm largo, ovadas, oblongo-ovadas, ovado-elípticas, oblongo-lanceoladas o lanceoladas, cuando maduras sub-cordadas a cordadas y con 2-5 coléteres en la base, acuminadas en el ápice; inflorescencias pedunculadas, 5-19-floras, pedúnculos cortos o largos, a veces bifurcados, pedicelos frecuentemente más cortos que pedúnculo + raquis, brácteas lineares, pequeñas (1-4 mm de largo); corolas 10-30 mm diámetro, sub-hipocraterimorfas, infundibuliformes o campanuladas, rara vez tubulares, lóbulos verdes, verde-amarillentos, morados o purpúra, angosto-ovados a deltoideos, frecuentemente recurvados en los márgenes y nervado-reticulados, adaxialmente glabros, abaxialmente pubescentes; anteras subtriangulares, radialmente prominentes, con la parte posterior levemente inclinada hacia el eje floral, dehiscencia lateral y alas muy cortas; corona carnosa, adnada al estípite y al tubo corolino, con segmentos blancos, apicalmente bilobado-digitados (3-lobados y escasamente diferenciados en una especie); retináculo variadamente sagitado, caudículas articuladas, polinios colgantes, piriformes u oblongoideo-piriformes; fruto un folículo angostamente ovoideo o fusiforme, con paredes gruesas, 10-12 cm long., con 5 costillas irregulares obtusas y protuberancias cónicas, intercostales o sobre las costillas; semillas comosas, 230-250 por folículo (en *L. aymardii* (Morillo) Morillo y *L. costanense* Morillo).

Género constituido por al menos quince especies. Distribuido desde el norte y noroeste de Sudamérica hasta el Perú, en selvas húmedas montanas o submontanas, desde (700-) 1000 hasta 3300 msnm.

CLAVE PRELIMINAR Y DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE *LACHNOSTOMA*

1. Lóbulos del cáliz aproximadamente iguales o más largos que el tubo corolino.....2
1´. Lóbulos del cáliz más cortos que el tubo corolino 6
2. Lóbulos de la corola morado o purpura, no reticulados; segmentos de la corona trilobados, incurvos, con el lóbulo central cubriendo la cabeza del ginostegio.....*L. aymardii*
2´. Lóbulos de la corola blancos, cremosos, amarillentos, o verdes, por lo general con un retículo de nervios verdes; segmentos de la corona escasa o notablemente bilobados, ascendentes o extendidos, dispuestos sobre la garganta del tubo corolino.....3
3. Corola 16-20 mm de diámetro, con lóbulos 7-8 mm de largo; lóbulos de los segmentos de la coro-

na 2-2,1 mm de largo.....*L. magdalenicum*
3´. Corola 11-14 mm de diámetro, con lóbulos hasta 5,5 de mm largo; lóbulos de los segmentos de la corona menos de 1,5 mm de largo.....4
4. Lóbulos del cáliz 2,6-3,2 mm de largo; tubo de la corola 2,7-3,5 de mm largo; segmentos de la corona glabros, con lóbulos 0,5-0,6 de mm largo.....5
4´. Lóbulos del cáliz 4,1-5 de mm largo; tubo de la corola 4-4,5 de mm largo; segmentos de la corona pubescentes en la base, con lóbulos de 0,7-1 mm largo.....*L. costanense*
5. Lóbulos del cáliz y tubo de la corola 2,7-2,8 de mm largo; lóbulos de la corola adaxialmente cóncavos en el tercio apical y pubescentes en toda la cara abaxial; ginostegio 3,6-3,7 mm de diámetro; apéndices de la corona con lóbulos erectos y agudos.....*L. caucanum*
5´. Lóbulos del cáliz 3-3,2 de mm de largo y tubo de la corola 3,3-3,5 de mm largo; lóbulos de la corola adaxialmente convexos, y abaxialmente pubescentes en el tercio apical; ginostegio ca. 4,6 mm de diámetro; apéndices de la corona con lóbulos radialmente extendidos y obtuso-redondeados.....*L. antioquense*
6. Corola 26-24 mm de diámetro, con lóbulos 12-15 mm de largo; porción visible de segmentos de la corona ca. 4,5 mm de largo, con lóbulos obtusos, 3,1-3,7 mm de largo.....*L. uribei*
6´. Corola hasta 19 mm de diámetro, con lóbulos hasta 8,5 mm de largo; porción visible de los segmentos de la corona hasta 2,7 mm de largo, con lóbulos hasta 1,6 mm de largo.....7
7. Corola 17-19 mm de diámetro, con tubo aprox. 6 mm largo y lóbulos verdes, apicalmente agudos.....*L. marginatum*
7´. Corola hasta 16 mm de diámetro, con tubo hasta 5,2 mm de largo, y lóbulos blancos o amarillentos con retículo de nervios verdes, apicalmente obtuso-emarginados.....8
8. Corola angosta o anchamente campanulada 9
8´. Corola subhipocraterimorfa o casi tubular ... .10
9. Pedúnculo más raquis 11-18 de mm largo; lóbulos del cáliz 2,2-2,5 mm de largo; corola con tubo 3,2-3,3 mm de largo y lóbulos 3,8-4 mm de largo x 4,2-4,5 mm de ancho, anchamente ovados a deltoideos, con los márgenes extendidos ....*L. huilaense*
9´. Pedúnculo más raquis 25-40 mm de largo; lóbulos del cáliz 2,7-3 mm de largo; corola con tubo 4,5-5,2 de mm largo, y lóbulos 6,9-7,7 mm de largo x 4,5-5 mm de ancho, angostamente ovados u oblongo-ovados, con los márgenes frecuentemente revolutos.....*L. bricenoi*
10. Lóbulos del cáliz de longitud que como máximo alcanza la mitad del tubo corolino; pedúnculo y raquis 6-11 mm de largo.....11
10´. Lóbulos del cáliz de longitud que supera la mitad del tubo corolino; pedúnculo y raquis (15-) 20-65 mm de largo.....12
11. Lóbulos del cáliz 1,5-1,6 mm de largo; corola cortamente hipocraterimorfa, con tubo 2,5-2,8 mm de largo.....*L. montanum*
11´. Lóbulos del cáliz 1,9-2,2 mm de largo; corola subtubular, con tubo 4,2-4,5 mm de largo..... .....*L. sanctae-martae*
12. Corola con tubo 2,8-3 mm de largo y lóbulos 4,1-4,2 mm de largo.....*L. ecuadorense*
12´. Corola con tubo 3,5-5,2 mm de largo y lóbulos 5-5,7 mm de largo.....13
13. Inflorescencias 5-7-floras; corola con tubo 5-5,2 mm de largo y lóbulos 5,2-5,5 mm de de largo; segmentos de la corona con lóbulos obtusos, 1-1,2 mm de largo..... *L. vanderwerffii*
13´. Inflorescencias 9-15-floras; corola con tubo aprox. 3,5 mm de largo y lóbulos 5,5-5,7 mm de largo; segmentos de la corona con lóbulos agudos, 1,4-1,6 mm de largo.....*L. tigrinum*

1. *LACHNOSTOMA ANTIOQUENSE* MORILLO, SP. NOV.

(FIGURA 1)

A new species of *Lachnostoma* similar in flower shape and size, and by calyx /corolla radio to *L. caucanum* Morillo, differing by longer corolla tube and calyx lobes, corolla lobes smooth adaxially and pubescent in the apical 1/3 abaxially, wider gynostegium, and corona segments with rounded-obtuse lobes (corolla tube and calyx lobes 2.7-2.8 mm long, corolla lobes concave in the apical 1/3 and pubescent to the base abaxially, gynostegium 3.6-3.7 mm diameter, and corona appendages less than 2 mm long, with narrower lobes in *L. caucanum*).

TIPO: COLOMBIA: Depto. Antioquia: Municipio Guatapé: Vereda Sta. Rita, 6° 17, N. 75° 34´ W, 1850 m snm, 15 Dic. 1987, *F. Roldán & J. Betancur 885* (Holótipo: HUA, Isótipo: MO)

Trepadora de longitud desconocida. Hojas decusadas, pecíolos 1-2,1 cm largo, láminas ovado-elípticas a oblongo-obovadas, cortamente acuminadas, base angostamente redondeada o levemente subcordada, 7-10 x 2,6- 4,9 cm, con 4 coléteres en la base. Inflorescencias cimas helicoidales escorpioideas, 5-7-floras; pedúnculo + raquis 7-13 mm de longitud; brácteas lineares, 0,9-1,5 mm largo, pedicelos 11-15 mm largo. Flores ascendentes; lóbulos del cáliz oblongo-ovados, 3-3,2 x 1,4-1,5 mm, agudos, densamente pubescentes en la cara abaxial, con un coléter por axila, tan largos como el tubo corolino; corola angostamente campanulada, 11,5-12,5 mm de diámetro, tubo 3,3-3,5 mm largo, 3,5-3,8 mm de diámetro en la garganta, abaxialmente glabro, lóbulos amarillos con retículo de nervios verdes, en posición natural 4,3-4,6 x 3-3,5 mm,

FIGURA 1. *Lachnostoma antioquense* Morillo. (Espécimen Tipo: Roldan & Betancur, 885 MO). Escala 4 cm.

asimétricamente ovados, adaxialmente convexos, obtuso-emarginados en el ápice, abaxialmente pubescentes en el tercio apical; porción visible de segmentos de la corona cerca de 2,4 mm largo, 1,5-1,6 mm ancho apical, glabros, lóbulos divergentes, obtuso-redondeados en el ápice, 0,5-0,6 mm largo; ginostegio blanco, cerca de 4,6 mm diámetro; cabeza estilar levemente cóncava, 3,5-3,6 mm de diámetro, anteras más o menos de 2,2 mm ancho entre las alas; polinios asimétrica y angostamente piriformes, cerca de 1 x 0,7-0,75 mm, caudículas 0,4 mm largo, retináculo angostamente sagitado, 0,5 x 0,32 mm. Folículos no vistos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: la especie se conoce de una sola colección en Antioquia, en la Cordillera Occidental colombiana a una altitud de 1850 m snm.

2. *LACHNOSTOMA AYMARDII* (MORILLO) MORILLO, PITTIERIA 36: 26. 2012

Matelea aymardii Morillo, Ernstia 50: 19-20. 1988. Tipo: VENEZUELA: Edo. Trujillo: Montaña de Guaramacal, 29 Km E de Boconó, 1900-2000 m snm, 7-II-1987, *G. Aymard et al. 5169* (Holótipo VEN, Isótipo PORT).

Trepadora hasta 3-7 m largo. Hojas decusadas, pecíolos 1,2-2 cm largo, láminas foliares ovadas, angostamente ovadas hasta angostamente ovado-elípticas, largamente acuminadas, base corta y angostamente cordada, 5-10 x 1,5-4 cm, con 2-4 coléteres en la base. Inflorescencias cimas helicoidales 7-12 floras; pedúnculo + raquis 10-40 mm largo, pedicelos 5-9 mm largo. Flores ascendentes; lóbulos del cáliz oblongo-elípticos, 8-9 x 2,8-3 mm, con un coléter por axila, levemente más largos que el tubo corolino; corola angostamente campanulada, 12-14 mm de diámetro, tubo 3,9-4 mm largo, aprox. 4 mm diám. en la garganta, lóbulos patentes, morados, anchamente ovados a deltoideos, obtuso-emarginados y levemente engrosados en el ápice, 5-5,2 x 5-5,2 mm; segmentos de la corona pubescentes en la base abaxial, irregularmente espatulados, levemente trilobulados, 3,2-3,5 mm largo, el lóbulo central levemente más largo, incurvo, 0,5 mm largo; ginostegio 3,9-4 mm de diámetro apical, cabeza estilar levemente cóncava, anteras 1,9-2 mm ancho entre alas; polinios ovoideo-piriformes, 0,6-0,65 x 0,36-0,4 mm, caudículas 0,4-0,45 mm largo, retináculo anchamente sagitado, 0,42 x 0,35 mm. Folículos elipsoideo-fusiformes 5-alados, 11-12 cm largo, 5,2-5,4 cm ancho, 4,5-5 cm de grosor, alas gruesas con dientes anchos y obtusos, con prominencias cónicas intercostales superficie diminutamente pubescente; semillas oblongo-ovadas, marginalmente denticuladas, cerca de 10 mm largo, comosas.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: Endémica de la selva nublada montana entre los 1900 y 2200 m snm, en los alrededores de Boconó y Guaramacal, estado Trujillo (Venezuela).

COLECCIONES ADICIONALES: VENEZUELA, estado Trujillo, distrito Boconó: Montañas de Misisí, 12 Km NW of Boconó, 2000-2400 m snm, X-1990, *L. Dorr & L. Barnett 7539* (NY, PORT); vía El Jarillo-Misisí-Trujillo, carretera El Jarillo-Boconó, 2150 m snm, 31-VIII-2013, *G. Morillo 14216* (MER).

3. *LACHNOSTOMA BRICENOI* MORILLO, SP.NOV. (FIGURA 2)

A new species of *Lachnostoma* somewhat similar to *L. montanum* (Morillo) Morillo and to *L. sanctae-martae* Morillo because of calyx lobes much shorter than corolla tube, but differing from *L. montanum* by inflorescence long pedunculate, longer calyx lobes, and larger corolla with much longer lobes (peduncle 0.8-10 mm long, calyx lobes 1.2-1.6 mm long and corolla lobes 4.3-4.5 mm long in *L. montanum*), and from *L. sanctae-martae* because of larger leaves, longer

peduncles, and longer calyx and corolla lobes (leaves 5-7.8 x 2.4-3 cm, peduncle less than 10 mm long, calyx lobes 1.9-2.1 cm long, and corolla lobes 4.4-4.5 mm long in *L. sanctae-martae*).

TIPO: VENEZUELA: estado Mérida: Valle de San Javier, terrenos de Fe y Alegría, selva nublada montano baja, escasamente alterada, 2350-2500 m snm, 6-V-2017, *G. Morillo 14600* (Holótipo MER).

Trepadora 4-10 m largo, moderadamente ramificada. Hojas decusadas, pecíolos 2-5 cm largo, láminas foliares ovado-oblongas, oblongo-elípticas o lanceoladas, largamente acuminadas, corta y angostamente cordadas, 8-14 x 3-6,5 cm, con 4 coléteres en la base. Inflorescencias cimas helicoidales sub-umbeliformes, 4-7 floras; pedúnculo + raquis 25-40 mm largo, brácteas ovadas, 2 mm largo, pedicelos 10-20 (-40) mm largo. Flores

ascendentes; lóbulos del cáliz castaños en la mitad apical, angostamente ovados, obtusos, 2,7-3 x 1,2 mm, con un coléter en cada axila; corola campanulada o anchamente subinfundibuliforme, 13-15 mm de diámetro, tubo ca.4,5 mm largo, en flor al natural 17-18 mm de diámetro, y tubo 5-5,2 mm largo, y lóbulos crema con retículo verde, 6,9-7,7 x 4,5-5 mm, angostamente ovados u oblongo-ovados, asimétricamente obtusos, con frecuencia marginalmente recurvados; porción visible de los segmentos de la corona curvado-bilobada, 1,7-1,8 mm largo, 2 mm ancho apical, con tricomas curvos en la base adaxial, lóbulos divergentes, 0,9- 1 mm largo; ginostegio 3,7-4 mm de diámetro, cabeza estilar blanca, levemente cóncava, anteras 1,7-1,8 mm ancho entre alas; polinios angostamente ovoideos y lateralmente comprimidos, 0,65 x 0,38 mm, caudículas cerca

FIGURA 2. *Lachnostoma bricenoi* Morillo. **A)** Vista lateral de una rama joven con hojas, en su ambiente natural. **B)** Vista lateral de una inflorescencia mostrando dípteros que visitan las flores. **C)** Vista frontal de una inflorescencia, mostrando corola, segmentos de la corona y cara dorsal del ginostegio. Escalas: A: 8 cm, B: 10 mm, C: 5 mm.

de 0,65 mm largo, retináculo anchamente sagitado, cóncavo-convexo, 0,65 x 0,32 mm. Folículos no vistos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: la especie se conoce de una sola localidad en el estado Mérida, en los Andes de Venezuela, por arriba de los 2400 m snm, en selva húmeda montano baja, la cual presente un estrato arbóreo emergente de al menos 30 m de alto, con alta diversidad de epífitas (Araceae, Bromeliaceae, Orchidaceae, entre otras) y trepadoras, un sotobosque constituido por representantes arbustivos de las Apocynaceae, Asteraceae, Gentianaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, y numerosos helechos, entre ellos representantes de las Cyatheaceae.

PARÁTIPO: VENEZUELA: Estado Mérida: Valle de San Javier, terrenos de Fe y Alegría, 2400 m snm, III-1987, *B. Briceño & G. Adamo 1838* (MER).

4. LACHNOSTOMA CAUCANUM MORILLO SP. NOV.

(FIGURA 3)

A new specie of *Lachnostoma* similar in flower size to *L. antioquense* (Morillo) Morillo and to *L. montanum* (Morillo) Morillo, differing from *L. antioquense* by shorter corolla tube and calyx lobes, and narrower gynostegium (corolla tube 3,5 mm long, calyx lobes 3-3.2 mm long, and gynostegium ca. 4.6 mm diam. in *L. antioquense*), and from *L. montanum* by leaf blades moderate-acuminate, inflorescence long pedunculate, and calyx lobes larger, as long as corolla tube (leaf blades long-acuminate, peduncle 4-10 mm long, and calyx lobes 1,2-1,5 mm long, much shorter than corolla tube in *L. montanum*).

TIPO: COLOMBIA: Departamento Valle del Cauca, municipio Cali, Km 18 de la vía Cali-Buenventura, Km 4 vía Dapa, 3°30´N. 76° 34´W., 1900

FIGURA 3. *Lachnostoma caucanum* Morillo. (J Giraldo-Gensini & Agredo, 648 MO).

msnm, 26-IV-1995, *J. Giraldo-Gensini & L. Agredo 648* (Holótipo MO, Isótipo TULV).

Trepadora de longitud desconocida. Hojas decusadas; pecíolos 1,6-2,3 cm largo, láminas foliares ovadas u ovado-elípticas, moderadamente acuminadas, base cortamente cordada, 6-7,2 x 3,6-5 cm, 6-7 pares de nervios secundarios, cerca de 4 coléteres en la base. Inflorescencias cimas racemiformes, a veces bifurcadas, 7-10-floras; pedúnculo + raquis 24-32 mm largo, brácteas lineares, 2-3 mm largo, pedicelos 16-20 mm largo. Lóbulos del cáliz angostamente ovados, agudos, 2,6-2,8 x 1,1-1,2 mm, con un coléter en cada axila; corola angostamente campanulada, 10-12 mm de diámetro, tubo 2,7-2,8 mm de largo, lóbulos patentes, angostamente ovados, 4,5-5 mm de largo x 2,9-3,1 mm de anchos, reticulados, obtuso-emarginados y con una concavidad en el tercio apical; porción visible de los segmentos de la corona glabra, bilobada, 1,6-1,8 de mm largo, lóbulos ascendentes, cerca de 0,5 de mm largo; ginostegio 3,6-3,7 mm de diámetro, cabeza estilar inclinada hacia el eje floral, anteras 1,7 de mm ancho entre las alas; polinios oblongoideo-piriformes, 0,8 x 0,4 mm, caudículas 0,3 de mm largo, retináculo sagitado, 0,5 x 0,28 mm. Folículos no vistos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: la especie se conoce de una sola localidad en el departamento del Valle del Cauca, en la Cordillera Occidental colombiana, a una altitud aproximada de 1900 msnm, en selva nublada montano baja.

5. *LACHNOSTOMA COSTANENSE* MORILLO, SP. NOV. (FIGURA 4)

A new species of *Lachnostoma*, morphologically similar to *L. tigrinum* Kunth, but differing by relatively longer calyx lobes, corolla with longer corolla tube and relatively shorter corolla lobes, and shorter obtuse corona lobes (calyx lobes 2-2.2 mm long, slightly shorter than corolla tube, corolla tube 3.3-3.5 mm long, corolla lobes ca. 5.3-5.7 mm long, and corona lobes acute, 1.4-1.6 mm long in *L. tigrinum*).

TIPO: VENEZUELA: Dpto. Federal: El Junquito, 2000 msnm, V-1961, *L. Aristeguieta 4635* (Holótipo VEN, Isótipo MO).

Trepadora hasta 10 m largo. Hojas decusadas, pecíolos 1,5-2,85 cm largo, láminas foliares ovadas, angostamente ovadas hasta elípticas, corta a largamente acuminadas, base anchamente redondeada en hojas jóvenes hasta corta y angostamente cordada en las maduras, 7-15 x 5-10 cm, con 4-5 coléteres en la base. Inflorescencias cimas racemiformes o más frecuentemente bifurcadas, 9-19-floras, cada rama con cimas helicoidales sub-umbeliformes; pedúnculo + raquis 28-55 mm de largo, brácteas lineares, 2-4 mm

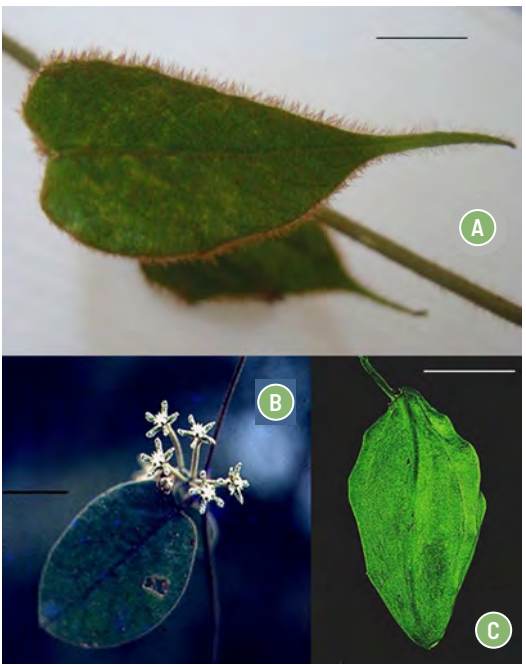


FIGURA 4. *Lachnostoma costanense* Morillo. **A)** Hoja joven con densa pubescencia ferrugínea. **B)** Inflorescencia. **C)** Folículo. Escalas A: 1 cm, B: 2 cm, C: 2 cm. Fotos A Gilberto Morillo, B Bruno manara, C. Alberto Alson.

largo, pedicelos 10-28 mm de largo. Flores ascendentes; lóbulos del cáliz oblongo-ovados, 4,1-5 x 1,2-1,4 mm, agudos, abaxialmente pubérulos, ciliados, con un coléter por axila, levemente más largos que el tubo corolino; corola angostamente campanulada o cortamente subhipocraterimorfa, 12-14 mm de diámetro, tubo blanco, 4-4,5 mm largo, aprox. 3,8-4 mm de diámetro en la garganta, lóbulos patentes, crema con retículo de nervios verdes, asimétricamente angosto-ovados, obtuso-emarginados en el ápice, 4,6-5,4 x 3-3,6 mm; porción visible de segmentos de la corona 2 mm largo, 1,5 mm ancho apical, con tricomas curvos en la base adaxial, lóbulos divergentes, 0,7-1 mm largo; ginostegio blanco, 3,8-4 mm de diámetro apical, cabeza estilar levemente cóncava, anteras cerca de 1,7 mm ancho entre alas; polinios asimétrica y angostamente piriformes, 0,8 x 0,45 mm, caudículas 0,3 mm largo, retináculo angosto-sagitado, aprox. 0,52 x 0,23 mm. Folículos fusiformes u ovado-oblongos, 5-alados, 10-13 cm de largo, 5,8-7 cm ancho, 5,8-6,5 cm de grosor, alas gruesas con dientes anchos y obtusos, superficie diminutamente pubescente; semillas no vistas.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: limitada a la selva húmeda y nublada montano-baja en la porción centro-norte de la Cordillera de La Costa, en Venezuela, entre los 1800 y 2200 msnm.

PARÁTIPOS: VENEZUELA: Edo. Aragua: Colonia Tovar, 1854-1855, *A. Fendler* 1050 (MO): Cloud forest of Colonia Tovar, V-1934, *H. Pittier 13509* (MO, VEN); Pico Codazzi, NO Colonia Tovar, 2000-2150 msnm, 3-XII-1977, *J. Steyermark, O. Huber & V. Carreño 115471* (VEN); Pozo de Rosas-El Jarillo, 1800 msnm, 26-XI-1978, *A. Alson 195* (VEN), 196 (VEN). Dpto. Federal-Edo. Aragua: Cordillera de La Costa, cerca de Colonia Tovar, 1700-2000 msnm, 1-IX-1973, *G. Morillo 3378* (VEN), 5 Km Oeste de El Junquito, 1800 msnm, V-1988, *G. Morillo & Kuijt 10445* (MER, VEN); 3 Km O of Colonia Tovar, 1800-1850 msnm, 29-III-1980, *J. Steyermark & R. Liesner 121990* (VEN). Dpto. Federal: Agua Negra, 8-V-1940, *F. Tamayo 1235* (VEN); El Junquito- Colonia Tovar, 2200 msnm, 3-XII-1977, *J. Steyermark 91726* (VEN): Cerro El Ávila, cerca del Hotel Humboldt, 23-IV-1978, *B. Manara s.n.* (VEN; Cerro El Ávila: vertiente sur, camino Hotel Humboldt-Pepelón, 1985 msnm, 7-V-1992, *W. Meier 2142* (VEN).

6. *LACHNOSTOMA ECUADORENSE* MORILLO, PITTIERIA 37: 154. 2013

TIPO: ECUADOR: Prov. Loja: carretera entre Yangana y Valladolid, 2050 msnm, 5-X-2002, *J. Homeier et al.* 1174 (Holótipo QCNE, Isótipo UBT).

Trepadora de longitud desconocida. Hojas decusadas, pecíolos 1,3-4 cm de largo, láminas foliares anchamente ovadas, angostamente obtusas y cortamente acuminadas, base ancha y cortamente cordada, 8-11 cm de largo x 4,8-7 cm de ancho, coléteres no vistos. Inflorescencias cimas sub-umbeliformes, 10-14-floras; pedúnculo más raquis 40-65 mm de largo, pedicelos 10-23 mm de largo. Flores ascendentes; lóbulos del cáliz oblongo-ovados, 2-2,5 x 1-1,5 mm, con un coléter en cada axila, un poco más cortos que el tubo corolino; corola cortamente hipocraterimorfa, 10-11 mm de diámetro, tubo 3,5-3,75 mm de largo y 3,6-3,7 mm de diámetro en la garganta, lóbulos patentes, con retículo de nervios verdes, ovados, obtuso-emarginados y levemente recurvados el ápice, 4-4,3 x 2,2-2,5 mm; porción visible de los segmentos de la corona 1,5-1,6 mm de largo, glabros, lóbulos ascendentes, agudos, aprox. 0,9-1 de mm largo; ginostegio cerca de 4 mm de diámetro apical, cabeza estilar levemente cóncava, anteras 1,9-2 mm ancho entre alas; polinios asimétrica y angostamente piriformes, aprox. 0,9 x 0,3 mm, caudículas 0,3-0,35 mm de largo, retináculo sagitado, aprox. 0,6 x 0,32 mm. Folículos desconocidos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: conocida sólo de la localidad tipo, en selva montana de Loja, al sur del Ecuador en altitud aproximada de 2000 msnm.

7. *LACHNOSTOMA HUILAENSE* MORILLO, PITTIERIA 36: 26. 2012

TIPO: COLOMBIA: departamento del Huila: La Plata, 2800 m, 28-III-1939, *K. von Sneidern 2534* (Holótipo S).

Trepadora de longitud desconocida. Hojas decusadas, pecíolos 1-1,6 cm de largo, láminas foliares angostamente ovadas hasta oblongo-ovadas, cortamente acuminadas, base angosta y cortamente cordada o subtrunca, 5,5-6,5 cm de largo x 2,5-3,6 cm de ancho; acumen 0,5-0,7 cm de largo, coléteres no vistos. Inflorescencias cimas sub-umbeliformes, 6-7-floras; pedúnculo + raquis 11-18 mm largo, pedicelos 8-13 mm largo. Flores ascendentes; lóbulos del cáliz angostamente ovado-triangulares, 2,2-2,5 x 1,5 mm, con un coléter en cada axila, más cortos que el tubo corolino; corola corta y anchamente campanulada,12,5-13,5 mm de diámetro, tubo aproximadamente de 3,2-3,3 mm largo y 6,2-6,5 mm de diámetro en la garganta, lóbulos patentes, con retículo de nervios verdes, anchamente ovado-triangulares a deltoideos, angostamente obtuso-emarginados en el ápice, 3,8-4,3 x 4,2-4,5 mm; porción visible de los segmentos de la corona bífidos, aprox. 1,5 mm largo, glabros, lóbulos ascendentes, obtusos, aprox. 0,4 mm largo; ginostegio cerca de 3,8 mm de diámetro apical, cabeza estilar levemente cóncava, anteras 1,45-1,5 mm ancho entre alas; polinios asimétrica y angostamente piriformes, aprox. 1 x 0,45-0,5 mm, caudículas 0,12-0,15 mm de largo, retináculo ovado-sagitado, aprox. 0,2 x 0,17 mm. Folículos desconocidos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: sólo de la localidad tipo, en selva montana del Huila, al suroeste de Colombia, a una altitud de 2800 msnm.

8. *LACHNOSTOMA MAGDALENICUM* (MORILLO) MORILLO, PHYTONEURON 22: 2. 2015. (COMO *L. MAGDALENICA* (MORILLO) MORILLO)

Matelea magdalenica Morillo, Ernstia 2 (1-2): 13. 1992.

TIPO: COLOMBIA: Dpto. Magdalena: Cordillera Oriental, Corregimiento de Manaure, 2000-2400 msnm, 7-III-1959, *R. Romero-Catañeda 7480* (Holótipo COL).

Trepadora de longitud desconocida. Hojas decusadas, pecíolos 1,6-2,2 cm de largo, láminas foliares ovadas, angostamente ovadas hasta anchamente ovadas, cortamente acuminadas, base ancha y cortamente cordada, 8-11,5 cm de largo x 5-6,4 cm de ancho, con 3-4 coléteres en la base. Inflorescencias cimas racemiformes, 9-18 floras, frecuentemente bifurcadas, cada rama con cimas helicoidales sub-umbeliformes; pedúnculo más raquis 28-35 mm largo, brácteas ovadas, 2-3 mm largo, pedicelos 8-12 mm de largo. Flores ascendentes; lóbulos del cáliz oblongo-ovados, 5,2-5,5 x 1,8-2 mm, aparentemente sin coléteres en las axilas, tan largos como o levemente más largos que el tubo corolino; corola cortamente subhipocraterimorfa, 16-20 mm de diámetro, tubo aproximadamente de 3 mm largo y 4 mm de diámetro en la garganta, lóbulos patentes, cremosos con retículo de nervios verdes y puntos morados, asimétricamente ovados u ovado-elípticos, obtuso-emarginados en el ápice, 7-8 x 4,7-6 mm; porción visible de los segmentos de la corona aprox. 3,5 mm largo, con tricomas en la base adaxial, lóbulos ascendentes 2-2,1 mm largo; ginostegio blanco, cerca de 5 mm de diámetro, cabeza estilar levemente cóncava, anteras 2-2,1 mm ancho entre alas; polinios asimétrica y angostamente piriformes, 1-1,1 x 0,45 mm, caudículas 0,4 mm largo, retináculo angosto-sagitado, 0,35-0,4 x 0,2-0,22 mm. Folículos desconocidos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: conocida sólo de la localidad tipo, en selva montana, en la

Sierra de Perijá, en la Cordillera Oriental, al norte de Colombia, por arriba de los 2000 m de altitud.

9. *LACHNOSTOMA MARGINATUM* (MORILLO) MORILLO, PITTIERIA 36: 27. 2012

Matelea marginata Morillo, Ernstia 29: 6. 1985. Tipo*:* PERÚ: Depto. Cajamarca: Hda. Taulis, 29-VIII-1964, *P. Hutchinson* & *P. von Bismark 6332* (Holótipo US, Isótipo K, MO, NY, U).

Trepadora de longitud desconocida. Hojas decusadas; pecíolos 1-2 cm de largo, láminas foliares angostamente elípticas o lanceolado-elípticas, 6,5-14 cm de largo x 2,3-6 cm de ancho, largamente acuminadas, redondeadas a obtusas en la base, 3-4 coléteres en la base. Inflorescencias cimas helicoidales 5-10-floras; pedúnculo 8-12 de mm largo, pedicelos 12-18 de mm largo. Flores ascendentes o patentes, lóbulos del cáliz oblongos u ovado-oblongos, 3,5-3,7 x 1,2-1,4 mm, un coléter en cada axila; corola angostamente hipocraterimorfa, tubo aproximadamente 6 mm largo y 3 mm de diámetro en la garganta, lóbulos verdes con margen amarillo opaco, angostamente ovados o triangular-ovados, agudos en el ápice, 7,5-8,5 x 2,8-3,5 mm, porción visible de los segmentos de la corona aprox. 2 mm largo, pubescentes en la base adaxial, lóbulos ascendentes 1,3-1,5 mm largo; ginostegio blanco, cerca 3,5 mm de diámetro, cabeza estilar levemente cóncava, anteras aproximadamente 1,55 mm ancho entre alas; polinios asimétrica y angostamente piriformes,1-1,1 x 0,5 mm, caudículas 0,25-0,3 mm de largo, retináculo angosto-sagitado, aprox. 0,4 x 0,2 mm. Folículos desconocidos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: conocida sólo de la localidad tipo, en selva montana, en Cajamarca, Perú, a una altitud aproximada de 1900 msnm.

10. *LACHNOSTOMA MONTANUM* (MORILLO) MORILLO, PHYTONEURON 22: 2. 2015. (COMO *L. MONTANA* (MORILLO) MORILLO)

Matelea montana Morillo, Ann. Jard. Bot. Madrid 47 (2): 356. 1989 (1990). Tipo*:* COLOMBIA: Depto. Magdalena: Munic. Sta. Marta; de Cerro Quemado a Cincinnati, 2600-1400 msnm, 2-IV-1959, *R. Romero-Castañeda 7827* (Holótipo COL).

Trepadora de longitud desconocida. Hojas decusadas; pecíolos 1,3-2,6 cm de largo, láminas foliares angostamente elípticas hasta anchamente ovado-elípticas, 8-13 cm de largo x 4,5-7,6 cm de ancho, largamente acuminadas, redondeadas a obtusas en la base, 3-4 coléteres en la base. Inflorescencias cimas helicoidales 7-9-floras, pedúnculo + raquis 6-11 mm de largo, pedicelos 10-15 de mm largo. Flores ascendentes o patentes, lóbulos del cáliz ovado-oblongos, 1,5-1,6 x 0,7-0,85 mm, con un coléter en algunas axilas; corola angostamente hipocraterimorfa, 10-11 mm de diámetro, tubo 2,5-2,8 mm de largo y 2,8-3 mm de diámetro en la garganta, lóbulos amarillos con retículo de nervios verdes, angostamente ovados, agudos en el ápice, patentes o recurvados, 4,3-4,5 x 2,7-2,8 mm; porción visible de los segmentos de la corona aprox. 1,5 mm largo, pubescentes en la base adaxial, lóbulos ascendentes, obtusos, 0,7-0,8 mm de largo; ginostegio blanco, 3,8-4 mm de diámetro apical, cabeza estilar levemente cóncava, anteras aprox. 1,55 de mm ancho entre alas; polinios asimétrica y angostamente piriformes, 0,8 x 0,38 mm, caudículas 0,25-0,3 mm de largo, retináculo angosto-sagitado, aproximadamente 0,36 x 0,22 mm. Folículos desconocidos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: Conocida sólo de la localidad tipo, en selva montana, situada en la Sierra de Sta. Marta, al norte de Colombia.

11. *LACHNOSTOMA SANCTAE-MARTAE* MORILLO, SP.NOV. (FIGURA 5)

A new specie of *Lachnostoma*, similar to *L. montanum* because of short peduncles and calyx lobes, differing by narrower leaf blades, and longer pedicels, calyx lobes, corolla tube and corona segments (leaf blades 8.5 x 4.3 to 13.5 x 7.8 cm, pedicells 10-15 mm long, calyx lobes 1.2-1.6 mm long, corolla tube 2.5-2.8 mm long, and corona segments ca. 1.5 mm long in *L. montanum*).

TIPO: COLOMBIA: departamento de Magdalena: Sta. Marta: Sierra del Líbano, 6000 ft. 21 Jan. 1898, *H.H. Smith 1903* (Holótipo NY, Isótipo MO, U)

Trepadora de longitud desconocida. Hojas decusadas, pecíolos 0,5-1,1 cm largo, láminas foliares ovadas, ovado-elípticas a oblongo-obovadas, cortamente acuminadas, base angostamente redondeada o levemente subcordada, 5-7,8 x 2,4-3 cm, con 4 coléteres en la base. Inflorescencias cimas racemiformes o más frecuentemente bifurcadas, 5-8 floras, cuando bifurcadas cada rama con inflorescencias parciales helicoidales sub-umbeliformes; pedúnculo + raquis 7-11 mm largo, brácteas lineares, 0,5-1 mm largo, pedicelos 17-28 mm largo. Flores ascendentes; lóbulos del cáliz angosto-ovados, 1,9-2,1 x 0,9-1 mm, agudos, abaxialmente pubérulos, ciliados, con un coléter por axila, alcanzando la mitad o menos de la mitad del largo del tubo corolino; corola subtubular o muy angostamente subhipocraterimorfa, 11-13 mm de diámetro, tubo 4,2-4,5 mm largo, aprox. 3-3,2 mm de diámetro en la garganta, lóbulos patentes, cremosos con retículo de nervios verdes, asimétricamente ovados, obtuso-emarginados en el ápice, 4,4-4,5 x 2,5-2,7

FIGURA 5. *Lachnostoma sanctae-martae* Morillo. (H. Smith, 1903 MO). **A)** Espécimen tipo en el herbario NY. **B)** Vista lateral de la flor. Escalas A: 5 cm, B: 2 mm (H. Smith 1903 en MO, NY, U).

mm; porción visible de segmentos de la corona 2-2,1 mm largo, cerca de 1,5 mm ancho apical, con algunos tricomas en la base adaxial, lóbulos divergentes, 1 mm de largo; ginostegio blanco, 3,7-3,8 mm de diámetro apical, cabeza estilar levemente cóncava, anteras cerca de 1,7 mm ancho entre alas; polinios asimétrica y angostamente piriformes, 1 x 0,45 mm, caudículas 0,3 mm de largo, retináculo angostamente sagitado, 0, 45 x 0,22 mm. Folículos no vistos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: restringida a la selva nublada montano-baja en la sierra del Líbano, Sta. Marta, noreste de Colombia.

12. *LACHNOSTOMA TIGRINUM* KUNTH IN BONPLAND, HUMBOLDT & KUNTH, NOV. GEN. SP. (QUARTO ED.) 3: 199-200, TAB. 232.1818 (PUBL. 1819)

TIPO: COLOMBIA: *prope* Santa Fe de Bogotá, 1400 hex, V-1801, *H. Humboldt & A. Bonpland s.n* (Holótipo P).

Trepadora de longitud desconocida. Hojas decusadas, pecíolos 0,5-1,1 cm de largo, láminas foliares oblongo-elípticas, cortamente acuminadas, base angostamente redondeada o levemente subcordada, 5-10 cm de largo x 1,2-5 cm de ancho, coléteres no vistos. Inflorescencias cimas helicoidales subumbeliformes, 9-15- floras; pedúnculo + raquis 15-55 mm largo, pedicelos 20-27 mm largo. Flores ascendentes; lóbulos del cáliz angosto-ovados, 2-2,2 x 0,9-1 mm, agudos, ciliados, con un coléter por axila, un poco más cortos que el tubo corolino; corola angosta y cortamente subhipocratrimorfa, 12-13 mm de diámetro, tubo 3,3-3,5 mm largo, y 3-3,2 mm de diámetro en la garganta, lóbulos patentes, cremosos con retículo de nervios verdes, asimétricamente ovado-oblongos, agudos en el ápice, 5,7-5,8 x 3-3,2 mm; porción visible de segmentos de la corona 2,3-2,7 mm largo, pubescentes en la base adaxial, lóbulos divergentes y ascendentes, agudos, 1,4-1,6 mm de largo; ginostegio 3,8-4 mm de diámetro apical, cabeza estilar levemente cóncava, anteras 1,9-2 mm de ancho entre las alas; polinios asimétricamente piriformes, aprox. 1 x 0,5 mm, caudículas 0,45 mm de largo, retináculo anchamente sagitado, 0,55 x 0,35 mm. Folículos no vistos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: conocida de la selva nublada montano-alta en la Cordillera Oriental de Colombia, por arriba de los 2000 m de altitud.

13. *LACHNOSTOMA URIBEI* (MORILLO) MORILLO, PHYTONEURON. 22: 2. 2015

Matelea uribei Morillo, Ann. Jard. Bot. Madrid 47: 358. 1989 (1990). Tipo: COLOMBIA: Depto. Boyacá: Cordillera Oriental, carretera de Duitama a Charalá, Hda. La Rusia, 2900 m, 12 X 1959, *L. Uribe 3407* (Holótipo COL, Isótipo US).

Trepadora de longitud desconocida. Hojas decusadas, pecíolos 1-1,5 cm de largo, láminas foliares angostamente ovadas u ovado-elípticas, cortamente acuminadas, base angostamente redondeada o levemente subcordada, 6-8 cm de largo x 2,8-4,4 cm de ancho, con 2 coléteres en la base. Inflorescencias cimas helicoidales subumbeliformes, 4- 5- floras; pedúnculo + raquis 25-50 mm largo, pedicelos 26-38 mm de largo. Flores ascendentes; lóbulos del cáliz anchamente oblongos u ovado-oblongos, 5,5-6 x 2,2-2,8 mm, obtusos, con un coléter en cada axila, un poco más cortos que el tubo corolino; corola campanulada, 26-34 mm de diámetro tubo blanco, 6,5-7 mm largo, aprox. 6-7,5 mm de diámetro en la garganta, lóbulos patentes, cremosos o sepia con retículo de nervios verdes, angostamente ovado-elípticos o angostamente obovado-elípticos, obtuso-emarginados en el ápice, 12-15 x 5,8-7,8 mm; porción visible de segmentos de la corona cerca de 4,5 mm largo y 6-7 mm ancho apical, lóbulos divergentes, obtusos, 3,1-3,7 mm de largo; ginostegio blanco, 6,5-7 mm de diámetro apical,

cabeza estilar levemente cóncava, anteras 2,5-2,7 mm ancho entre las alas; polinios asimétrica y angostamente piriformes, 1,1-1,2 x 0,6-0,7 mm, caudículas 0,5-0,6 mm de largo, retináculo sagitado, 0, 6-0,65 x 0,35-0,4 mm. Folículos no vistos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA: conocida solamente de la localidad tipo en los márgenes de la selva nublada montano alta, en el departamento de Boyacá, Colombia.

14. *LACHNOSTOMA VANDERWERFFII* MORILLO, PITTIERIA 37: 154-155. 2013

TIPO: ECUADOR: Carchí: near Maldonado, in pastures with scattered trees, along few wooded streams, 1400 m, 19-VII-1989, *H. van der Werff & E. Guidiño 1075* (Holótipo QCNE, Isótipo MO).

Trepadora; tallos 6 m de largo. Hojas decusadas, pecíolos 1-2 cm de largo, láminas foliares oblongo-elípticas o lanceoladas, cortamente acuminadas, base angostamente redondeada o levemente subcordada, 7-11 de largo x 2,8-4,8 cm de ancho, con 4 coléteres en la base. Inflorescencias cimas helicoidales subumbeliformes, 5-7 floras, pedúnculo + raquis 10-55 mm de largo, pedicelos 30-36 mm de largo. Flores ascendentes; lóbulos del cáliz anchamente oblongos, cerca de 3 x 1 mm, obtusos, con un coléter en cada axila, más cortos que el tubo corolino; corola campanulada, 13-13,5 mm de diámetro, tubo blanco, 5-5,2 mm de largo, aprox. 4-4,5 mm de diámetro en la garganta, lóbulos amarillos, con retículo de nervios escasamente diferenciado, angostamente ovados, adaxialmente cóncavos en el tercio apical, obtuso-emarginados en el ápice, 5,2-5,5 x 2,8-3 mm; porción visible de segmentos de la corona 2-2,5 mm de largo, lóbulos divergentes, obtusos, 1-1,2 mm de largo; ginostegio blanco, 4,8-5 mm de diámetro apical, cabeza estilar levemente cóncava, anteras 2,3-2,4 mm de ancho entre las alas; polinios asimétrica y angostamente piriformes, 1,1-1,15 x 0,48 mm, caudículas 0,35 mm de largo, retináculo sagitado, 0,65 x 0,35 mm. Folículos no vistos.

Distribución geográfica y ecológica: conocida solamente de la localidad tipo en los márgenes de la selva nublada montano-baja, en Carchí, al norte del Ecuador.

ESPECIE INCOMPLETAMENTE CONOCIDA

Lachnostoma pastasanum Diels, Biblioth. Bot. 29 (116): 127. 1937.

TIPO: ECUADOR: Prov. Tunguragua: Ost. Kordillera: Taldes Río Pastaza bei Rio Negro, 1250 msnm, 12-IX-1933, *Diels 948* (Holótipo B, aparentemente destruido).

La descripción original es incompleta e informa que la muestra tipo (aparentemente destruida en Berlín) no posee flores maduras, por tanto, las escasas dimensiones suministradas en la misma no son comparables con las conocidas para las especies arriba descritas.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento al personal administrativo e investigadores de todas las instituciones que muy amablemente facilitaron el estudio de los ejemplares de *Lachnostoma* y otros géneros de Gonolobinae empleados en la presente investigación. Un reconocimiento muy especial a los doctores Arne Anderberg y Jens Klackenberg, administradores del herbario (S) en el Swedich Museum of Natural History, Stockholm, Suecia, por suministrarme valiosa información y fotografías sobre ejemplares de Asclepiadoideae, y en particular de *Lachnostoma huilaense,* que fueron empleadas en la presente investigación. Igualmente al Padre Juan Isaguirre, Rector de Fe y Alegría en Mérida (Venezuela), por permitirme el acceso a los terrenos de dicha institución y el estudio de la población de *Lachnostoma bricenoi* que existe dentro de los predios de la misma.

Igualmente mi agradecimiento al Prof. Benito Briceño y a su familia por servirme de guía y por su persistente ayuda para encontrar y estudiar a la población de dicha especie en los terrenos antes citados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KUNTH, K. 1819. Apocynae Juss. In Bonpland, Humboldt & Kunth (eds.), Nova Genera et Species Pl 3: 188-233.

MORILLO, G. 1985. Especies y combinaciones nuevas en *Matelea* Aubl. *Ernstia* 29: 1-9.

MORILLO, G. 1988. Especies, Combinaciones y sinónimos nuevos en *Fischeria* DC., *Gonolobus* Michx. y *Matelea* Aubl., Comentarios sobre una especie interesante de *Gonolobus* Michx. y sus afines. *Ernstia* 50: 12-31.

MORILLO, G. 1990. Veinte Asclepiadaceae sudamericanas nuevas para la ciencia y una nueva combinación. An. J. Bot. Madrid 47(2): 349-359.

MORILLO, G. 1992. Quince Asclepiadaceae andinas nuevas para la ciencia de los géneros *Cynanchum* y *Matele*a. *Ernstia* 2(1-2): 3-16.

MORILLO, G. 2012. Aportes al conocimiento de las Gonolobinae (Apocynaceae-Asclepiadoideae). *Pittieria* 36: 13-57.

MORILLO, G. 2013a. Aportes al conocimiento de las Gonolobinae II (Asclepiadaceae, Asclepiadoideae). *Pittieria* 37: 115-154.

MORILLO, G. 2013b. Tres especies de *Phaeostemma* (Apocynaceae, Asclepiadoideae, Gonolobinae) nuevas para la ciencia. *Bonplandia* 22(2): 203-215.

MORILLO, G. 2015. Apocynaceae en Bernal, R., S. Garstein & M Celis (eds.). New Names and New Combinations for the Catalogue of the plants and lichens of Colombia. *Phytoneuron* 22: 2.

THIERS, B. 2015. Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual herbarium. Recuperado de http://sweetgum.nybg.org/ih/. (13 de octubre de 2020).

ISSN [e] 2244-8888

Pittieria
44
ENERO-DICIEMBRE 2020 *págs. 28-55*

IDENTIFICACIÓN DE MYRISTICACEAE DE LA CUENCA DEL RÍO NEGRO EN AUSENCIA DE FLORES Y FRUTOS

IDENTIFICATION OF MYRISTICACEAE FROM THE RIO NEGRO BASIN IN THE ABSENCE OF FLOWERS AND FRUITS

por

GERARDO A. AYMARD C.[1], FRANCISCO CASTRO-LIMA[2] y HENRY ARELLANO-P.[3]

1 UNELLEZ-Guanare, Programa de Ciencias del Agro y el Mar, Herbario Universitario (PORT), Mesa de Cavacas, estado Portuguesa 3351, Venezuela. cuyuni24@hotmail.com
2 Investigador Independiente, Mz A. Casa . 2. Vereda Vanguardia, Villavicencio, Meta, Colombia.
3 Nuevo Estándar Biotropical NEBIOT SAS, Bogotá, D. C., Colombia.

RECIBIDO: OCTUBRE 06 DE 2020 / **ACEPTADO:** NOVIEMBRE 04 DE 2020

RESUMEN

Se presentan cinco claves sin caracteres reproductivos para la identificación de los géneros (*Compsoneura, Iryanthera, Osteophloeum, Otoba* y *Virola*) y las especies de la familia Myristicaceae registradas para la cuenca del Río Negro (Brasil, Colombia, Guyana y Venezuela). Las claves se elaboraron con las características de las ramas, ramitas, el exudado y las hojas, información que fue se obtuvo a través del estudio de 510 árboles en el campo y de 1.300 especímenes de herbario. Se logró identificar 51 especies y se diferenciaron *Iryanthera hostmannii* de *I. paraensis*; *I. lancifolia* de *I. paradoxa* y *Virola albidiflora* de *Virola duckei*; taxones que por lo general requerían de caracteres reproductivos para su separación. La correcta identificación de las especies es un requisito indispensable en los resultados finales de las investigaciones del bosque tropical. Cada día se conoce más acerca de su complejo funcionamiento y de las ventajas de protegerlo, por lo que se requiere la más precisa información acerca de la composición florística para fortalecer los esfuerzos de su conservación y manejo.

PALABRAS CLAVE: Myristicaceae, cuenca, del Río Negro, Amazonía, claves, caracteres vegetativos.

ABSTRACT

Five keys without reproductive features are presented for the identification of the genera (*Compsoneura, Iryanthera, Osteophloeum, Otoba* and *Virola*) and species the family Myristicaceae registered for the Rio Negro basin (Brazil, Colombia, Guyana and Venezuela). Information was obtained from the study of 510 trees in the field and 1,300 herbarium specimens, with which keys were developed using characteristics of branches, twigs, exudate, and leaves. Fifty-one species were identified, even distinguishing *Iryanthera hostmannii* from *Iryanthera paraensis*, *Iryanthera lancifolia* from *Iryanthera paradoxa* and *Virola albidiflora* from *Virola duckei*; taxa that previously required reproductive features for their separation. The correct identification of species is an indispensable requirement in the final results of tropical forest research. Every day more information is available about its complex process, structure and floristic composition and the advantages of protecting it. Therefore, the most accurate information about their species composition is required to strengthen the efforts to conserve and manage it.

KEYWORDS: Myristicaceae, Rio Negro basin, Amazonia, keys, vegetative features.

"Del fuerte de San Carlos de Rio Negro hemos regresado á la Guayana por el Casiquiare, brazo caudaloso del Orinoco, que hace la comunicacion del último con el Rio Negro. La fuerza de la corriente, la inmensa cantidad de mosquitos y hormigas bravas y la falta de habitantes hace esta navegacion igualmente penosa y llena de peligros. Hemos subido el Orinoco hasta la Esmeralda ultimo establecimiento español al Este, circundado de indios bravos que se alimentan de la recina de Caraña, y situada en una hermosa sabana llena de piñas al pié del Cerro Duida".

(Extracto de la carta de A. von Humboldt a Don Manuel de Guevara Vasconcélos Capitán General de la Capitanía de Venezuela, 23, agosto 1800)

INTRODUCCIÓN

Los bosques de la cuenca amazónica presentan una gran cantidad de asociaciones vegetales, predominan los bosques de "terra firme", los mezclados con palmares, bambúes, lianas, y los bosques periódicamente inundables sobre aguas blancas, claras (Várzea) y negras conocidos como Igapó (Pires & Prance 1985; Prance 2001; Pitman et al. 2008; Milliken et al. 2011; Morley 2011). Un trabajo reciente, utilizando estimadores paramétricos y la base de datos de 1.951parcelas, estimó que cerca de 15.000 especies arbóreas se encuentran en la cuenca Amazónica (ter Steege et al. 2020). Este estudio también concluyó que, si se le aumenta en diez veces el número de parcelas, el valor de especies en la Amazonía se incrementaría ca. 51 % de las especies estimadas.

Cuantificar la diversidad vegetal en los bosques tropicales es un desafío extremadamente importante e interesante; actualmente varias iniciativas están tratando de hacer frente a este reto (e.g., The Global Biodiversity Information Facility (GBIF); www.gbif.org). Actualmente, el resultado de estas actividades que reunen grandes cantidades de información se encuentran disponibles en bases de datos públicas en internet, lo que se conoce como informática de la biodiversidad (Gadelha Jr. et al. 2020). Sin embargo, en mucho de los casos, estas bases de datos públicas presentan limitaciones a través de información insuficiente acerca de la ocurrencia de las especies (Feeley 2015) y numerosas incertidumbres taxonómicas (Dexter et al. 2010; Goodwin et al. 2015; ter Steege et al. 2019). Estudios recientes, revelan errores y omisiones de hasta 44% en la base de datos del GBIF (Zizka et al. 2020), a los cuales no se les da la importancia que merecen (Draper et al. 2020).

Desde el establecimiento de la primera parcela de estudio de bosques Neotropicales en Moraballi Creek, Guyana, por T.A.W. Davis en el año 1929 (Bulkan & Palme 2016), las actividades de identificación de árboles han estado vinculadas principalmente a los profesionales de las ciencias forestales. En un principio, muy pocas personas podían proveer el nombre científico de un árbol en el campo (Budowsky 1954), por lo que la recolección y el envío de muestras con flores, frutos o ambas a un herbario para su identificación, constituía el método más seguro. Posteriormente, esta actividad se complementaría consultando floras y manuales regionales y con la ayuda de los especialistas en las diferentes familias.

Con el paso de los años, más parcelas y estudios se establecieron en bosques de todos los países neotropicales (para una revisión véase Phillips & Miller 2002; Baker et al. 2020; Fores-

tPlots.net 2020). Entre los numerosos trabajos de campo se observó que las muestras botánicas en estado vegetativo eran las predominantes debido a los patrones irregulares de fenología de las especies tropicales (Newstrom et al. 1994), a veces con valores > 80% por cada 100 muestras (Aymard et al. 2009). Como consecuencia, obtener identificaciones con muestras con flores y/o frutos comenzó a ser sustituido por especímenes en estado vegetativo. Estas muestras botánicas también se asocian con información acerca de colores, olores (e.g., *Guarea guentheri* Harms (Meliaceae) es la única especie de este género que sus folíolos secos desprenden un fuerte olor a curry, *fide*: Pennington & Clarkson 2013), sabores, muestras de corteza y madera.

Por lo expuesto, obtener identificaciones confiables a través de muestras botánicas en estado vegetativo a nivel de familias, géneros, y algunas veces hasta especie (dependiendo de la experiencia del investigador) surgió como un nuevo desafío en los estudios del bosque tropical que utilizan las parcelas y transectos. Uno de los pioneros en esta nueva tendencia fue H. Jiménez Saa, quien señaló que los dendrólogos han desarrollado habilidades para identificar los árboles por medio de las características simples macroscópicas de los órganos vegetativos y la madera (Jiménez-Saa 1970). Dichas características permiten lograr, a veces, hasta la determinación de la familia o el género. Sin embargo, después de que una muestra vegetativa haya sido correctamente identificada a estos niveles y depositada en un herbario reconocido, es posible hacer determinaciones, por comparación, a nivel de especie (Jiménez-Saa 1970).

Otro recurso ampliamente utilizado en los inventarios forestales es el de la identificación de árboles a través de la experticia de campo de baque(i)anos (Colombia y Venezuela), "mateiros" (Brasil) o "woodsman" (Guyana). Estas personas utilizan las características de la forma del tronco, colores, olores, sabores, textura de la corteza, presencia de exudados y la asocian a los nombres comunes (Carrero-A. & Guevara-G. 2017). Este personal de apoyo también es conocido como parataxónomos, y la actividad que desarrollan han sido muy criticadas (Basset et al. 2004; Baraloto et al. 2007). En virtud que las identificaciones se basan en el concepto de morfoespecies propuesto por Cain (1954), el cual no considera el uso de la literatura especializada y los estándares taxonómicos (Krell 2004). Por lo general, durante los trabajos de campo con los parataxónomos, son pocos los especímenes botánicos herborizados para su comparación y estudio en los herbarios (Hadlich et al. 2018). Por otra parte, el margen de error es muy significativo cuando una especie posee varios nombres comunes según la región, el uso, la tradición e inclusive entre parataxónomos. Igualmente, el mismo nombre es utilizado en varias especies del mismo género, y a veces en taxones de diferentes géneros (Vásquez & Gentry 1987; Basset et al. 2004). No obstante, los parataxónomos académicamente entrenados y certificados por botánicos reconocidos, representan una excelente ayuda para mejorar el flujo de información entre la comunidad científica involucrada en los estudios de los bosques tropicales (Schmiedel et al. 2016; Daly 2020). Además, los nombres comunes son los que las comunidades indígenas y rurales conocen mejor, estos representan información invaluable porque sus orígenes han tenido una importante herencia étnica y folclórica por siglos (Carrero-A. & Guevara-G. 2017).

A finales de la década de los 70, A. Gentry comenzó un novedoso programa de estudiar e inventariar rápidamente los bosques tropicales a través de la instalación de transectos lineales de 0,1 hectárea, utilizando como medida inicial un diámetro (DAP) $\geq$ 2,5 cm (Gentry 1982).

Durante sus actividades de campo, observó la necesidad de obtener identificaciones rápidas y precisas a través de muestras vegetativas. Como consecuencia, se dedicó a formar botánicos generalistas sudamericanos capaces de identificar familias y géneros en campo y herbarios. Paralelamente, elaboró un magnífico libro para lograr determinaciones botánicas minuciosas (Gentry 1993, 1996). Posteriormente, combinó sus observaciones ecológicas *in situ* e identificaciones botánicas de 980 de sus transectos para describir patrones a gran escala acerca de la diversidad florística de los bosques del mundo (Gentry 1988; Phillips & Miller 2002; ForestPlots.net 2020). Seguidamente, nuevas experiencias para identificar plantas utilizando material vegetativo fueron organizadas, dando como resultado excelentes publicaciones (e.g., Ribeiro et al. 1999; Keller 2004).

En el presente estudio se presentan cinco claves para identificación de los cinco géneros y 51 especies de la familia Myristicaceae presentes en la cuenca del Río Negro (Brasil, Colombia, Guyana y Venezuela) en ausencia de flores y/o frutos. Las Myristicaceae, es un grupo de gran importancia en la composición florística, estructura y etnobotánica de los bosques de esta cuenca (Schultes 1969; Aymard et al. 2009; ter Steege et al. 2013). Asimismo, la familia representa un grupo taxonómico en el cual es posible hacer identificaciones confiables, utilizando especímenes en estado vegetativo e información de campo (Zárate-Gómez et al. 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la cuenca del Río Negro (nombre que toma este río en la confluencia del río Guianía y el Canal Casiquiare), región situada al norte/noroeste de la cuenca Amazónica. Sus límites son al norte el estado Amazonas (Venezuela), los departamentos de Guainía y Vaupés (Colombia) al noroeste, el estado Amazonas y la parte oeste del estado de Roraima en Brasil, y al este con el sector Central y sudoeste de Guyana (FIGURA 1). Este es el río de aguas negras más caudaloso del mundo (Marengo et al. 2012), el color es debido a la gran cantidad de ácidos húmicos y fúlvicos en suspensión, que se originan en hábitats propios de las arenas blancas, producto de la descomposición incompleta de la hojarasca (Sioli 1984). El río Negro tiene sus cabeceras en las fuentes del río Guainía (Colombia), y se comunica con la cuenca del río Orinoco a través del Canal Casiquiare (Stokes et al. 2018). El cauce del río Negro fluye en dirección sureste hasta su confluencia con el río Solimões (Amazonas) cerca de la ciudad de Manaus, capital del estado de Amazonas de Brasil; esta confluencia forma el cuerpo principal del río Amazonas.

La cuenca del Río Negro y sus principales afluentes (e.g., ríos Branco, Curicuriarí, Isana, Vaupés y Xié) ocupan una superficie de unos 751.652 km^2 y una longitud ca. 1.600 km (Arellano-P. et al. 2019). El clima de la región (principalmente la cuenca alta) es el más húmedo de la cuenca amazónica (Nobre et al. 2009; Marengo et al. 2013), con precipitaciones anuales entre los 2800-5100 mm. A pesar de la alta pluviosidad anual, el sector muestra una temporada de relativa sequía que va de octubre a marzo, sin embargo, en este período los valores de precipitaciones mensuales no son menores de 51 mm; este último factor genera una relativa sequía en la región (Andressen 2003).

La región del Río Negro posee un complejo sistema de ecosistemas, ríos, habitantes, idiomas y prácticas culturales, estas últimas con más de 2.000 años de tradición (Sarmento 2019). En general, este sector se caracteriza por elevaciones entre 51-251 m, sin embargo, en la cuenca se

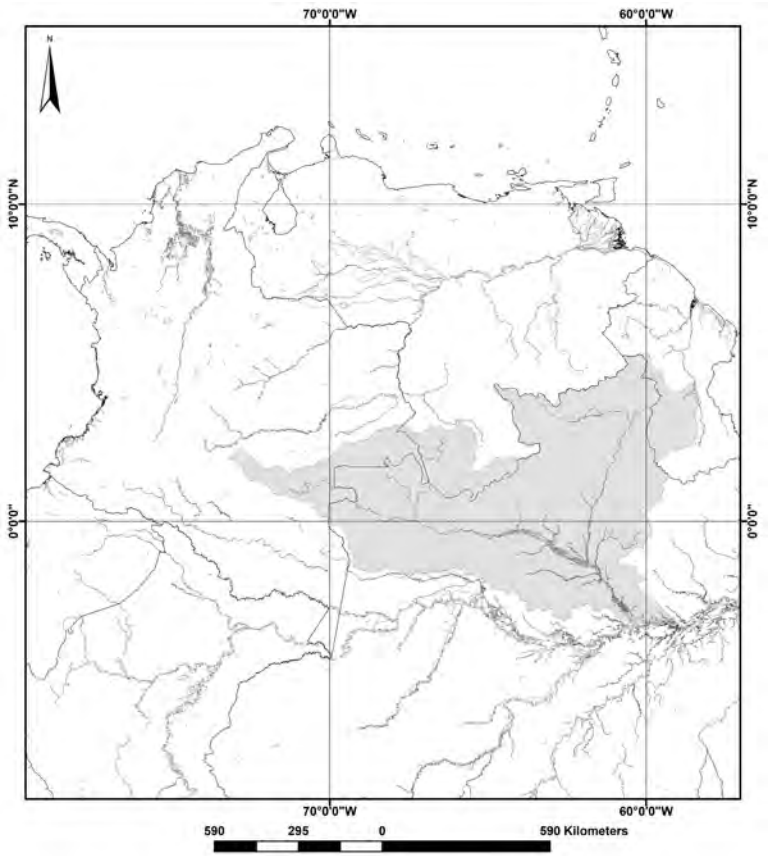


FIGURA 1. Mapa del área del estudio. La cuenca del Río Negro señalada en gris.

encuentran alturas de hasta 3.014 m en la Sierra de la Neblina; las dos vertientes de este sistema montañoso sirven de límites entre Brasil y Venezuela. La vegetación está compuesta por grandes superficies de bosques de "tierra firme", periódicamente inundables, y los bosques esclerófilos en suelos arenosos, ácidos, oligotróficos conocidos como "Caatinga Amazónica" (Colombia y Venezuela) o Campinarana (Brasil). También se encuentran en el área de estudio, grandes extensiones de arbustales (Banas en Colombia y Venezuela; Campinas bajas en Brasil; Varillales en Colombia) y extensas sabanas de arena blanca (Huber 1995a, b; Prance 2001).

FUENTES DE DATOS BIBLIOGRÁFICOS Y DE HERBARIOS

Se estudiaron 510 individuos en campo y 1.300 exssicata de la familia Myristicaceae, recolectados en la cuenca del Río Negro: Brasil (estados de Amazonas y Roraima), Colombia (departamentos del Guianía y Vaupés), la porción central y sudoeste de Guyana y el sector sur del estado Amazonas de Venezuela (FIGURA 1). Las muestras botánicas se encuentran depositados en los siguientes herbarios: COAH, COL, GH, MER, MO, MY, NY, PORT, US y VEN (para los acrónimos ver Thiers 2019 en adelante). Las especies fueron identificadas a través de comparaciones con

especímenes previamente identificados por especialistas de la flora de la cuenca amazónica, la información disponible en las diferentes páginas de internet: "Missouri Botanical Garden" (http://www.tropicos.org/), "Museum of Natural History of Chicago"(http://emuweb.fieldmuseum.org/botany/taxonomic.php), "Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia" (http://inct.florabrasil.net/en/) y "Museum of Natural History", Paris (http://www.mnhn.fr). Los tipos nomenclaturales fueron consultados a través de la base de datos "JSTOR Global Plants data base" (https://plants.jstor.org/). Para la elaboración de las claves se utilizaron referencias bibliográficas históricas y contemporáneas de la familia Myristicaceae (Warburg 1897; Ducke 1936; Smith & Wodehouse 1937; Rodrigues 1980, 1989; Ribeiero et al. 1999; Rodrigues et al. 2001; Janovec & Neill 2002; Jaramillo-V. & Balslev 2020).

La terminología morfológica de los caracteres vegetativos se basó en Font-Quer (2001) y Harris & Harris (2006). Los caracteres morfológicos utilizados se basaron en las hojas (tamaño, forma, consistencia, pubescencia de la lámina, tipo de tricomas, densidad de nervios secundarios por cm, forma de la base y el ápice, características del nervio medio y las venaciones secundarias y terciarias), el hábito, las ramitas, los pecíolos y el color del exudado.

Se presentan imágenes de 14 especies de los géneros *Compsoneura*, *Iryanthera* y *Virola* (FIGURAS 2 A LA 15) de las 51 especies registradas para la cuenca del Río Negro. Este material fotográfico pertenece al segundo autor, y representa parte de sus trabajos de campo en la Amazonía en las últimas tres décadas.

ASPECTOS GENERALES DE LA FAMILIA MYRISTICACEAE

La familia Myristicaceae pertenece a las Magnoliidae, orden Magnoliales (APG IV 2016), posee 21 géneros y ca. 510 especies de árboles, arbustos, menos frecuentes lianas (i.e. *Pycnanthus* Warb.) de amplia distribución pantropical (Kühn & Kubitzki 1993). La especie económica e históricamente más importante de la familia es *Myristica fragrans* Houtt, un árbol de mediana altura nativo de las Islas Banda al este de Indonesia, cuyas semillas y arilos son la fuente de la "Nuez moscada" y el "Macis", especias utilizadas desde ca. 3.510 años (Lape et al. 2018). En la región Neotropical, Myristicaceae está representada por seis géneros (*Bicuiba* W. J. de Wilde, *Compsoneura* (A. DC.) Warb., *Iryanthera* Warb., *Osteophloeum* Warb., *Otoba* (A. DC.) Karsten y *Virola* Aubl., que incluyen 102 especies (Ulloa Ulloa et al. 2018 en adelante).

La familia constituye un grupo taxonómico de gran importancia económica, ecológica y florística. Para la flora de la cuenca Amazónica, representa la séptima familia (entre las 16 más importantes) con 13 especies incluidas entre las 227 especies hiperdominantes de la Amazonía (ter Steege et al. 2013). En el Neotropico varias especies de Myristicaceae son utilizadas como maderables por la dureza de su madera (e.g. *Iryanthera lancifolia* Ducke, *Virola surinamensis* Warb.), en la elaboración de jabones (*Virola sebifera* Aubl.), velas, combustibles, también como alimento (*Iryanthera laevis* Markgr.), carnada para pescar (*Iryanthera paraensis* Huber), calafatear embarcaciones (e.g., exudado de *V. surinamensis* Warb.) y medicinales. El exudado de *Virola elongata* (Benth.) Warb. es utilizado para la tratar Leishmaniasis cutánea (Rodrigues et al. 2001). Sin embargo, entre los usos más notables destaca el manejo ancestral del exudado (resina o pasta) que se encuentra en la corteza interna y el floema de varias de sus especies (e.g., *Iryanthera macrophylla* (Benth.) Warb., *Virola calophylla* (Spruce) Warb., *V. elongata* (Benth.) Warb. *V. sebifera* Aubl.); con el cual se prepara

venenos para flechas y poderosos narcóticos con propiedades alucinógenas (Schultes 1954). Estas sustancias son utilizadas por los numerosos pueblos originarios de las cuencas del Amazonas y el Orinoco a través de la elaboración de rapés psicoactivos. En la región del alto Rio Negro se conocen con los nombres de "Paricá" y "Kawabó" (Pedro Maquirino, com. pers., San Carlos de Río Negro, Venezuela, 2010), los cuales son utilizados en danzas y ceremonias mágico-religiosas para curar fiebres y alejar los malos espíritus (Schultes 1969; Prance 1970; Rodrigues et al. 2001). Para la elaboración de estos rapés se utiliza solo la resina, o mezclan ésta con las cenizas de las hojas de *Theobroma subincanum* Mart. – Malvaceae, con las hojas secas de *Justicia pectoralis* Jacq. –Acanthaceae o *Nicotiana tabacum* L.– Solanaceae (Schultes & Raffauf 1990).

La identificación de Myristicaceae en el campo en ausencia de flores y/o frutos está definida por ser árboles medianos a grandes, a veces con raíces epigeas modificadas ("zancos") y por poseer un patrón de crecimiento particular para toda familia, representado por el modelo arquitectónico conocido como "Massart" (Hallé et al. 1978). Este patrón de arquitectura arbórea se caracteriza por el tallo monopódico y un crecimiento rítmico de las ramas laterales, las cuales se extienden (casi o completamente) horizontalmente (plagiotrópia). Las ramas de la parte inferior son más largas, las del medio se van acortando a medida que se acercan a la copa, observándose desde la distancia una forma semejante a una parabólica (información en detalle: Jiménez-Rojas et al. 2002). Este crecimiento confiere a los árboles gran habilidad para sobrevivir en las condiciones del bosque, especialmente durante los estados juveniles dentro del sotobosque (Jiménez-Rojas et al. 2002). Otros caracteres diagnósticos en ausencia de flores y/o frutos son: la exudación rojiza, amarillenta, anaranjada, ámbar (*Osteophloeum*), translúcida, astringente, a veces aromática, que emana de los individuos cuando se corta la corteza o quiebran las ramas; las hojas son simples, alternas, dísticas, enteras, sin estípulas; la pubescencia de los pecíolos, ramas, ramitas y lámina de las hojas está compuesta de tricomas estrellados, sésiles, subestipitados o estipitados, dendríticos, o 2-ramificados (malpigiáceos), persistentes o evanescentes (Wilson 2004; Sasaki 2009; Santamaría-Aguilar et al. 2019; Vásquez-Martínez & Soto-S. 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio en los herbarios mencionados permitió la identificación de cinco géneros (*Compsoneura*, *Iryanthera*, *Osteophloeum*, *Otoba* y *Virola*) y 51 especies que se encuentran en la cuenca del Río Negro. A través de las actividades en los herbarios se elaboraron una clave para la identificación de los cinco géneros, y cuatro claves para las especies. Las cuales se confeccionaron utilizando las características vegetativas de las ramas, ramitas, hojas y el exudado. Como complemento a las claves, se presenta un catálogo fotográfico de 14 de las especies estudiadas (FIGURAS 2 A LA 15) e información de la distribución geográfica de las 51 especies tratadas en este trabajo se encuentran en la TABLA 1.

En la clave del género *Iryanthera*, *I. paraensis* se diferenció de *I. hostmannii* por las hojas con la base obtusa hasta cuneada o atenuada y venas secundarias 17-30 (vs. base obtusa, redondeada o aguda y venas secundarias 10-20). *Iryanthera lancifolia* se separó de *I. paradoxa* por las hojas angostamente oblongas o elíptico-oblongas, la base obtusa o aguda, largamente acuminada en el ápice (acumen 15-20 mm de largo) y el pecíolo no alado (vs. hojas elípticas, elíptico-obovadas u obovado-oblongas, base aguda hasta subate-

FIGURA 2. Hojas de *Compsoneura debilis* (Spruce ex A. DC.) Warb. por la haz.

FIGURA 3. Hojas de *Compsoneura sprucei* (A. DC.) Warb., se observa la venación terciaria muy prominente, subparalela y perpendicular al nervio medio y a los secundarios.

FIGURA 4. Hojas de *Iryanthera juruensis* Warb. por la haz y el envés.

FIGURA 5. Corteza y hojas *Iryanthera laevis* Markgr. por la haz y el envés.

FIGURA 6. Hojas de *Iryanthera paraensis* Huber por la haz y el envés, se observa las venas secundarias profundamente impresas por la haz, conspicuamente anastomosándose en los márgenes.

FIGURA 7. Corteza y hojas *Iryanthera ulei* Warb. por la haz y el envés.

FIGURA 8. Hojas de *Virola calophylla* (Spruce) Warb. por la haz y el envés.

FIGURA 9. Hojas de *Virola elongata* (Benth.) Warb. por la haz y el envés.

FIGURA 10. Hojas de *Virola flexuosa* A. C. Sm. por la haz y el envés, se observan los nervios secundarios de 40-51.

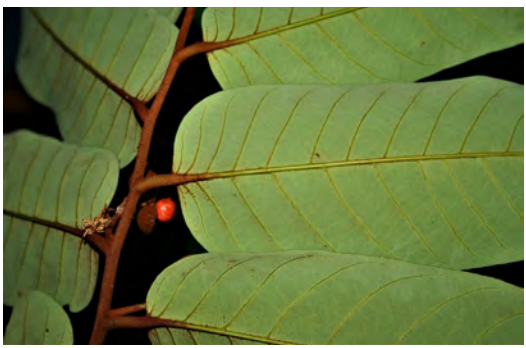


FIGURA 11. Hojas de *Virola marleneae* W.A. Rodrigues por la haz y el envés.

FIGURA 12. Hojas de *Virola parvifolia* Ducke por la haz y el envés.

FIGURA 13. Hojas de *Virola schultesii* A. C. Sm. por la haz y el envés, se observa la base de las hojas profundamente cordadas, las aurículas tocándose entre sí o superponiéndose.

nuada, cortamente acuminada en el ápice y el pecíolo alado). Sin embargo, Zárate-Gómez et al. (2019) no lograron diferenciar *Iryanthera hostmannii* de *Iryanthera paraensis*; o *Iryanthera lancifolia* de *Iryanthera paradoxa*, taxones que requieren características reproductivas para su separación. En otras contribuciones se han tratado *Virola carinata* como un sinónimo de *V. surinamensis* (Rodrigues et al. 2001), *V. calophylloidea* como un sinónimo de *V. calophylla* (Rodrigues 1980) y no se reconocía a *V. michelii* como una buena especie (Smith & Wodehouse 1937). No obstante, estas especies representan taxones diferentes, los cuales se separan sin problema en la clave de *Virola* presentada en este trabajo. Sin embargo, en esta contribución se reconoce que *V. albidiflora* y *V. duckei* representan especies difíciles de separar a través de caracteres vegetativos.

Solo tres especies (*Osteophloeum platyspermum*, *Virola calophylla* y *V. elongata*) de las 51 registradas, están presentes en todas las regiones geográficas de la cuenca del Río Negro (Brasil: Amazonas, Roraima; Colombia: Guainía, Vaupés; Guyana y Venezuela: Amazonas). Al presente, ninguna de las especies de Myristicaceae tratadas en el presente estudio es endémica de la cuenca del Río Negro. En el departamento del Vaupés se encuentran las dos especies del género *Otoba* (*O. glycyparpa* y *O. parvifolia*) registradas

FIGURA 14. Hojas de *Virola sebifera* Aubl. por la haz y el envés.

FIGURA 15. Hojas de *Virola surinamensis* Warb. por la haz y el envés.

al presente en el área del estudio; *Otoba* es un género predominante en bosques del piedemonte y los Andes (Jaramillo-Vivanco & Balslev 2020).

Por otra parte, tres especies de *Iryanthera* (*I. coriacea, I. olacoides*, *I. tessmannii*) y cuatro de *Virola* (*V. caducifolia, V. guggenheimii, V. mollissima, V. multicostata*) se encuentran solo en Brasil. Asimismo, *Iryanthera paradoxa* solo está en Venezuela, *I. polyneura* está solo en el departamento del Vaupés (Colombia) y *Compsoneura capitellata*, *C. schultesiana*, *I. sagotiana*, y *Virola loretensis* solo están en Colombia (Guainía y Vaupés). Las distribuciones geográficas mencionadas, representan un claro ejemplo del artefacto

TABLA 1. Distribución geográfica de las 51 especies de Myristicaceae presentes en la cuenca del Río Negro.

ESPECIE	BRASIL (Amazonas)	BRASIL (Roraima)	COLOMBIA (Guainía)	COLOMBIA (Vaupés)	GUYANA	VENEZUELA (Amazonas)
Compsoneura capitellata (A. DC.) Warb.			X	X		
Compsoneura debilis (Spruce ex A. DC.) Warb.	X		X	X	X	X
Compsoneura schultesiana W.A. Rodrigues			X	X		
Compsoneura sprucei (A. DC.) Warb.	X		X	X		X
Compsoneura ulei Warb.	X			X	X	
Iryanthera coriacea Ducke	X					
Iryanthera crassifolia A. C. Sm.	X		X	X		X
Iryanthera elliptica Ducke	X		X	X		X
Iryanthera hostmannii (Benth.) Warb.		X	X		X	X
Iryanthera juruensis Warb.	X		X	X		X
Iryanthera laevis Markgr.	X		X	X		X
Iryanthera lancifolia Ducke			X	X	X	X
Iryanthera longiflora Ducke				X		X
Iryanthera macrophylla (incl. *I. dialyandra*)	X	X		X	X	X
Iryanthera obovata Ducke	X			X		X
Iryanthera olacoides (A.C. Sm.) A. C. Sm.	X					
Iryanthera paradoxa (Schwacke) Warb.						X
Iryanthera paraensis Huber	X			X	X	X
Iryanthera polyneura Ducke				X		
Iryanthera sagotiana (Benth.) Warb.			X	X		
Iryanthera tessmannii Markgr.	X					
Iryanthera tricornis Ducke	X		X	X		X
Iryanthera ulei Warb.	X		X	X		X
Osteophloeum platyspermum (Spruce ex A. Dc.) Warb.	X		X	X		X
Otoba glycycarpa W. A. Rodrigues & T. S. Jaram.				X		
Otoba parvifolia (Markgr.) A. H. Gentry				X		
Virola albidiflora Ducke	X			X		
Virola caducifolia W. A. Rodrigues	X					
Virola calophylla (Spruce) Warb.	X	X	X	X	X	X
Virola calophylloidea Markgr.	X			X		
Virola carinata (Benth.) Warb.	X			X		X
Virola divergens Ducke	X	X		X		
Virola duckei A. C. Sm.	X			X		X
Virola elongata (Benth.) Warb.	X	X	X	X	X	X
Virola flexuosa A. C. Sm.	X		X	X		
Virola guggenheimii W.A. Rodrigues	X					
Virola loretensis A. C. Sm.			X	X		
Virola marleneae W.A. Rodrigues	X		X	X		
Virola michelii Heckel	X	X			X	X
Virola minutiflora Ducke	X					X
Virola mollisssima (A. C.) Warb.		X				
Virola multicostata Ducke	X					
Virola multinervia Ducke			X			X
Virola parvifolia Ducke	X		X	X		X

→

ESPECIE	BRASIL (Amazonas)	BRASIL (Roraima)	COLOMBIA (Guainía)	COLOMBIA (Vaupés)	GUYANA	VENEZUELA (Amazonas)
Virola pavonis (A. DC.) A. C. Sm.	X	X	X	X		X
Virola polyneura W.A. Rodrigues				X		
Virola rugulosa (Spruce) Warb.	X					X
Virola schultesii A. C. Sm.			X	X		X
Virola sebifera Aubl.	X		X	X		X
Virola surinamensis Warb.	X	X	X		X	X
Virola venosa (Benth.) Warb.	X		X			X

de colección y la baja intensidad de los muestreos y exploraciones botánicas en varias regiones de la cuenca amazónica (Nelson et al. 1999; Hopkins 2007; Arellano-P. et al. 2019). Esta variable, distorsiona en gran medida la distribución de las especies debido a que se ha demostrado que la densidad de colecciones es muy alta en pocas localidades (Schulman et al. 2007; Feeley 2015). Por lo general, estos lugares de alta densidad se encuentran cerca de las principales ciudades y pueblos de la cuenca (e.g., Barcelos, San Carlos de Rio Negro, São Gabriel de Cachoeira) y son muy bajas en las áreas más alejadas de los centros poblados (Hopkins 2019). Para la cuenca del Río Negro, Feeley (2015) determinó una media de 0.213 colecciones por km^2. Otro factor determinante en la distribución de las especies en la cuenca amazónica, lo representa los alto valores de deforestación y degradación de sus ecosistemas. Un estudio reciente en la Amazonía brasilera señaló que ningún espécimen botánico fue recolectado en aprox. 300.000 km^2 de bosques eliminados en las últimas tres décadas (Stropp et al. 2020).

CLAVE DE LOS GÉNEROS

1. Hojas con la venación terciaria muy prominente, subparalela y perpendicular al nervio medio y a los secundarios. .....*Compsoneura*
1. Hojas con la venación terciaria no prominente, a veces evanescente, reticulada 2
2(1). Exudado ámbar o amarillo; hojas no rugosas y brillantes en la haz, con tricomas estrellados en el envés, ápice redondeando, emarginado .....*Osteophloeum* (*O. platyspermum*)
2. Exudado rojo; hojas rugosas, muricadas y opacas en la haz, con tricomas estrellados, dendríticos (4-7-ramificados), o 2-ramificados (malpigiáceos) por el envés, ápice por lo general agudo 3
3(2). Hojas por el envés con tricomas dendríticos o estrellados .....*Virola*
3. Hojas por el envés con tricomas 2-ramificados (malpigiáceos), nunca dendríticos o estrellados 4
4(3). Hojas sin pseudovenas o líneas paralelas en el nervio medio; nervios secundarios impresos por la haz .....*Iryanthera*
4. Hojas con 2 a 4 pseudovenas o líneas paralelas en el nervio medio, más evidentes en el envés, nervios secundarios elevados por la haz..*Otoba*

CLAVE DE LAS ESPECIES DE *COMPSONEURA*

1. Hojas translúcidas 2
1. Hojas no translúcidas 3
2(1). Hojas papiráceas, ápice largo acuminado; pecíolo exalado .....*C. schultesiana*
2. Hojas cartáceas o subcoriáceas, ápice obtusamente cuspidado o corto acuminado; pecíolo alado .....*C. sprucei*

3(1). Hojas con los ápices redondeados, obtusos o agudos; pecíolo exalado .....*C. debilis*
3. Hojas con los ápices cuspidados o corto acuminados; pecíolo alado 4
4(3). Hojas papiráceas, 10-23 x 3-8 cm, base atenuada, decurrente en el pecíolo .....*C. ulei*
4. Hojas coriáceas o rígido-coriáceas, 10-20 (-35) x 2.5-9 (-12) cm, base aguda hasta atenuada, no decurrente .....*C. capitellata*

CLAVE DE LAS ESPECIES DE *IRYANTHERA*

1. Venas secundarias elevadas por la haz 2
1. Venas secundarias impresas o planas por la haz 3
2(1). Hojas elípticas u obovado-elípticas, 8-16 cm de largo, estrigosas en ambas superficies; tricomas y papilas esparcidas, base obtusa o aguda; venas secundarias 8-12 .....*I. tricornis*
2. Hojas oblongas u obovado-oblongas, 20-38 cm de largo, rugosas y uniformemente papilosas en ambas superficies, base subcordada u obtusa; venas secundarias 14-22 .....*I. macrophylla* (incl. *I. dialyandra*)
3(1). Hojas no rugosas y sin papilas por la haz 4
3. Hojas rugosas o conspicuamente papilosas en ambas superficies 6
4(3). Ramitas glabras, lenticeladas; venación tenue, casi imperceptible en ambas superficies .....*I. laevis*
4. Ramitas cinéreas, sin lenticelas; venación impresa por la haz, plana o elevada por el envés ...5
5(4). Hojas oblongas, 20-28 cm de largo, opacas por la haz, venas secundarias 28-32; conspicuamente anastomosándose en los márgenes; pecíolo alado, 2-4 mm de diámetro .....*I. polyneura*
5. Hojas elípticas u obovado-elípticas, 9-18 cm de largo, lustrosas por la haz, venas secundarias 8-12; venación inconspicuamente anastomosándose en los márgenes; pecíolo no alado, 1-1,5 cm de diámetro .....*I. sagotiana*
6(3). Venas secundarias superficialmente impresas o irregularmente elevadas por la haz; venación inconspicuamente anastomosándose en los márgenes 7
6. Venas secundarias profundamente impresas por la haz; venación conspicuamente anastomosándose en los márgenes 11
7(6). Hojas 3-4 cm de ancho, obovadas, raro obovado-elípticas, ápice redondeado u obtuso .....*I. obovata*
7. Hojas mayores de 5 cm de ancho, angostamente oblongas, elíptico-oblongas, elípticas, elíptico-obovadas u obovado-oblongas, ápice acuminado 8
8(7). Hojas angostamente oblongas o elíptico-oblongas, base obtusa o aguda, largamente acuminadas en el ápice (acumen 15-20 mm de largo); pecíolo exalado 9
8. Hojas elípticas, elíptico-obovadas u obovado-oblongas, base aguda hasta subatenuada, cortamente acuminadas en el ápice, pecíolo angostamente alado 10
9(8). Hojas lustrosas por la haz; nervio principal elevado por el envés; pecíolo 10-22 mm de largo .....*I. lancifolia*
9. Hojas opacas por la haz; nervio principal plano por el envés; pecíolo 5-10 mm de largo .....*I. tessmannii*
10(8). Ramitas glabras; hojas elíptico-obovadas u obovado-oblongas, coriáceas .....*I. juruensis*
10. Ramitas estrigosas; hojas elípticas, cartáceas .....*I. olacoides*
11(6). Hojas con la base obtusa hasta cuneada o atenuada; venas secundarias 17-30 12
11. Hojas con la base obtusa, redondeada o aguda; venas secundarias 10-20 13
12(11). Pecíolos 2-3 mm de diámetro; hojas cartáceas hasta delgadas coriáceas, ápice largamente acuminado (acumen 20-25 mm de largo) .....

.....*I. paraensis*
12. Pecíolos 3-6 mm de diámetro; hojas densamente coriáceas, ápice corto-acuminado .....
.....*I. crassifolia*
13(11). Hojas no rugosas y sin papilas por la haz, glandulosas por el envés; nervio medio acanalado por la haz; venación terciaria prominente, fuertemente impresa por la haz.....*I. paradoxa*
13. Hojas rugosas o papilosas por la haz; sin glándulas por el envés; nervio medio elevado por la haz, venación terciaria ligeramente impresa o evanescente por la haz 14
14(13). Pecíolos alados; nervio medio prominente en el envés 15
14. Pecíolos exalados; nervio medio impreso en el envés 17
15(14). Hojas densamente coriáceas, sin papilas, 12-20 cm de largo; base obtusa o redondeada, venas terciarias evidentes por el haz .....
.....*I. coriacea*
15. Hojas delgadas coriáceas; papilas en ambas superficies; 15-35 cm de largo, base aguda u obtusa; venas terciarias evanescentes por la haz 16
16(15). Hojas con los nervios medios ligeramente impresos por la haz; pecíolos 10-20 mm de largo, 2-4,5 mm de diámetro .....*I. longiflora*
16. Hojas con los nervios medios profundamente impresos por la haz; pecíolos 5-12 mm de largo, 1-2 mm de diámetro .....*I. ulei*
17(14). Hojas lustrosas por la haz; elíptico-oblongas, 5-10 cm de ancho; nervios secundarios elevados por el envés.....*I. hostmannii*
17. Hojas opacas por la haz, elípticas, elíptico-oblongas, 4-6 cm de ancho, nervios secundarios impresos por el envés .....*I. elliptica*

CLAVE DE LAS ESPECIES DE *OTOBA*

1. Hojas glaucas, glabrescentes por el envés; pecíolo alado .....*O. parvifolia*
1. Hojas ferruginosas, densamente pubescentes por el envés, pecíolo exalado .....*O. glycycarpa*

CLAVE DE LAS ESPECIES DE *VIROLA*

1. Hojas esparcidamente estrigosas hasta densamente tomentosas por el envés, tricomas persistentes, estipitados, irregularmente ramificados o estrellados, persistentes 2
1. Hojas esparcidamente pilosas, tomentulosas, puberulentas hasta glabrescentes por el envés, tricomas sésiles a veces subestipitados, irregularmente ramificados o estrellados, caducos en la madurez 13
2(1). Hojas densamente tomentosas por el envés, con pocas venas secundarias (1-2 por cm) .....
.....3
2. Hojas tomentosas o esparcidamente estrigosas por el envés, venas secundarias numerosas (2 o 4 o más por cm) 9
3(2). Hojas lanceolado-elípticas, oblongo-elípticas, elípticas, ovadas o deltoide-oblongas; pecíolos densamente tomentosos 4
3. Hojas oblongas u obovado-oblongas; pecíolos tomentosos, puberulentos o glabrecentes 6
4(3). Hojas caducifolias al principio de la floración, marrones por el envés; nervios secundarios 48-60(-69); pecíolos profundamente canaliculados .....*V. caducifolia*
4. Hojas perennes, glaucas por el envés; nervios secundarios 10-30; pecíolos planos o ligeramente acanalados 5
5(4). Ramitas con tricomas 1,5-4 mm de largo; hojas con el nervio medio plano o ligeramente elevado por la haz, nervios secundarios cubiertos con tricomas 2,5-4 mm de largo por el envés, venación broquidódroma; pecíolo 0,3- 1,2 cm de largo, planos .....*V. loretensis*
5. Ramitas con tricomas ca. 2 mm de largo; hojas con nervio medio fuertemente prominente por la haz, nervios secundarios cubiertos con trico-

mas 1-1,5 mm de largo por el envés, venación camptódroma; pecíolo 1-2,5 cm de largo, acanalado .....*V. sebifera*

6(3). Hojas 15-30 cm de largo, ápice subagudo u obtuso-cuspidado, nervio medio plano ligeramente acanalado por la haz, venas secundarias 25-35, base redondeada o subcordada; pecíolos profundamente acanalados 7

6. Hojas 18-51 cm de largo, ápice acuminado o cuspidado, nervio medio elevado por la haz, venas secundarias 15-30, base profundamente cordada hasta truncada; pecíolos planos o ligeramente acanalados 8

7(6). Pecíolos cubiertos por numerosos tricomas; venas secundarias fuertemente impresas por la haz .....*V. duckei*

7. Pecíolos glabrescentes o con pocos tricomas, venas secundarias ligeramente impresas por la haz .....*V. albidiflora*

8(6). Árboles de 20-25 m de altura, con diámetros mayores a 51 cm; ramitas y pecíolos cubiertos por tricomas no ferruginosos, 0,5-1 mm de largo; hojas oblongas, cubiertas con tricomas ca. 0,5 mm de largo por el envés .....*V. divergens*

8. Árboles de 5-12 m de altura, con diámetros no mayores a 35 cm; ramitas y pecíolos cubiertos por tricomas ferruginosos, 1-2 mm de largo; hojas obovado-oblongas, cubiertas con tricomas ca. 1-1,5 mm de largo por el envés .....*V. mollissima*

9(2). Hojas buladas por el envés, venas secundarias 23-27; venación terciaria inconspicua por el envés .....*V. rugulosa*

9. Hojas no buladas por el envés; venas secundarias más de 30; venación terciaria impresa por el envés 10

10(9). Hojas estrigosas por la haz; pecíolos 5-11 mm de largo .....*V. guggenheimii*

10. Hojas glabras por la haz, excepto en el nervio medio (pubescente); pecíolos10-25 mm de largo 11

11(10). Ramitas rufo tomentosas, hojas elípticas u obovado-elípticas, base cordada o truncada .....*V. polyneura*

11. Ramitas glabrescentes, hojas oblongas o elíptico-oblongas, base redondeada o subcordada 12

12(11). Hojas elíptico-oblongas, tricomas estipitados por el envés; nervios secundarios 40-60; pecíolo profundamente acanalado..*V. multinervia*

12. Hojas oblongas o elíptico-oblongas, tricomas sésiles por el envés; nervios secundarios 30-38; pecíolo plano o ligeramente acanalado .....*V. minutiflora*

13(1). Hojas papiráceas, ovado-lanceoladas, base profundamente cordada, aurículas tocándose entre sí o superponiéndose .....*V. schultesii*

13. Hojas cartáceas o coriáceas, elípticas, oblongo-elípticas, oblongas, obovadas, ovado-oblongas, obovado-elípticas, base aguda obtusa, redondeada, subcordada, sí cordada, las aurículas no se superponen 14

14(13). Hojas mayores de 10 cm de ancho 15

14. Hojas 2-8(-9,5) cm de ancho 18

15(14). Hojas sin puntos negros, con tricomas estrellados y dendríticos, estipitados por el envés 16

15. Hojas con puntos negros y solo con tricomas estrellados, sésiles por el envés 17

16(15). Hojas oblongo-ovadas o elípticas o deltoides-oblongas, uniformemente tomentosas por el envés, glabrescentes en la madurez, base cordada, truncada o anchamente obtusa; pecíolo 12-25 mm de largo .....*V. sebifera*

16. Hojas obovado-oblongas o elípticas, esparcidamente pilosas por el envés, base redondeada o atenuada; pecíolo 6-11 mm de largo .....*V. marleneae* (descrita como *V. marlenei*)

17(15). Ramitas densamente puberulentas, glabrescentes en la madurez; hojas coriáceas, oblongas, ovado-oblongas o elíptico-oblongas, 25-60 x 10-25 cm, base cordada o truncada; pe-

cíolos profundamente acanalados, 3-5 mm de diámetro .....*V. calophylla*
17. Ramitas tomentosas; hojas papiráceas o membranáceas, angostamente oblongas u oblongo-elípticas, 10-30 x 4-11 cm, base subcordada u obtusa, pecíolos discretamente acanalados o subteretes .....*V. elongata* (incl. *V. theiodora*)
18(14). Ramas flexuosas; base de la hoja cordada o truncada con protuberancias laterales similares a dientes en cada lado de la base 19
18. Ramas erectas; base de la hoja aguda, obtusa, atenuada, redondeada o subcordada, sin protuberancias laterales en cada lado de la base 20
19(18). Hojas angostamente oblongas, coriáceas, opacas por la haz, 10-25 cm de largo, puberulentas por el envés, nervios secundarios 16-30; pecíolos esparcidamente tomentosos o glabros .....*V. surinamensis*
19. Hojas oblongas o angostamente elípticas, papiráceas o sub-membranáceas, lustrosas por la haz, 5-11 cm de largo, tomentosas por el envés, nervios secundarios 40-51; pecíolos densamente tomentosos .....*V. flexuosa*
20(19). Hojas glabras en ambos lados, ápice redondeado u obtuso, emarginado, 12-16 nervios secundarios .....*V. parvifolia*
20. Hojas con pubescencia por el envés, a veces en ambos lados, ápice agudo o cuspidado, 12-60 nervios secundarios 21
21(20). Hojas con 40-60 nervios secundarios; tomentulosas por el envés .....*V. multicostata*
21. Hojas 12-30 nervios secundarios, esparcidamente pubérulas o glabras por el envés 22
22(21). Ramitas ferrugíneas tomentosas o puberulentas 23
22. Ramitas tomentosas, puberulentas hasta glabras, sin pubescencia ferruginosa 25
23(22). Arbusto o árbol pequeño de 4-6 m de altura, nervio medio plano por la haz; pecíolos ferrugíneos-tomentosos .....*V. marleneae*
23. Árbol de 14-25 m de altura, nervio medio subacanalado o elevado por la haz; pecíolos ferrugíneos-puberulentos o glabrescentes 24
24(23). Hojas esparcidamente puberulentas y sin puntos negros por el envés, base atenuada, aguda u obtusa, ápice subagudo, obtuso o redondeado, nervio medio subacanalado por la haz; pecíolos glabrescentes .....*V. pavonis*
24. Hojas densamente tomentulosas y con puntos negros por el envés, base cordada, redondeada o anchamente obtusa, ápice largamente acuminado, nervio medio elevado en la haz; pecíolos ferrugíneos puberulentos .....*V. calophylloidea*
25(22). Hojas elípticas, venación terciaria conspicuamente reticulada en ambas caras .....*V. venosa*
25. Hojas oblongas, obovado-oblongas, obovado-elípticas o angostamente elípticas, venación terciaria evanescente en ambas caras 26
26(25). Hojas coriáceas o rígidas coriáceas, base redondeada, obtusa o subaguda, tricomas estrellados por el envés 0,1-0,2 mm de diámetro, venas secundarias inconspicuas y apenas impresas por la haz .....*V. carinata*
26. Hojas cartáceas, base atenuada o aguda, tricomas 0,1 mm de diámetro, venas secundarias conspicuas y fuertemente impresas por la haz .....*V. michelii*

CONCLUSIONES

Como se demuestra en este trabajo, en determinados grupos taxonómicos es posible realizar determinaciones botánicas en los herbarios y en el campo, con muestras sin flores y/o frutos. Las iniciativas en elaborar claves de identificación sin caracteres reproductivos han sido utilizadas en varias floras y revisiones a nivel de género. Por ejemplo, para separan las especies de *Tovomita* Aubl. –Clusiaceae (Cuello 1998), *Piper* L.– Piperaceae (Steyermark & Callejas-Posada 2002), y los grandes grupos de especies de *Miconia* Ruiz

& Pav. –Melastomataceae (Berry 2001) para la "Flora of Venezuelan Guayana". Igualmente, para clasificar las especies sudamericanas de *Calophyllum* –Calophyllaceae (Vela-Díaz 2013) y las de *Iryanthera*– Myisticaceae presentes en la Amazonía peruana (Zárate et al. 2019).

La correcta identificación de las especies es la base primordial para estimar la biodiversidad en todos los grupos de organismos. Sin embargo, se ha observado que esta actividad posee a un margen de error importante. En lo referente a las plantas, la identificación requiere de experiencia taxonómica comprobada de los investigadores que las realizan. Igualmente, se necesita una eficiente gestión administrativa de las instituciones que manejan las colecciones en los museos de historia natural, que a su vez demanda una inversión constante y a largo plazo de recursos, personal capacitado, e infraestructura apropiada (Ritter et al. 2019). El problema de la identificación a nivel de especie se incrementa por la calidad de los registros taxonómicos en los herbarios regionales; instituciones que representan los recursos más importantes para obtener el nombre científico de cualquier especie (Funk 2018).

El proceso tradicional para identificar especímenes botánicos es a través de su comparación morfológica con los exssicata previamente identificados (en mucho de los casos por los especialistas), depositados en los herbarios. Sin embargo, en las parcelas y transectos pocas veces se preservan muestras de todos los individuos. Este mal hábito en el campo influye a que varias especies se consideren como un solo taxón. Como consecuencia, se pueden agrupar árboles de varias especies en un sólo concepto taxonómico, basado en un nombre común proporcionado por los baquianos y a través de una sola muestra de referencia. Este proceso conlleva a una mala taxonomía que desfigura la verdadera variación local a nivel de especies (Gomes et al. 2013). Además, los investigadores observan diferentes características y hacen identificaciones a veces incomparables entre sí, esto aunado a la poca supervisión curatorial. Incluso, reconocidos especialistas en grupo de plantas pueden diferir en sus conceptos taxonómicos. Se ha observado que duplicados de las mismas muestras tienen diferentes identificaciones en varios herbarios, esto equivale a más del 51% de incongruencia para el nombre de la especie (Goodwin et al. 2015). Para solventar esta problemática es necesario mejorar la calidad de los muestreos, los procesos de determinaciones de las especies, aumentar las colecciones, la comunicación entre herbarios, especialistas y buscar el apoyo de nuevas tecnologías.

Actualmente, las nuevas tecnologías prometen cambiar en gran medida la manera en que las especies pueden ser reconocidas. Los datos moleculares utilizando las diferentes secuencias del ADN están causando una revolución en la práctica taxonómica en las últimas tres décadas (Johnson et al. 2019). Las secuencias de ADN constituyen las bases filogenéticas para los conceptos de familias, géneros y especies basadas en su linaje (De Queiroz 2007; APG-IV 2016). Esta técnica utiliza muestras vegetativas frescas, o material de las colecciones de herbarios de hasta dos siglos de antigüedad (Hart et al. 2016). Aunque la delimitación y la identificación de plantas tropicales no se ha consolidado mediante el uso de las técnicas moleculares, al presente, ambas actividades se basan en los métodos que utilizan los insustituibles estudios morfológicos tradicionales a través de exsiccata de herbarios. Por otra parte, estas nuevas técnicas son difíciles de ponerlas en práctica (e.g. códigos de barra moleculares) por la extraordinaria cantidad de especies, estimada en 108.308 para el Neotropico (Raven et al. 2020), y ca. 53.000 especies de árbo-

les para los bosques tropicales (Slik et al. 2015). Información reciente revela que en los últimos 12 años se ha descrito una media de 749 nuevas especies de plantas por año, solo para la región Neotropical (Raven et al. 2020).

Otras técnicas y procedimientos son los espectros visibles e infrarrojos de los tejidos vegetales (Hadlich et al. 2018). Así mismo, la inteligencia artificial a través de los conceptos de las máquinas de aprendizajes (Weaver et al. 2020), los programas de los conocimientos profundos (e.g., redes neuronales convolucionales para clasificar imágenes), espectroscopia de imágenes, morfotipos y la taxonomía integrativa (para una revisión en detalle véase Draper et al. 2020). No obstante, es importante destacar, que todas estas técnicas están estrechamente conjugadas con las imprescindibles muestras botánicas (vegetativas o con flores/frutos).

La extraordinaria idea de escanear en el campo una muestra botánica con un dispositivo portátil y obtener instantáneamente una correcta identificación a nivel de especie, no ha pasado de ser un pensamiento vanguardista en las últimas dos décadas (Janzen 2004). Al presente, esto no es más que ciencia ficción, aunque los nuevos enfoques tecnológicos mencionados tienen un potencial muy significativo para revolucionar las técnicas de identificar especies, y la capacidad de cuantificar la diversidad vegetal en las próximas décadas.

La correcta identificación de las especies es un requisito indispensable en los resultados finales de las investigaciones del bosque tropical (Draper et al. 2020; Zizka et al. 2020), del que cada día se conoce más acerca de su biodiversidad, funcionamiento, estructura, composición florística y de las ventajas de protegerlo. Especialmente por ser fuente de agua, productos naturales, protectores de la biodiversidad, igualmente acumulan grandes reservorios de carbono ayudando a mantener la temperatura global, entre otras virtudes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Gustavo Romero-G. (AMES), Clemente Hernández P. (MER), Omar Carrero-Araque (MER) y Williams J. León-H. (MER) por las correcciones al manuscrito. A los directores y curadores de los herbarios COL, COAH, GH, MER, MO, MY, NY, PORT, US y VEN por permitir estudiar las colecciones de la familia Myristicaceae.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andressen, R. 2003. Circulación atmosférica y tipos de climas. In: Geovenezuela, (M. Aguilera, J. González & A. Azocar, eds.), pp. 239-321. Fundación Polar-FONACIT. Caracas, Venezuela.

Angiosperm Phylogeny Group [APG] IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.

Arellano-P., H., G. Bernal-Gutiérrez, A. Calero-Cayopare, F. Castro-L., A. Lozano, D. S. Bernal-Linares, C. Méndez-R. and G. A. Aymard C. 2019. The first botanical exploration to the upper Cuiarí (Cuyarí) and Isana rivers, upper Río Negro basin, Guainía department, Colombia. *Harvard Papers in Botany* 24(2): 83-102.

Aymard G., R. Schargel, P. E. Berry y B. Stergios. 2009. Estudio de los suelos y la vegetación (estructura, composición florística y diversidad) en bosques macrotérmicos no-inundables, estado Amazonas Venezuela (aprox. 01° 30' - 05° 55' N; 66° 00' - 67° 51' O). *BioLlania (Edic. Esp.)* 9: 6-251.

Baraloto, C., E. Ferreira, C. Rockwell & F. Walthier. 2007. Limitations and applications of parataxonomy for community forest management inSouthwestern Amazonia. *Ethnobotany Research and Applications* 5: 77-84.

Basset, Y, V. Novotny, S. E. Miller, G. D. Weiblen, O. Missa & A. J. A. Stewart. 2004. Conservation and biological monitoring of tropical forests: the role of parataxonomists. *Journal of Applied Ecology* 41: 163-174.

Baker, T. R., E. Vicuña-M., K. Banda-R., D. del Castillo Torres, W. Farfan-RÍos, I. T. Lawson, E. Loja Alemán, N. Pallqui Camacho, M. R. Silman, K. H. Roucoux, O. L. Phillips, E. N. Honorio Coronado, A. Monteagudo Mendoza & R. Rojas Gonzáles. 2020. From plots to policy: How to ensure long-term forest plot data supports environmental management in intact tropical forest landscapes. *Plants, People, Planet.*: 1-9. Doi: 10.1002/ppp3.10154.

Berry, P. E. 2001. *Miconia* (Melastomataceae). In: *Flora of the Venezuelan Guayana.* Vol. 6. pp. 387-517. (P. E. Berry, K. Yatskievych & B. K. Holst, eds). Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

Budowsky, G. 1954. La identificación en el campo de los árboles más importantes de la América Central. Tesis Magister Agrícola. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. 326 p.

Bulkan, J. & J. Palme. 2016. Global ecological signpost, local reality: The Moraballi Creek studies in Guyana and what happened afterwards. *Forests* 7: 317: doi:10.3390/f7120317.

Cain, A. J. 1954. Animal species and their evolution. Hutchinson's University Library. London. UK. 216 p.

Carrero-Araque, O. E. & J. R. Guevara-González. 2017. Trascendencia de los baquianos y su importancia en la construcción del conocimiento de la Orinoquía. *BioLlania (Edic. Esp.)*. 15: 440-451.

Cuello, N. 1998. *Tovomita* (Clusiaceae). In: *Flora of the Venezuelan Guayana.* Vol. 4. pp. 312-322. (P. E. Berry, K. Yatskievych & B. K. Holst, eds). Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

Daly, D. 2020. We have been in lockdown, but deforestation has not. Proceedings of the National Academy of Sciences. doi/10.1073/pnas.2018489117.

De Queiroz, K. 2007. Species concepts and species delimitation. *Systematic Biology* 56: 879-886.

Dexter, K.G., T. D. Pennington & C. W. Cunningham. 2010. Using DNA to assess errors in tropical tree identifications: How often are ecologists wrong and when does it matter? *Ecological Monographs* 80: 267-286.

Draper, F.C., T. R. Baker, C. Baraloto, J. Chave, F. Costa, R. E. Martin, R. T. Pennington, A. Vicentini & G. P. Asner. 2020. Quantifying tropical plant diversity requires an integrated technological approach. *Trends in Ecology & Evolution* https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.08.003

Ducke, A. 1936. Myristicaceae. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 26: 215- 221.

Feeley, K. 2015. Are we filling the data void? An assessment of the amount and extent of plant collection records and census data available for Tropical South America. *PLosOne* 10(4):e0125629. doi:10.1371/journal.pone.0125629

Font-Quer, P. 2001. Diccionario de Botánica. Ediciones Península, s.a., Peu de la Creu-40S00l-Barcelona. España, 642 p.

ForestPlots.net. 2020. Taking the Pulse of Earth's Tropical Forests using Networks of Highly Distributed Plots. *Biological Conservation*

Funk, V. A. 2018. Collections-based science in the 21st Century. *Journal of Systematics and Evolution* 56(3): 175-193.

Gadelha Jr., L. M. R., P. C. de Siracusa, E. C. Dalcin, L. A. E. da Silva, D. A. Augusto, E. Krempser, H. M. Affe, R. Lopes Costa, M. L. Mondelli, P. Milet-Meirelles, F. Thompson, M. Cham, A. Ziviani & M. Ferreira de Siqueira. 2020. A survey of biodiversity informatics: Concepts, practices, and challenges. *WIREs Data Mining Knowledge Discovery*: e1394. oi.org/10.1002/widm.1394.

Gentry, A. H. 1982. Patters of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15:1-84.

Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.

Gentry, A. H. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America. Conservation International, Washington, D.C. 435 p.

Gentry, A.H. 1996. A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with Supplementary Notes on herbaceous taxa. Chicago and London, The University of Chicago Press. 459 p.

Gomes, A. C. S., A. Andrade, J. S. Barreto-Silva, T. Brenes-Arguedas, D. C. López, C. C. Freitas, C. Lang, A. A. Oliveira A. J. Pérez, R. Perez, J B. Silva, A. M. F. Silveira, M. C. Vaz, J. Vendrami & A. Vicentini. 2013. Local plant species delimitation in a highly diverse Amazonian forest: do we all see the same species? *Journal of Vegetation Science* 24(1): 70-79.

Goodwin, Z.A., D. J. Harris, D. Filer, J. R. Wood & R. W. Scotland. 2015. Widespread mistaken identity in tropical plant collections. *Current Biology* 25(22): 1066-1067.

Hallé, F., R. A. A. Oldeman & P. B. Tomlinson. 1978. Tropical trees and forests: an architectural analysis. Springer, Berlin, Germany, 441 p.

Hadlich, H. L., F. Machado Durgante, J. dos Santos, N. Higuchi, J. Q. Chambers & A. Vicentini. 2018.Recognizing Amazonian tree species in the field using bark tissues spectra. *Forest Ecology and Management* 427: 296-304.

Harris, J. G. & M. W. Harris. 2006. Plant identification terminology: An illustrated glossary, Eleventh Printing. Spring Lake Publishing, Spring Lake, Utah, U.S.A. 178 p.

Hart, M. L., L. L. Forrest, J. A. Nicholls & C. A. Kidner. 2016. Retrieval of hundreds of nuclear loci from herbarium specimens. *Taxon* 65: 1081-1092.

Hopkins, M. J. G. 2007. Modelling the known and unknown plant biodidiversity of the Amazon Basin. *Journal of Biogeography* 34: 1400-1411.

Hopkins, M. J. G. 2019. Are we close to knowing the plant diversity of the Amazon? *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 91 (Suppl. 3): 1-7. Doi 10.1590/0001-3765201920190396

Huber, O. 1995a. Geographical and Physical Features. In: *Flora of the Venezuelan Guayana.* Vol. 1. pp. 1-61. (J. A. Steyermark, P. E. Berry, & B. K. Holst, eds). Missouri Botanical Garden, St. Louis, Timber Press, Portland, Oregon.

Huber, O. 1995b. Vegetation. In: *Flora of Venezuelan Guayana* Vol. I. pp. 97-160. (P. E. Berry, B. Holst & K. Yatskievych, eds). Timber Press, Portland, Oregon.

Janovec, J. P. & A. K. Neill. 2002. Studies of the Myristicaceae: An overview of the *Compsoneura atopa* complex, with descriptions of new species from Colombia. *Brittonia* 54(4): 251-261.

Janzen, D.H. 2004. Now is the time. Philosophical *Transactions of the Royal Society London Service. B: Biological Sciences* 359: 731-732.

Jaramillo-Vivanco, T. S. & H. Balslev. 2020. Revision of *Otoba* (Myristicaceae). *Phytotaxa* 441(2): 143-175.

Jiménez-Rojas, E. M.A., C. Londoño-Vega & H.F.M. Vester. 2002. Arquitectura de *Iryanthera tricornis, Osteophoeum platyspermum* y *Virola pavonis* (Myristicaceae). *Caldasia* 24(1): 65-94.

Jiménez-Saa. H. 1970. Los árboles más importantes de la serranía de San Lucas. Manual de identificación en el campo. Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables. Bogotá, Colombia. 240 p.

Johnson, M. G., L. Pokorny, S. Dodsworth, L. R. Botigué, R. S. Cowan, A. Devault, W. Eiserhardt, N. Epitawalage, F. Foest, J. T. Kim, J. H. Leebens-Marck, I. J. Leitch, O. Maurin, D. E. Soltis, P. S. Soltis, G. Wong, W. J. Baker & N. J. Wicket. 2019. A universal probe set for targeted sequencing of 353 nuclear genes from any flowering plant designed using k-medoids clustering. *Systematic Biology* 68: 594-606.

Keller, R. 2004. Identification of tropical woody plants in the absence of flowers (A field guide). 2 ed. Birkhäuser, Verlag, Basel, Switzerland, 294 p.

Krell, F. T. 2004. Parataxonomy vs. taxonomy in biodiversity studies – pitfalls and applicability of 'morphospecies' sorting. *Biodiversity and Conservation* 13: 795-812.

Kühn, U. & K. Kubitzki. 1993. Myristicaceae. In: The Families and Genera of Vascular Plants. *Vol. II: Dicotyledons*. pp. 457-517. (K. Kubiztki, J. G. Rohwer & V. Bittrich, eds.). Springer, Verlag, Berlin.

Lape, P., E. Peterson, D. Tanudirjo, C. C. Shiung, G. Ah Lee, J. Field & A. Coster. 2018. New Data from an Open Neolithic Site in Eastern Indonesia. Asian Perspectives 57(2): 222-243.

Marengo, J. A., J. Tomasella, W. R. Soares, L. M. Alves & C. A. Nobre. 2012. Extreme climatic events in the Amazon basin: Climatological and hydrological context of recent floods. *Theoretical and Applied Climatology* 107: 73-85.

Marengo, J. A., L. S. Borma, D. A. Rodríguez, P. Pinho, R. Wagner, W. R. Soares & L. M. Alves. 2013. Recent extremes of drought and flooding in Amazonia: vulnerabilities and human adaptation. *American Journal of Climate Change* 2: 87-96.

Milliken, W. D., D. Zappi, M. Sasaki, M. Hopkins & T. R. Pennington. 2011. Amazon vegetation: how much don't we know and how much does it matter? *Kew Bulletin* 65: 1-19.

Morley, R. J. 2011. Cretaceous and Tertiary climate change and the past distribution of megathermal rainforests. In: *Tropical Rainforest Responses to Climatic Change*. pp. 1-34. (M. B. Bush, J. R. Flenley & W. D. Gosling, eds.). 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin.

Nelson, W. B., C. A. C. Ferreira, M F. da Silva & M. L. Kawasaki. 1990. Endemism centres, refugia and botanical collection density in Brazilian Amazonia. *Nature* 345: 714-716.

Newstrom, L. E., G. W. Frankie & H. G. Baker. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2): 141-159.

Nobre, C. A., G. O. Obregón, J. S. Marengo, R. Fu & G. Poveda. 2009. Characteristics of amazonian climate: main features. *Amazonia and Global Change* (*Geophysical Monograph Series Book*) 186: 149-162.

Pennington, T. D. & J. J. Clarkson. 2013. A revision of *Guarea* (Meliaceae). *Edinburgh Journal of Botany* 70(2): 179-362.

Phillips, O. & J. S. Miller. 2002. Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest 980 transect data set. *Monographs in Systematic Botany* 89: 1-319. Missouri Botanical Press.

Pires, J. M. & G. T. Prance.1985. The vegetation types of the Brasilian Amazon. In: *Key Environments: Amazonia*. pp. 109-145. (G. T. Prance & T. E. Lovejoy, eds.), Pergamon Press, Oxford.

Pitman, N. C., H.Mogollón, N. Dávila, M. Ríos, R. García-Villacorta, J. E. Guevara, T. Baker, A. Monteagudo, O. Phillips, R. Vásquez-Martínez, M. Ahuite, M. Aulestia, D. Cárdenas-López, C. Cerón, P. A. Loizeau, D. Neill, P. Nuñez, W. Palacios, R. Spichiger &R. Valderrama. 2008. Tree community change across 700 km of lowland Amazonian forest from the Andean foothills to Brasil. *Biotropica* 40: 525-535.

Prance, G. T. 1970. Notes on the use of plant hallucinogens in Amazonian Brazil. *Economic Botany* 24(1): 62-68.

Prance, G. T. 2001. Amazon Ecosystems. In: *Encyclopedia of Biodiversity,* Vol. I: A-C. pp. 145-157. S. Asher-Levin (ed.). Academic Press, New York.

Ribeiro, J.E.L.S., M. J. G. Hopkins, A. Vicentini, C. A. Sothers, M. A. S. Costa, J. M. Brito, M. A. D. Souza, L. H. P. Martins, L. G. Lohmann, P. A. C. L. Assunção, E. C. Pereira, C. F. Silva, M. R. Mesquita & L. C. Procópio. 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA, Manaus. Brasil. 816 p.

Raven, P. H. R. E. Gereau, P. B. Phillipson, C. Chatelain, C. N. Jenkins & C. Ulloa Ulloa. 2020. The distribution of biodiversity richness in the tropics. *Science Reports* 6: 1-5. eabc6228.

Ritter, C. D., S. Faurby, D. J. Bennett, L. N. Naka, H. ter Steege, A. Zizka, Q. Haenel, R. H. Nilsson & A. Antonelli. 2019. The pitfalls of biodiversity proxies: differences in richness patterns of birds, trees and understudied diversity across Amazonia. *Scientific Reports* 9: 1-14. 19205. doi.org/10.1038/s41598-019-55490-3

Rodrigues, W.A. 1980. Revisão taxonômica das espécies de Virola Aublet (Myristicaceae) do Brasil. *Acta Amazonica* 10(1 supl.): 1-127.

Rodrigues, W.A. 1989. Two new neotropical species of *Compsoneura* (Myristicaceae). *Brittonia* 41: 160-163.

Rodrigues, W. A., G. A. Aymard & P. E. Berry. 2001. Myristicaceae. In: *Flora of the Venezuelan Guayana.* Vol. 6. pp. 734-751. (P. E. Berry, K. Yatskievych & B. K. Holst, eds). Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

Santamaría-Aguilar, D., R. Aguilar-Fernández & L. P. Lagomarsino. 2019. A taxonomic synopsis of *Virola* (Myristicaceae) in Mesoamerica, including six new species. *PhytoKeys* 134: 1-82.

Sarmento, F. 2019. O Alto Rio Negro indígena em mais de dois mil anos de história. *Revista Brasileira de Linguística Antropológica* 11(2): 41-72.

Sasaki, D. 2009 onwards. Neotropical Myristicaceae. In: *Neotropikey - Interactive key and information resources for flowering plants of the Neotropics.* W. Milliken, B. Klitgaard & A. Baracat (eds.) http://www.kew.org/science/tropamerica/neotropikey/families/Myristicaceae.htm. (consultado: 05 septiembre 2020)

Schmiedel, U., Y. Araya, M. I. Bortolotto, L. Boeckenhoff, W. Hallwachs, D. Janzen, S. S. Kolipaka, V. Novotny, M. Palm, M. Parfondry, A. Smanis & P. Toko. 2016. Contributions of paraecologists and parataxonomists to research, conservation, and social development. *Conservation Biology* 30: 516-519.

Schulman, L., T. Toivonen & K. Ruokolainen. 2007. Analysing botanical effort in Amazonia and correcting for it in species range estimation. *Journal of Biogeography* 34: 1388-1399.

Schultes, R. E. 1954. A new narcotic snuff from the northwest Amazon. *Botanical Museum Leaflets* 16: 241-260.

Schultes, R. E. 1969. *De plantas toxicariis e mundo novo tropicale commentationes* XVII: *Virola* as an orally administered hallucinogen. *Botanical Museum Leaflets* 22: 229-240.

Schultes, R. E. & R. F. Raffauf. 1990. The healing forest: medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia. Dioscorides Press, Portland, OR. 345 p.

Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluent: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: *The Amazon. Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River*. pp. 127-165. (H. Sioli, ed.). Dr. W. Junk, Dordrecht. Germany.

Slik, J. W. F. et al. (173 coautores). 2015. An estimate of the number of tropical tree species. Proceedings of the National Academy of Sciences 112 (24): 7472-7477.

Smith, A.C. & R. P. Wodehouse. 1937. The American species of Myristicaceae. *Brittonia* 2(5): 393-510.

Steyermark, J. A. & R. Callejas-Posada.2002. Piperaceae. In: *Flora of the Venezuelan Guayana.* Vol. 7. pp. 681-738. (P. E. Berry, K. Yatskievych & B. K. Holst, eds.). Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

Stokes, M. F., S. L. Goldberg & J. T. Perron. 2018. Ongoing river capture in the Amazon. *Geophysical Research Letters* 45: 5545–5552.

Ter Steege, H, H. P. I Prado, R. F. Lima, E. Pos, L. de Souza Coelho, D. de Andrade Lima Filho, R. P. Salomão, O. L. Phillips, G. A. Aymard et al. 2020. Biased-corrected richness estimates for the Amazonian tree flora. *Science Reports* 10: 10130. https://doi.org/10.1038/s41598-020-66686-3.

Ter Steege, H., S. Mota de Oliveira, N. C. A. Pitman, D. Sabatier, A. Antonelli, J. E. Guevara Andino, G. A. Aymard & R. P. Salomão. 2019. Towards a dynamic list of Amazonian tree species. *Scientific Reports* 9:3511 | https://doi.org/10.1038/s41598-019-40101-y.

Ter Steege, H, N. C. A. Pitman, D. Sabatier, C. Baraloto, R. P. Salomão, J. E. Guevara, O. L. Phillips, C. V. Castilho, W. E. Magnusson, J. F. Molino, G. A. Aymard et al. 2013. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science* 342(6156): 325-235.

Thiers, B. 2019. [continuously updated]) Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Available from: http://sweetgum.nybg.org/ih/ (consultado:06 septiembre 2020).

Stropp J., B. Umbelino, B. R. A. Correia, J. V. Campos-Silva, R. J. Ladle & A. C. M. Malhado. 2020. The ghosts of forests past and future: deforestation and botanical sampling in the Brazilian Amazon. *Ecography* 43: 1-11.

Ulloa Ulloa, C., P. Acevedo- Rodríguez, S. G. Beck, M. J. Belgrano, R. Bernal, P. E. Berry, L. Brako, M. Celis, G. Davidse, S. R. Gradstein, O. Hokche, B. León, S. León-Yánez, R. E. Magill, D. A. Neill, M. H. Nee, P. H. Raven, H. Stimmel, M. T.

Strong, J. L. Villaseñor Ríos, J. L. Zarucchi, F. O. Zuloaga &P. M. Jørgensen. (2018 Onwards]. An integrated Assessment of Vascular Plants Species of the Americas (Online Updates). http://tropicos.orgprojectwebportal.aspx?pagename=Home&projectid=83 (consultado:26 septiembre 2020)

Vásquez-Martínez, R. & A. Gentry. 1987. Limitaciones del uso de nombre vernaculares en los inventarios forestales de la Amazonia peruana. *Revista Forestal del Perú* 14(1): 1-11.

Vásquez-Martínez & Y. C. Soto-Shareva. 2019. *Virola pseudosebifera* (Myristicaceae), una nueva especie de la selva alta del Perú. Rev. *Q'EUÑA* 10 (1): 07-12.

Vela-Díaz, D. M. 2013. Multivariate analysis of morphological and anatomical characters of *Calophyllum* (Calophyllaceae) in South America. *Botanical Journal of the Linnean Society* 171(3): 587-626.

Warburg, O. 1897 Monographie der Myristicaceae. *Nova acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosirum* 68: 1-680.

Weaver, W. N., J. Ng, & R. G. Laport. 2020. LeafMachine: Using machine learning to automate leaf trait extraction from digitized herbarium specimens. *Applications in Plant Sciences* 8(6): e11367. doi:10.1002/aps3.11367

Wilson, T.K. 2004. Myristicaceae. In: *Flowering Plants of the Neotropics*. pp. 261-262. (N. Smith, S. A. Mori, A. Henderson, D. W. Stevenson & S.V. Heald, eds.). New York Botanical Garden & Princeton University Press, Princeton.

Zárate-Gómez, R., C. A. Reynel-Rodríguez, J. J. Palacios-Vega, M. Ríos-Paredes, M. A. Pérez-Romero &J. L. Cerón-Villanueva. 2019. Guía para la identificación de las especies de cumala colorada (*Iryanthera* Warb., Myristicaceae) de la Amazonía peruana. *Ciencia amazónica (Iquitos)* 7 (1): 1-19.

Zizka, A., F. Antunes Carvalho, A. Calvente, M. R. Baez-Lizarazo, A. Cabral, J. F. Ramos Coelho, M. Colli-Silva, M. Ramos Fantinati, M. Ferreira Fernandes, T. Ferreira-Araújo, F. G. L. Moreira, N. M. da Cunha Santos, T. A. Borges Santos, R. C. dos Santos-Costa, F.C. Serrano, A. P. Alves da Silva, A. de Souza Soares, P. G. Cavalcante de Souza, E. C. Tomaz, V. Fonseca Vale, T. L. Vieira & A. Antonelli. 2020. No one-size-fits-all solution to clean GBIF. *PeerJ* 8. e9916. doi.org/10.7717/peerj.9916.

ISSN [e] 2244-8888

Pittieria
44
ENERO-DICIEMBRE 2020 *págs. 56-74*

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MORFOMÉTRICA DEL POLEN DE *LATHYRUS MERIDENSIS* PITTIER

MORPHOMETRIC AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE POLLEN OF LATHYRUS MERIDENSIS PITTIER

por

BENITO BRICEÑO[1](†), FERNANDO GARCÍA[2] y GUILLERMO BIANCHI[3]

1 Laboratorio de Fitobiotecnología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida 5101. Venezuela.
benitobric@gmail.com
2 Departamento de Botánica y Ciencias Básicas. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida 5101, Venezuela.
fernandogarciasaab@gmail.com
3 Laboratorio de Ecología de Insectos. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida 5101, Venezuela.
gbianchi@ula.ve, gbianchip@gmail.com

RECIBIDO: AGOSTO 05 DE 2020 / **ACEPTADO:** DICIEMBRE 04 DE 2020

RESUMEN

Como un aporte al conocimiento de la flora palinológica de Venezuela, se describen las características morfológicas y morfométricas del polen de *Lathytus meridensis,* tanto del ejemplar tipo como de siete exsiccatas colectadas en los Andes de Mérida y Trujillo. Las muestras fueron examinadas utilizando microscopio óptico y microscopía electrónica de barrido, siguiendo la metodología estándar. Mediante un ACP se redujo la estructura de la matriz correlación de los caracteres palinológicos cuantitativos a tres componentes, que explican el 68,75% de la varianza total. Los granos de polen son trizonocolporados, prolados (50,44 ± 1,98 x 34,00 ± 1,45 µm, EP/EE= 1,49 ± 0,08), tamaño mediano a grande (42-55 µm), longitud del colpo (40,13 ± 2,57 µm), ancho del colpo (7,58 ± 1,01 µm), eje longitudinal del poro (6,39 ± 1,17 µm), eje transversal del poro (8,57 ± 1,02 µm). Estos atributos coinciden con los de los granos de polen Tipo *Lathyrus* de Turquía, pero a diferencia de éstos, el polen de *L. meridensis* es de mayor tamaño, presentar endoaberturas pequeñas, apocolpio subpsilado, ornamentación rugulada, con rúgulas bien definidas y prominentes en el mesocolporo. Los caracteres palinológicos cuantitativos de mayor interés diagnósticos son el alto y ancho del colpo, el eje longitudinal y transversal del poro y el ancho del mesocolporo. El espesor de la exina no proporciona información relevante para la caracterización morfométrica del polen Tipo *Lathyrus.* El único atributo de valor taxonómico que posee la exina es la ornamentación.

PALABRA CLAVE: *Notolathyrus,* Fabaceae, Leguminosae, páramo, Andes, Venezuela.

ABSTRACT

As a contribution to the knowledge of the palynological flora of Venezuela, the morphological and morphometric characteristics of *Lathytus meridensis* pollen are described, based on the type specimen and seven exsiccates collected in the Andes of Merida and Trujillo. These samples were examined using an optical microscope and scanning electron microscopy, following the standard methodology. An ACP reduced the structure of the matrix correlating quantitative palynological characteristics to three components, which accounted for 68.75% of the total variance. Pollen grains are 3-zonocolporate, prolate, medium to large-sized (42-55 µm), colpus length (40.13 ± 2.57 µm), colpus width (7.58 ± 1.58 01 µm), the longitudinal axis of the pore (6.39 ± 1.17 µm), cross-axis of the pore (8.57 ± 1.02 µm). These atributes coincide with pollen grains from the Turkish *Lathyrus* type, but *L. meridensis* pollen is larger, presenting small, endo-openings, subpsilated apocolpium, rough ornamentation, with well-defined and prominent rugulae in the mesocolpore. The quantitative palynological characteristics of greater diagnostic interest are the colpus length, colpus width, the longitudinal and cross-axis of the pore e, and the mesocolpore width. The exine thickness the does not provide relevant information for the morphometric characterization of *Lathyrus* type pollen. Ornamentation is the only taxonomically valuable attribute that the exina possesses.

KEY WORDS: *Notolathyrus*, Fabaceae, Leguminosae, páramo, Andes, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Lathyrus (Tourn.) L. es el género más grande e importante desde el punto de vista económico de la tribu Fabeae (Adans.) DC., grupo Fabaceae o Leguminosae subfamilia Faboideae (Gunn 1969) o Papilionoideae (Koenen *et al.* 2020). Este género generalmente se encuentra en regiones mesofíticas de bosques abiertos, orillas de bosques, márgenes de carreteras de litoral, montañas y son tolerantes a la sequía. Las especies, en general, son alimenticias, forrajeras, ornamentales, nitrificadoras y estabilizadoras de suelos, productoras de semillas importantes para la agricultura y modelo de organismo para investigaciones genéticas y ecológicas (Polhill 1981).

El género presenta un predominante modelo de distribución extra-tropical en los Hemisferios Norte, Sur, con 170-200 especies anuales o perennes (Lewis *et al.* 2005, ILDIS 2010) dispersas a través del Hemisferio Norte con centro primario de diversidad en la base Mediterránea temporalmente seca y la vecina región Oeste Irano-Turaniana. El centro secundario de diversidad son las regiones de Norte América y zonas templadas de Sur América (Bässler 1980, Kupicha 1983, Kenicer 2008). Unas pocas especies crecen también en el trópico y tierras a menudo montañosas del Este de África (Senn 1938, Davis 1988, Heywood 1978, Kenicer *et al.* 2005). Existen especies endémicas en todos los continentes excepto en Australia y la Antártida (Kupicha 1981). Britton & Brown (1913) informan alrededor de 110 especies de *Lathyrus* para América, muchas de ellas sinónimos (*Tropicos* 2019, *The Plant List* 2020), de las cuales 35 se notifican para Norte América, aproximadamente 25 especies para Argentina (Burkart 1952, Rossow 1982), 9 en Brasil (Martius 1862) y 3 en Perú (Macbride 1943). Burkart (1966) y Kupicha (1983) sugirieron que estas especies se dispersaron en la región desde Norte América vía los Andes a través del istmo de Panamá e incipiente orogenia Andina (Asmussen & Liston 1988, Burham & Graham 1999). Empero, Kenicer *et al.* (2005) propusieron que hubo una dispersión directa, desde Eurasia, muy probablemente como semillas flotantes en el mar o una posible dispersión de Eurasia a Norte América con la subsecuente dispersión a Sur América seguida por una extinción del linaje en Norte América, hipótesis difícil de comprobar por ausencia de *Lathyrus* fósiles en Norte América. Debido a estos probables orígenes Kupicha (1983) propone la sección *Notolathyrus* para Sur América.

En los páramos de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela crecen tres especies de *Lathyrus* hasta 4000 m snm (Sklenář *et al* 2005; Luteyn 1999). *Lathyrus meridensis* Pittier está referida a Colombia por García & Forero (1980) como planta bejucosa muy difusa. En Venezuela es considerada como especie en peligro de extinción, pues desde 1938 son escasas o inexistentes las colecciones (Llambie *et al.* 2014). Se ha colectado a 2450 m snm y en los páramos de Mérida y Trujillo entre 3000-3500 m snm (Briceño & Morillo 2002; Hockche *et al.* 2008).

Las especies americanas del género *Lathyrus* están agrupadas en la Sección *Notolathyrus* (Kupicha 1983, Kenicer *et al.* 2005) que presenta como atributos: folíolos estrechamente elipsoidales y venas paralelas; flores con estilos espatulados, hirsuto a lo largo del lado interno, estigmas divididos y semillas en los frutos semiseptados.

Con respecto a los granos de polen, Ferguson (1985) señala que la estratificación de la exina y estructura de las aperturas son caracteres muy importantes para separar categorías tribales y genéricas en las Fabaceae. Sin embargo, en el género *Lathyrus*, por ser un taxón euripalinológico, la mayoría de las especies presentan granos de polen con muchas variaciones morfológicas. En general, los granos de polen de la subfamilia Faboideae son: mónadas, isopolares,

radialmente simétricos, tricolpados o tricolporados, en algunas ocasiones colpados o porados; subesferoidales a prolatos y de tamaño mediano a grande. Ámbito triangular convexo hasta circular trilobado. Colpos largos, angostos con membranas abertural granulada, margen y costillas presente en algunos casos; endoabertura lalongada o lolongada de contorno circular a elípticas. Exina de espesor variable, tectada, semitectada o micro-reticulada (Jiménez 1996, Romero *et al.* 2007, El-Sayed *et al.* 2010).

Por otra parte, las observaciones con microscopio electrónico de barrido muestran que los caracteres palinológicos atribuidos a la subfamilia y los que tipifican al género *Lathyrus* son: granos prolatos a esferoidales, ámbito en vista polar circular o subcircular; colpos estrechos, margen psilado; sexina tectada, perforada, reticulada en el resto del grano, retículo heterobrochado (Forcone *et al.* 2006; Günes & Aytug 2010).

En este trabajo se describe el grano de polen de *L. meridensis* mediante la evaluación de las características morfológicas y morfométricas del mismo y se muestra la estructura de correlación existente entre los caracteres palinológicos cuantitativos como aporte al conocimiento de la flora palinológica y la sistemática de la subfamilia Papilionoideae en nuestro país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los granos de polen de flores de material seco de colecciones del Herbario Nacional de Venezuela de la Universidad Central de Venezuela, VEN, y del Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad de Los Andes, MER, las siglas de los herbarios según Thiers (2011), así como de material fresco colectados en diferentes zonas de los estados Mérida y Trujillo.

MATERIAL EXAMINADO

Se examinan granos de polen del ejemplar tipo y de siete exsiccatas de esta especie, depositadas en el Herbario Nacional de Venezuela y en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (CUADRO 1). Para la escritura correcta del nombre científico y sinonimia se tuvo en cuenta *Tropicos* (2019), IPNI Query (2019) y el Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela (Hockche *et al.* 2008).

Lathyrus meridensis Pittier. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. 4: 345-347. 1938.

TIPO: Venezuela: Mérida: Mucurubá, quebrada del pueblo en declives y pedregales muy pendientes, asoleados y secos, (floris), 2700-2800 m snm, 27/6/1930, W. Gehriger 264 (holotipo VEN).

Las muestras consistieron en granos de polen provenientes de botones florales cercanos a la antesis, de ramificaciones diferentes de un mismo espécimen, para evitar contaminación con polen de otras especies.

OBSERVACIÓN EN EL MICROSCOPIO ÓPTICO Y ELECTRÓNICO

Los granos de polen fueron tratados empleando el procedimiento de acetólisis de Erdtman (1986) sin modificaciones. Se montaron en gelatina glicerinada y se sellaron con parafina. De cada una de las tres láminas preparadas por colección, se procedió a observar diez granos de polen (30 por ejemplar) con un microscopio óptico (MO), modelo AXIOSKOP, original Carl Zeiss con cámara MOTICAM 480 en interface con una laptop HP. Las medidas cuantitativas de los caracteres palinológicos, expresadas en micrómetros, y las microfotografías se realizaron a 1000 aumentos.

En el CUADRO 2 se presentan los caracteres palinológicos evaluados en cada colección. Los intervalos del cociente eje polar / eje ecuatorial

CUADRO 1. Exsiccatas estudiadas depositadas en el Herbario Nacional de Venezuela (VEN) y en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (MER).

País, Estado, Municipio	Colector, Número de colección y Herbario	Lugar	Coordenadas	Altitud (msnm)	Fecha de colección
Venezuela, Mérida, No se indica localidad exacta	A, Jahn 1117 (VEN)	Chachopo, Páramo de Santo Domingo, flores (sin abrir).	—–	3000	14/9/1922
Venezuela, Mérida, Libertador	B. Trujillo. 7855 (VEN)	El Valle, cerca de la Ciudad de Mérida, sobre rocas.	—–	2450	30/8/1957
	B. Briceño, E. Bencomo & J. Briceño 5760 (MER)	Entre Hotel Valle Grande y la Culata margen izquierdo de la carretera hacia La Culata, sector La Vergara.	08° 48,95'N, 70° 44,01'O.	2395	15/7/2014
Venezuela, Mérida, Rangel	B. Briceño, E. Bencomo, F. García & J. Briceño 5717 (MER)	Páramo Gavidia, margen derecho de carretera en dirección hacia el Pueblo de Gavidia.	08° 40,860'N, 70° 56,915'O.	3287	30/7/2013
	B. Briceño, E. Bencomo & J. Briceño 5728 (MER)	Páramo Gavidia, en margen derecho e izquierdo de carretera en dirección hacia el Pueblo de Gavidia.	08° 41,574'N, 70° 56,330'O.	3277	22/8/2013
	B. Briceño, E. Bencomo, F. García & J. Briceño 5771 (MER)	Páramo Gavidia, márgenes de la carretera en dirección hacia el Pueblo de Gavidia.	08°41,574'N, 70° 56,330'O.	3254	13/8/2014
Venezuela, Trujillo, Urdaneta	B. Briceño, E. Bencomo, F. García & J. Briceño 5618 (MER)	Páramo La Reinosa, arriba Mesa de Esnujaque, camino a Laguna La Estrella, sector La Cerquita.	08° 59,086'N, 70° 41,288'O.	3199	28/7/2012

empleados para determinar la forma del grano de polen corresponden a los empleados por Mambrín *et al.* (2010).

Para realizar las observaciones con microscopio electrónico de barrido (MEB), los granos de polen no acetolizados se sumergieron en una mezcla de glutaraldehido al 2,5%, cuyo efecto fue amortiguado con cacodilato de sodio 0,1 mol/l y pH 6,3 por 24 horas a 4 °C, lavados con agua destilada y posteriormente con etanol absoluto, montados en una cinta doble adherente sobre un portamuestra y metalizados con oro/paladio en relación 9:1, hasta un espesor aproximado de 15 nm. (Ascensão *et al.* 2005). Las fotomicrografías fueron realizadas en un microscopio electrónico de barrido HITACHI S-50 a 20-25 kv, con la finalidad de estudiar los atributos cualitativos del polen como aberturas, estructuras y ornamentación de la exina y forma del grano de polen

Es conveniente destacar que las diferencias en el tratamiento del polen para las observaciones en entre ambos tipos de microscopios,

CUADRO 2. Caracteres palinológicos evaluados en cada colección.

Variables Cuantitativas (mm)	Abreviatura
Eje Polar	EP
Eje Ecuatorial	EE
Cociente entre eje polar y eje ecuatorial	EP/EE
Longitud de colpo	LC
Ancho de colpo	AC
Eje Longitudinal del Poro	ELP
Eje Transversal del Poro	ETP
Ancho del Mesocolporo	AMC:
Espesor de exina	Exina

Variable Cualitativa	Categorías	Rango (EP/EE)
Forma[1]	0: Subesferoidal: Prolato Esferoidal	[1,01-1,14]
	1: Subesferoidal: Subprolato	[1,15-1,33]
	2: Prolato	[1,34-2,00]

[1] Tomado de Mabrín et al. 2010

óptico y electrónico de barrido, hacen que las medidas obtenidas por estos métodos no sean comparables (Orsini *et al.* 2006). La terminología palinológica utilizada es la propuesta por Punt *et al.* (2007), complementada por Sáenz de Rivas (1978), Moore & Webb (1978) y Barth & Melhem (1988).

ANÁLISIS DE DATOS

Los caracteres palinológicos cuantitativos evaluados se describen a partir de la media aritmética, la desviación estándar y los valores mínimos y máximos estimados para cada una de las colecciones de *L. meridensis* estudiadas (Sokal & Rohlf 2012). Los cuartiles de los caracteres palinológicos de las colecciones estudiadas se representan mediante gráficos de caja y bigotes. Para reducir la dimensión de la matriz de correlación se utilizó un análisis de componentes principales (Pla 1986). Al realizar un ACP de forma exploratoria o descriptiva no se requiere que los datos sigan distribución normal; lo único necesario es que las variables sean cuantitativas y que las correlaciones subyacentes sean lineales (Balzarini *et al.* 2015). Sin embargo, la presencia de valores atípicos en los datos puede distorsionar la matriz de covariancias muestrales y conducir a conclusiones erradas (Sapra 2010, Bussi *et al.* 2014). Se muestra la varianza explicada por cada uno de los componentes principales, la estructura y la comunalidad de los tres componentes con mayor valor propio, así como la representación de los caracteres palinológicos y de individuos que representan a los granos de polen de las ocho colecciones examinadas en los planos factorial correspondiente a los componentes 1,2; 1,3 y 2,3. Los cálculos y gráficos fueron desarrollados con los paquetes FactoMineR, factoextra y ggplot2 de R-projects (Le *et al.* 2008, Wickham 2016, Kassambara & Mundt 2020, R Core Team 2020). Mediante el paquete MVN (Korkmaz *et al.* 2014) se efectuó la transformación de Box-Cox a los datos, se eliminaron valores atípicos y seleccionaron los atributos palinológicos cuantitativos

de mayor interés para futuros trabajos comparativos, que garanticen la normalidad multivariante. Para ello se corrieron los 64 modelos que se pueden construir con los 7, 6, 5 y 4 caracteres palinológicos disponibles y se escogieron los modelos que eliminan el menor número de valores anómalos y garantizan la normalidad multivariante, evaluada con los test de Mardia de asimetría y curtosis .

RESULTADOS

Las observaciones del material microfotográfico de las FIGURAS 1 Y 2 se articulan sobre ejemplares de cuatro colecciones, por presentar mejores atributos palinológicos.

OBSERVACIONES EFECTUADAS EN EL MICROSCOPIO ÓPTICO (MO)

Los granos de polen son mónadas, isopolares, radialmente simétricos, trizonocolporados, con extremos redondeados (FIGURA 1: A, D, G, J). Prolatos (50,44 x 34,00 µm, EP/EE=1,49), de tamaño mediano a grande (25-51 µm). Contorno en vista polar, subcircular a semiangular, trilobado – fosaberturado (FIGURA 1: B, E, H, K, CUADRO 3). Ectoaberturas-colpos en vista ecuatorial lineriformes, con engrosamientos a la altura de las endoaberturas formando costillas (FIGURA 1: D, I, J), bordes de los márgenes bien delimitados y constrictos ecuatorialmente (FIGURA 1G), con extremos agudos, abiertos hacia el lado apocolpial. Endoaberturas-poros lalongados, de contornos circular (7 µm de

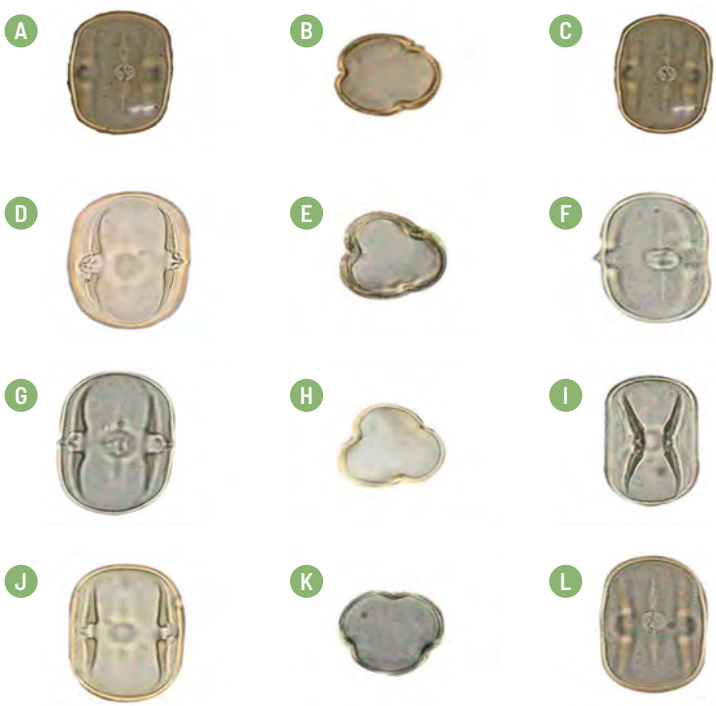


FIGURA 1. **A–L.** Polen de *Lathyrus meridensis*. **A.** Vista ecuatorial, alto foco; **B.** Vista polar, corte óptico; **C.** Endoabertura de contorno circular (de W. Gehriger 264); **D.** Vista ecuatorial, alto foco; **E.** Vista polar, contorno subcircular; **F.** Endoabertura de contorno elíptico (de B. Trujillo7855); **G.** Vista general del grano; **H.** Vista polar, espesor de exina; **I.** Colporos, la flecha señala la costilla (de B. Briceño et al. 5618); **J.** Vista ecuatorial, alto foco; **K.** Vista polar, corte óptico; **L.** Contorno circular de la endoabertura (de B. Briceño et al. 5771) Barra = 10 µm x 1,58 (factor de conversión, cámara – MO), para todas las fotos. Granos acetolizados.

diámetro) o elíptico (8,57 ± 1,02 µm de ancho por 6,39 ± 1,17 µm de longitud). Mesocolporo 17,22 ± 1,46 µm. Exina tectada, suprarúgula-faveolada hasta suprarúgula-fosulada en vista ecuatorial, 1,08 ± 0,25 µm de espesor, del mismo grosor en todo el mesocolporo. Sexina y nexina ligeramente iguales en grosor, ambas espesándose en la región oral, la primera hacia afuera y la segunda hacia adentro del grano (FIGURA 1B).

En la FIGURA 3 se representa mediante gráficos de caja y bigotes los valores correspondientes a los caracteres palinológicos cuantitativos evaluados, para cada colección examinada. Adicionalmente a los cuartiles correspondientes, se observa una gran cantidad valores atípicos (*outlier*), en las variables eje polar, eje ecuatorial, cociente entre eje polar y eje ecuatorial, en el largo del colpo y ancho del mesocolporo.

Asimismo, el gráfico correspondiente al espesor de la exina muestra un comportamiento atípico, donde los valores de cinco de las ocho colecciones se comportan como una constante (variable aleatoria degenerada) y los valores correspondientes a las restantes colecciones presentan una marcada asimetría positiva. Esto se debe en parte a la dificultad inherente a la medida debido a que el espesor de la exina es relativamente pequeño y es muy variable en el grano de polen.

OBSERVACIONES EFECTUADAS EN EL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (MEB)

Tectum ondulado, bien diferenciado, con perforaciones faveoladas hasta fosuladas, dispuestas más o menos en forma irregular (FIGURA 2: C, L); columela simple, con elementos uniformemente distribuidos. Superficie supratectal con ornamentación subpsilada hacia el área del apocolpio (FIGURA 2: B, E, H), rugulada en el resto del grano. Ectoaberturas-colpos con márgenes y membranas con gránulos los cuales, en algunas ocasiones, están parcialmente fusionados e interrumpidos por cortos puentes de sexina (FIGURA. 2I). Rúgulas bien definidas (FIGURA. 2C), prominentes en el mesocolporo y difusas en el área apolcopial; muri de paredes lisas, bordes planos, hasta 0,65 µm de ancho, con perforaciones en las bases y bordes; las rugas en los márgenes de las aberturas aumentan de tamaño y abruptamente son más anchas formando arcos (FIGURA. 2: G, I).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

La matriz de coeficientes de correlación lineal de Pearson de los caracteres palinológicos cuantitativos evaluados, se muestra en el CUADRO 4. En ella se observa dos grupos de variables con una correlación significativa. El primer grupo está conformado por el largo del colpo, el eje polar, el eje ecuatorial y evidentemente el coeficiente entre el eje polar y el eje ecuatorial, que surge como una combinación lineal entre estas dos variables. En el segundo grupo se encuentra el ancho del colpo, eje longitudinal del poro, eje transversal del poro, ancho del mesocolporo y el espesor de la exina. Existe una correlación lineal altamente significativa, r=0,998, entre el ancho del colpo y el eje longitudinal del poro.

El análisis de componentes principales, en donde se excluyen a priori el coeficiente entre el eje polar y el eje ecuatorial, por ser una combinación lineal, así como el espesor de la exina por la gran asimetría y la imprecisión en la medida que presenta esta variable, permite reducir la estructura de la matriz de correlación a tan solo tres componentes principales, vectores propios cuyos valores propios estandarizados son mayores a la unidad (CUADRO 5). En conjunto recogen el 68,75% de la varianza total.

El primer componente principal surge como una combinación lineal, donde el mayor peso lo tienen las variables ancho del colpo, eje lon-

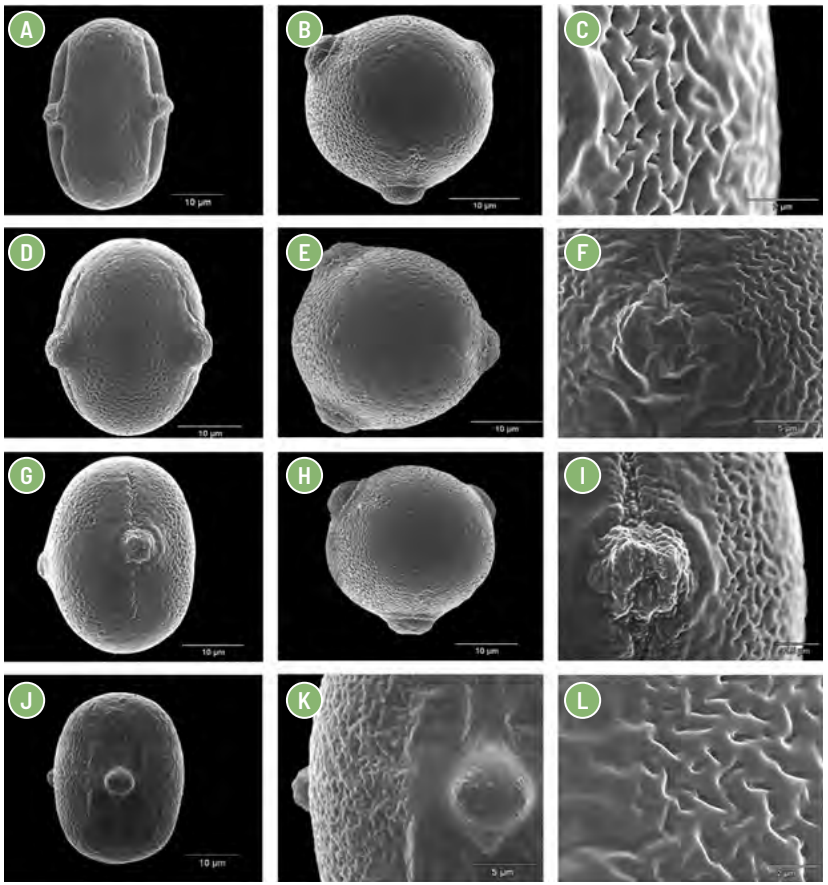


FIGURA 2. **A-L.** Polen de *Lathyrus meridensis*. **A.** Vista ecuatorial, colporos; **B.** Vista polar, apocolpio; **C.** Rúgulas con perforaciones faveoladas (de W. Gehriger 264). **D.** Vista ecuatorial, mesocolporo; **E.** Vista polar; **F.** Endoabertura circular (de B. Trujillo 7855); **G.** Vista ecuatorial; **H.** Vista polar; **I.** Rúgulas formando arcos (de B. Briceño et al. 5618); **J.** Vista ecuatorial; **K.** Endoabertura elíptica; **L.** Rúgulas con perforaciones fosuladas (de B. Briceño et al. 5771). Grano no acetolizados.

gitudinal del poro y eje transversal del poro. Su estructura se puede interpretar como una medida del tamaño del poro. El segundo componente es un promedio ponderado en el cual las variables longitud del colpo, eje polar y eje ecuatorial presentan los mayores pesos, por lo que recoge información del tamaño del grano de polen. Por su parte, en el tercer componentes prevalece el ancho del mesocólporo, la longitud del colpo y el eje transversal del poro, por lo que describe las aberturas en la superficie del gran de polen (FIGURA 4, CUADRO 6). Los restantes componentes recogen un porcentaje de varianza no significativo, por lo que no son interpretados.

Al evaluar la comunalidad de cada una de las variables podemos observar que el ancho del colpo es la variable mejor representada en la proyección de los tres componentes principales, con un valor de 0,962, mientras que de la longitud del eje polar solo recoge una fracción equivalente a 0,452 de su variabilidad (CUADRO 7).

CUADRO 3. Características morfométricas de los granos de polen de las colecciones de *Lathyrus meridensis* examinadas (media aritmética ± desviación estándar, valor mínimo – valor máximo)

Colección	EP (µm)	EE (µm)	EP/EE	Forma	LC (µm)	AC (µm)	ELP (µm)	ETP (µm)	AMC (µm)	Exina (µm)
W. Gehriger 264 VEN	51,57±1,29 50-54	33,83±0,87 31-36	1,53±0,05 1,44-1,61	Prolato	39,50±0,94 38-41	6,60±0,77 5-8	6,47±0,68 5-8	7,60±0,77 6-9	17,38±1,03 14-20	1±0 1-1
A. Jahn 1117 VEN	50,23±1,83 46-55	34,10±1,85 31-39	1,48±0,10 1,18-1,63	Prolato	40,52±2,62 35-45	8,47±0,82 7-10	7,77±0,73 6-9	9,47±0,82 8-11	16,42±1,72 11-19	1,25±0,36 1-2
B. Trujillo 7855 VEN	49,80±2,73 42-54	33,80±0,93 32-35	1,47±0,08 1,27-1,61	Prolato	40,90±2,16 38-46	7,17±0,91 5-9	5,30±0,70 4-8	8,17±0,91 6-10	17,30±0,70 16-18	1±0 1-1
B. Briceño et al. 5618 MER	50,15±1,82 46-55	33,95±2,10 30-39	1,48±0,10 1,18-1,67	Prolato	40,60±2,61 35-46	8,33±0,88 7-10	7,63±0,72 6-9	9,33±0,88 8-11	16,35±1,76 11-19	1,35±0,43 1-2
B. Briceño et al. 5717 MER	49,55±2,06 43-52	33,28±1,69 30-36	1,49±0,09 1,31-1,68	Prolato	37,65±2,26 32-42	7,23±0,82 6-9	6,40±0,97 5-9	8,23±0,82 7-10	17,93±1,80 14-22	1,07±0,21 1-2
B. Briceño et al. 5728 MER	50,48±1,79 46-54	33,89±1,16 31-36	1,49±0,06 1,31-1,58	Prolato	38,33±1,93 35-42	7,77±0,68 7-9	5,30±0,47 5-6	8,77±0,68 8-10	18,00±1,21 15-20	1±0 1-1
B. Briceño et al. 5760 MER	50,53±1,25 46-52	34,20±1,19 31-36	1,48±0,07 1,31-1,65	Prolato	40,03±0,93 38-42	7,87±0,94 6-9	5,67±0,96 4-9	8,83±0,99 7-10	16,87±1,17 14-18	1±0 1-1
B. Briceño et al. 5771 MER	51,22±2,07 46-55	34,93±0,87 33-37	1,47±0,07 1,35-1,62	Prolato	43,47±1,93 38-48	7,20±0,76 6-9	6,60±0,72 5-8	8,20±0,76 7-10	17,50±1,04 16-20	1±0 1-1
Valores para las colecciones examinadas(1)	50,44±1,98 42-55	34,00±1,45 30-39	1,49±0,08 1,18-1,68	Prolato	40,13±2,57 32-48	7,58±1,01 5-10	6,39±1,17 4-9	8,57±1,02 6-11	17,22±1,46 11-22	1,08±0,25 1-2

EP: Eje polar. EE: Eje ecuatorial. EP/EE: Cociente entre eje polar y eje ecuatorial. LC: Longitud de colpo. AC: Ancho de colpo. ELP: Eje Longitudinal del Poro. ETP: Eje Transversal del Poro. AMC: Ancho del Mesocolporo. Exina: Espesor de exina. (1) Se incluyen todos los granos de polen examinados.

CUADRO 4. Matriz de coeficientes de correlación lineal de Pearson de los caracteres palinológicos en *Lathyrus meridensis*. Coeficiente de correlación y significancia bilateral.

Variable	EP	EE	EP/EE	LC	AC	ELP	ETP	AMC	Exina
EP: Eje Polar (µm)	1	0,117 0,070	0,626 0,000	0,233 0,000	-0,042 0,514	-0,043 0,504	0,000 0,996	0,162 0,012	-0,025 0,696
EE:Eje Ecuatorial (µm)	0,117 0,070	1	-0,698 0,000	0,231 0,000	0,092 0,156	0,094 0,145	0,022 0,732	0,235 0,000	0,046 0,482
EP/EE: Cociente entre eje polar y eje ecuatorial	0,626 0,000	-0,698 0,000	1	-0,014 0,827	-0,097 0,136	-0,099 0,126	-0,001 0,989	-0,082 0,204	-0,040 0,534
LC: Longitud del Colpo (µm)	0,233 0,000	0,231 0,000	-0,014 0,827	1	0,023 0,726	0,023 0,725	0,097 0,133	-0,014 0,826	0,160 0,013
AC: Ancho del Colpo (µm)	-0,042 0,514	0,092 0,156	-0,097 0,136	0,023 0,726	1	0,998 0,000	0,318 0,000	-0,161 0,013	0,239 0,000
ELP: Eje Longitudinal del Poro (µm)	-0,043 0,504	0,094 0,145	-0,099 0,126	0,023 0,725	0,998 0,000	1	0,318 0,000	-0,160 0,013	0,240 0,000
ETP: Eje Transversal del Poro (µm)	0,000 0,996	0,022 0,732	-0,001 0,989	0,097 0,133	0,318 0,000	0,318 0,000	1	-0,214 0,001	0,435 0,000
AMC: Ancho de Mesocolporo (µm)	0,162 0,012	0,235 0,000	-0,082 0,204	-0,014 0,826	-0,161 0,013	-0,160 0,013	-0,214 0,001	1	-0,223 0,001
Espesor de la Exina (µm)	-0,025 0,696	0,046 0,482	-0,040 0,534	0,160 0,013	0,239 0,000	0,240 0,000	0,435 0,000	-0,223 0,001	1

CUADRO 5. Varianza explicada por cada componente principales de la matriz de correlación de los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *Lathyrus meridensis*.

Componente	Valor propio	Varianza explicada	
		Porcentajede varianza	Porcentaje acumulado
1	2,252	32,166	32,166
2	1,487	21,240	53,406
3	1,074	15,344	68,750
4	0,849	12,135	80,885
5	0,743	10,614	91,499
6	0,593	8,472	99,971
7	0,002	0,029	100

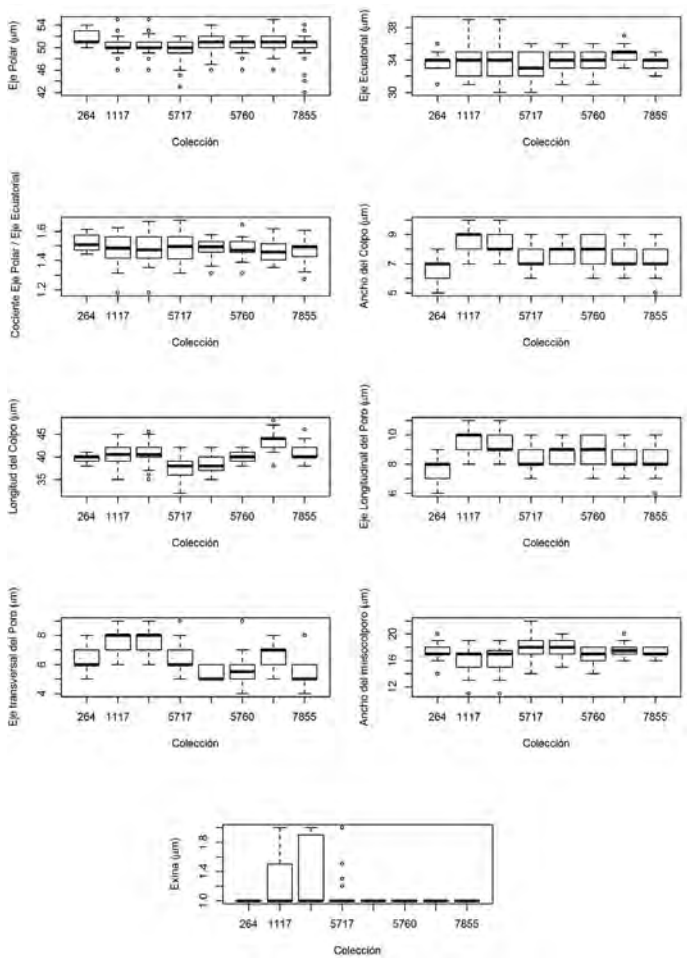


FIGURA 3. Caracteres palinológicos cuantitativos evaluados para cada colección de *Lathyrus meridensis*. Los círculos y asteriscos asociados a un número corresponden a valores atípicos.

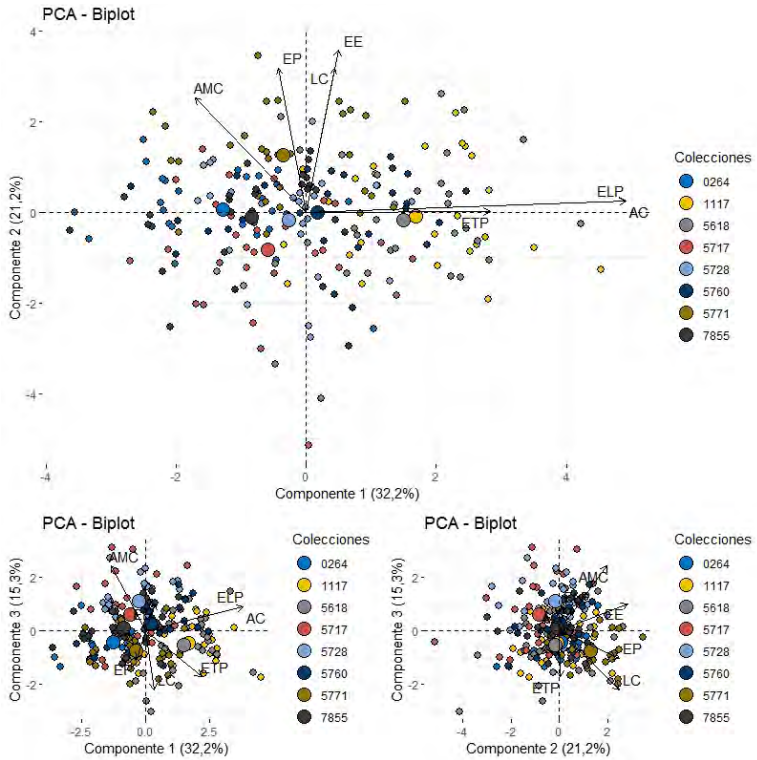


FIGURA 4. Proyección de los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *Lathyrus meridensis* sobre el plano conformado por los componentes principales 1 y 2.

CUADRO 6. Estructura de los tres componentes principales de los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *Lathyrus meridensis*.

Características morfométricas	Componente		
	1	2	3
Ancho del Colpo (µm)	0,953	0,048	0,227
Eje Longitudinal del Poro (µm)	0,953	0,049	0,228
Eje Transversal del Poro (µm)	0,549	0,004	-0,427
Longitud del Colpo (µm)	0,083	0,616	-0,543
Ancho del Mesocolporo (µm)	-0,331	0,488	0,603
Eje Polar (µm)	-0,083	0,616	-0,255
Eje Ecuatorial (µm)	0,097	0,695	0,255

CUADRO 7. Comunalidad de los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *Lathyrus meridensis* en el Análisis de Componentes Principales.

Variable	Extracción
Ancho del Colpo (µm)	0,962
Eje Longitudinal del Poro (µm)	0,963
Eje Transversal del Poro (µm)	0,483
Longitud del Colpo (µm)	0,682
Ancho del Mesocolporo (µm)	0,712
Eje Polar (µm)	0,452
Eje Ecuatorial (µm)	0,558

A continuación se presentan las proyecciones de los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *L. meridensis* y de la nube de puntos correspondientes a las observaciones de cada uno de los granos de polen evaluados de las ocho colecciones en los biplot correspondientes a primer-segundo componente, primer-tercer componente, y segundo-tercer componente resultantes del análisis de componentes principales, respectivamente.

Al emplear el paquete MVN de R projects, con la transformación de Box-Cox, se obtienen dos conjuntos de caracteres palinológicos equivalentes en sus propiedades, que excluyen al 10% de las observaciones por presentar valores anómalos, que garantizan normalidad multivariante para futuros estudios. El primer conjuntos de caracteres palinológicos están formados por el ancho del colpo, el ancho del mesocolporo, la longitud del colpo y el eje transversal del poro . El segundo grupo lo conforman el eje longitudinal del poro, el ancho del mesocolporo, la longitud del colpo y eje transversal del poro. La alta correlación existente entre el ancho del colpo y el eje longitudinal del poro hace que la matriz de correlación sea singular, por lo que no tiene sentido emplear ambas variables en estudios que requieran normalidad multivariante.

DISCUSIÓN

Los atributos cualitativos observados al microscopio óptico y electrónico de barrido en los diferentes granos de polen de las exsiccatas de *L. meridensis* muestran uniformidad entre ellas, con el holotipo y poseen características semejantes a los descrito por Jiménez (1996); Romero *et al.* (2007) y por El-Sayed *et al.* (2010) para la subfamilia *Faboideae*. Se diferencia de lo descrito por Forcone *et al.* (2006) y Günes & Aytug (2010) para el género *Lathyrus* por poseer: contorno en vista polar subcircular a semiangular; en vista ecuatorial exina tectada, suprarugula-faveolada hasta suprarugula fosulada; tectum ondulado, con perforaciones faveoladas hasta fosuladas, dispuestas más o menos en forma irregular; superficie supratectal subpsilado hacia el área del apolcopio, rúgulado en el resto del grano.

Aytug (1959) menciona que la morfología del polen no es afectada por las condiciones ambientales por lo que características como forma, número y localización de la apertura en el grano y ornamentación de la exina, han sido utilizadas como diagnóstico en las investigaciones taxonómicas. Esta afirmación se confirma en las colecciones estudiadas, pues a pesar de provenir de diferentes localidades y fechas de colecta los atributos cualitativos y cuantitativos son similares.

En América no se han estudiado las características del polen de las especies de *Lathyrus* autóctonas. La información disponible proviene de especies foráneas de Europa-Asia, así: pertenecientes a la sección *Lathyrus*: *L. hirsutus* L. (Günes 2012; Günes & Cirpici 2010; Kahraman et. al. 2012), *L. latifolius* L. (Forcone *et al.* 2006, Villanueva 2008; Avila Santa Cruz 2009), *L. odoratus* L. (De Leonardis & Zizza 1994; Avila Santa Cruz 2009, El-Sayed *et al.* 2010), *L. roseus* Stev. (Kahraman et. al. 2012), *L. rotundifolius* Willd., *L. sativus* L. (Günes 2012), *L. sylvestris* L. (Günes & Cirpici 1998; Tosheva et al. 2004) *L. tuberosus* L. (Günes & Aytug 2010; Günes 2011; Kahraman *et. al.* 2012) y *L. pratensis* L. (Günes & Aytug 2010; Kahraman et. al. 2012); a la sección *Orobus L. palustris* L. (Tosheva & Tonkov 2005).

Al igual que *L. meridensis* todas estas especies presentan granos de polen trizonocolporado, pero la forma del polen prolado en *L. meridensis* únicamente lo presenta *L. odoratus* (subprolado-prolado, EP/EE = 1,26 - 1,7) y *L. latifolius* (prolado, EP/EE = 1,37 - 1,54), ambas con valores

de la longitud del eje polar y ecuatorial significativamente menores que los de *L. meridensis*.

Lathyrus grandiflorus Sibth. et Sm., perteneciente a la Sección *Lathyrus*, cuya presencia no se ha informado para América, posee granos de polen trizonocolporado, forma prolado-subprolado (EP/EE = 1,39), poro lalongado, Eje Polar (50,60 ± 1,12 µm), Eje Ecuatorial (36,40 ± 1,27 µm), Largo del Colpo (36,48 ± 1,8 µm) y grosor de la Exina (1,14 µm) (Günes 2012); atributos y valores muy similares a los obtenidos en *L. meridensis* (CUADRO 3) del cual se diferencia por presentar Ancho del Colpo mayor (3,69 ± 0,54 µm) y un Alto (11,15 ± 0,8 µm) y Ancho del Poro (13,9 ± 1 µm) menor. Además, *L. grandiflorus* presenta apocolpium con perforaciónes y psilado; vista polar circular a triangular-obtuso-convexa, y poro con anillo.

La ornamentación del grano de polen es el atributo de mayor peso a nivel de especie (Ferguson 1985) y, en las doce especies nombradas anteriormente, puede variar de grandes retículos, reticulado, reticulado-granulado, suprareticulado a microreticulado perforado. Los granos de polen de *L. meridensis* presentan ornamentación rugulada por lo que basado en este único carácter podemos separar y considerara esta especie diferente a todas las nombradas anteriormente.

Moore *et al.* (1991), Tosheva & Tonkov (2005), Kahraman *et al.* (2012) y Günes (2012) tipifican los granos de polen según sus características cuantitativas y cualitativas en: Tipo: *Vicia cracca* L. (ejemplo: *L. montanus Bernh.*), Tipo *Vicia sylvatica* L. (ejm. *L. sylvestris* L.), Tipo *Lathyrus* (ejm. *L. pratensis* L.) y Tipo *Lathyrus filiformis* (Lam.) Gay. Las características del grano de polen de *L. meridensis*: trizonocolporado, prolado, exina 1,0 - 1,5 µm y poros bien definidos y circulares los agrupa dentro del Tipo *Lathyrus*. Sin embargo, granos de mayor tamaño (42 - 55 µm) y endoaberturas pequeñas (7 µm de diámetro u 8,57 ± 1,02 µm de ancho por 6,39 ± 1,17 µm de alto) en relación a los informados para la morfología de los granos de polen de Turquía del Tipo *Lathyrus* (Kahraman *et al.* 2012; Günes 2012), más apocolpio subpsilado y ornamentación rugulada; son atributos que pueden caracterizar otro Tipo de grano de polen, únicos para Sur América.

Los caracteres palinológicos cuantitativos del grano de polen de *L. meridensis* presentan una gran heterogeneidad en cuanto a su variabilidad relativa. Presentando coeficientes de variación que entre 4%, en el caso de la longitud del eje polar, y 23 %, en el espesor de la exina. Por lo tanto, el valor diagnóstico de dichos caracteres estudiados en forma independientes es moderado.

La estructura de correlación existente entre los caracteres palinológicos resulta de interés para el desarrollo de caracteres diagnósticos. En este caso en particular, el análisis de componentes principales permitió reducir la estructura de correlación a tan sólo tres vectores propios, los cuales en conjunto recogen una porción importante de la varianza de cada una de las variables cuantitativas incluidas en el análisis. El primer componente recoge información sobre el tamaño del poro, mientras que el segundo se interpreta como el tamaño del grano de polen y el tercero describe las aberturas en la superficie del grano de polen.

Limitar la descripción a las variables que presentan un mayor peso en la estructura de los componentes principales asociados a los mayores valores propios resulta ser una estrategia interesante a la hora de reducir el esfuerzo en la toma de datos para esta especie y quizás para las especies del género. Sin embargo, la distribución Normal Multivariada es un requisito necesario en numerosos métodos multivariantes. Este requisito se alcanza luego de eliminar los valores atípicos en la muestra y efectuar la transformación de Box-Cox, con los caracteres palinológicos

longitud y ancho del colpo, eje transversal del poro y ancho del mesocolporo. Dado la alta correlación que existe entre el ancho del colpo y el eje longitudinal del poro, $r = 0{,}998$, cualquiera de los dos caracteres puede emplearse como parte del grupo de atributos palinológicos que presenta distribución Normal Multivariada. Estas variables parecen ser las de mayor relevancia como caracteres palinológicos cuantitativos diagnósticos para la especie, tanto para posteriores estudios en los que se desee evaluar variabilidad geográfica como para comparaciones con otras especies del género.

Los estudios de Cowan (1975) en polen del género *Eperua* Aubl. (Leguminosae), Orsini *et al.* (2006) en *Hyptis* Jacq. y *Salvia* L. (Lamiaceae), Faghir *et al.* (2015) en *Alchemilla* L. (Rosaceae), Umdale *et al.* (2017) en *Vigna* Savi (Leguminosae), Lechowicz *et al.* (2019) en *Rubus* L. (Rosaceae) y Serap *et al.* (2019) en *Komaroffia* Kuntze, *Garidella* L. y *Nigella* L. (Ranunculaceae) confirman nuestro resultado referente a que el espesor de la exina es un valor poco certero e innecesario, puesto que su grosor varía dependiendo de la forma del grano y posición que tenga el grano cuando realizamos las mediciones. Sin embargo, la ornamentación de la exina presenta un interesante valor taxonómico.

CONCLUSIONES

Los atributos cualitativos del grano de polen observados en *L. meridensis* no sólo permiten separarlos de las demás especies de *Lathyrus* foráneas, sino que además, junto a las particularidades cuantitativas, insinúan que esta especie y eventualmente las restantes oriundas de América poseen microsporas probablemente Típicas para las especies americanas de este género.

El análisis de componentes principales (ACP) permite reducir la estructura de la matriz de covarianza a tres vectores propios, recogiendo el 68,75 % de la varianza total. Con estos tres componentes principales se puede describir el tamaño del poro y del grano de polen, así como las aberturas en la superficie del mismo. Los atributos palinológicos cuantitativos de mayor interés como caracteres diagnósticos son el alto y ancho del colpo, el eje longitudinal y transversal del poro y el ancho del mesocolporo, los cuales en conjunto describen parcialmente los tres componentes principales de mayor peso, interpretados como tamaño del grano de polen y de las aberturas en la superficie del grano de polen. El espesor de la exina no es una medida útil para caracterizar cuantitativamente al grano de polen de *L. meridensis* debido a los problemas en su medida. El único atributo de valor taxonómico que posee la exina es la ornamentación.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes (CDCHTA) por el financiamiento con el proyecto # C-1828-13-01-B. “Palinología de *Lathyrus meridensis* Pittier”.

Al Laboratorio de Investigaciones Parasitológicas “José Francisco Torrealba” de la Facultad de Ciencias, Departamento de Biología de la Universidad de Los Andes. A las Doctoras Gladys Crisante y Agustina Rojas por su atenta disposición en el asesoramiento para el uso de los equipos óptico.

Al Laboratorio de Análisis Químico y Estructural de Materiales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes (LAQUEM-ULA). Al técnico Gustavo Fernández por el asesoramiento en el uso del Microscopio Electrónico de Barrido.

A los curadores y directores de los Herbarios VEN, MER y MERF.

Jorge Luis García González por aporte en el diseño y estructuración de la ubicación de las láminas.

A los evaluadores de la Revista Pittieria, cuyas observaciones y sugerencias mejoraron significativamente la calidad del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCENSÃO, L., A F RANCISCO, H. COTRIM & M. S. PAIS. 2005. Comparative structure of the labellum in *Ophrys fusca* and *O. lutea* (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 92(7): 1059-1067.

ASMUSSEN, C. & A. LISTON. 1998. Chloroplast DNA character, phylogeny and classification of *Lathyrus* (Fabaceae). *American Journal of Botany* 85: 387-401.

AVILA SANTA CRUZ, R. C. 2009. Flora palinológica de Guatemala: Leguminosas. Universidad de San Carlos de Guatemala Dirección General de Investigación Programa Universitario de Investigación de Recursos Naturales y Ambiente - Puirna Informe final. 106 p.

AYTUG, B. 1959. Role of Palynology in Taxonomy and Classification. *Journal Forestry Faculty İstanbul University* (B 9): 118-125.

BARTH, O. M & T. S. MELHEM. 1988. *Glossário ilustrado de Palinología Campinas*. Editora da UNICAMP. 75 p.

BÄSSLER, M. 1980. Revisión von *Lathyrus* L. sect. *Lathyrostylis* (Griseb.) Bässler (Fabaceae). *Feddes Report*. 90: 210-241.

BALZARINI M., C. BRUNO, M. CÓRDOBA & I. TEICH. 2015. *Herramientas en el análisis estadístico multivariado*. Escuela Virtual Internacional CAVILA. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. 200 p.

BRICEÑO, B. & G. MORILLO. 2002. Catálogo abreviado de las plantas con flores de los páramos de Venezuela. Parte I. Dicotiledóneas (Magnoliopsidas). *Acta Botanical Venezuelica* 25 (1): 1-46.

BRITTON, N. L. & H. A. BROWN. 1913. *An illustrated Flora of the Northern United States and Canada*. Vol. 2. Dover Publications, INC., New York. 735 p.

BURKART, A. 1952. *Las leguminosas Argentinas. Silvestres y cultivadas*. ACME Agency, Soc. de Resp. Ltda, Suipacha 58. Buenos Aires. Argentina. 569 p.

BURKART, A. 1966. Nota sobre las especies Argentinas de *Vicia* (Leguminosae) del área mesopotámico-pampaena. *Darwiniana* 14: 161-193.

BURNHAM, R. J. & A. GRAHAM. 1999. The history of Neotropical vegetation: new developments and status. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86: 546-589.

BUSSI, J., G. MARÍ & F. MÉNDEZ. 2014. Componentes principales robustas: una aplicación a localidades de la provincia de Santa Fe. Decimoctavas Jornadas "Investigaciones en la Facultad" de Ciencias Económicas y Estadística. Universidad Nacional de Rosario. Argentina. 23 p.

COWAN, R. 1975. A monograph of the genus *Eperua* (Leguminosae: Caesalpinioidiae). *Smithsonian Contribution to Botany* 28: 1-45.

DAVIS, P. H., R. R. MILL & T. KIT. 1988. *Flora of Turkey and East Aegean Island 10*. Edinburgh University Press, Edinburg. 580 p.

DE LEONARDIS, W. & A. ZIZZA. 1994. Fragmenta palynologica (II) 11. Palynological study of endemic taxa from Sicily and central-southern Italy. *Acta Botánica Malacitana* 19: 217-229.

EL-SAYED, S. M., M. EL-SAYED TANTAWY, A. GHAREEBIBRAHIM & A. A. ELAZIZ-SHEEKH. 2010. Pollen Morphology of some species of Subfamily Papilionoideae. Proceeding of Fifth Scientific Environmental Conference. *Zagazig University* 1: 71-86.

ERDTMAN, G. 1986. *Pollen morphology and taxonomy. Angiosperms*. New York: Heffner Publ. Co. New York. 553 pp.

FAGHIR, M. B., F. ATTAR, R. S. SHAVVON & A. MEHRMANESH. 2015. Pollen morphology of the genus *Alchemilla* L. (Rosaceae) in Iran. *Turkish Journal of Botany* 39: 267-279.

FERGUNSON, I. K. 1985. The role of pollen morphology in plant systematic. *Anales de la Asociación de Palinólogos de la Lengua Española* 2: 5-18.

FORCONE, A., J. GARCÍA & G. AYESTERÁN. 2006. Polen de las mieles de la Patagonia Andina (Chubut-Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 41(1-2): 235-253.

GARCÍA BARRIGA, H. & E. FORERO GONZÁLEZ. 1968. Las Leguminosas: Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Papilionaceae. In: *Catálogo ilustrado de las plantas de Cundinamarca*. Vol 3. *Lathyrus* L. (García-Barriga, H. & E. Forero, eds.), pp. 96. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

GÜNES, F. & A. CIRPICI. 1998. Pollen morphology of some *Lathyrus* species (*L. undulatus* Boiss., *L. sylvestris* L., *L. ochrus* (L.) DC) of Istanbul area. Proceedings of the Symposium on *Quercus vulcanica* and Flora of Turkey, Çantay Kitapevi, Laleli-Istanbul. 431-440 p.

GÜNES F. & A. CIRPICI. 2010. Pollen morphology of the genus *Lathyrus* (Fabaceae) section *Cicercula* in Thrace (European Turkey). *Acta Botanica Croatica* 69(1): 83-92.

GÜNES, F. 2011. The pollen morphology of some *Lathyrus* Spp (Fabaceae) taxa from Turkey. *International Journal of Agriculture and Biology*. 13(3): 301-308.

GÜNES, F. 2012. Pollen morphology of *Lathyrus* (Leguminosae) taxa belonging to *Lathyrus, Orobastrum* and *Cicercula* sections from Turkey. *Plant Systematics and Evolution* 298(9): 1777-1794.

GUNN, C.R. 1969. Genera, types and lectotypes in the tribe Vicieae (Leguminosae). *Taxon* 18: 725-733.

HEYWOOD, V. H. 1978: *Flowering plants of the world*. Oxford Univ. Press, Oxford. 335 p.

HOCKCHE, O., BERRY, P. & O. HUBER. 2008. *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánica de Venezuela, Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela. 859 p.

ILDIS. 2010. International Legume Database and Informations Service World database of legume. ILDIS, Southampton, UK. http://www.ildis.org/ (Oct.05, 2019).

INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX QUERY. 2019. http://www.ipni.org/ipni/idPlantNameSearch/ (Dic.03, 2019).

JIMÉNEZ-B., L. C. 1996. Atlas palinológicos de la Amazonia Colombiana I. Familias Caesalpiniaceae, Fabacea y Mimosaceae. *Caldasia* 18(3): 295-327.

KAHRAMAN, A., ÇILDIR, H., DOĞAN, M., GÜNES, F. & F. CELEP. 2012. Pollen morphology of *Lathyrus* taxa (Fabaceae) and its systematic implications. *Australian Journal of Crop Science* 6(2): 223-226.

KASSAMBARA, A. & F. MUNDT. 2020. Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.7 https://CRAN.R-project.org/package=factoextra.

KENICER G., KAJITA T., PENNINGTON R. & J. MURATA. 2005. Systematics and biogeography of *Lathyrus* (Leguminosae) based on internal transcribed spacer and cpDNA sequence data. *American Journal of Botany* 92: 1199-1209.

KENICER, G. 2008. An introduction to the genus *Lathyrus* L. *Curtis's Botanical Magazine* 25(4): 286-295.

KOENEN, E. J. M., D. I. OJEDA, R. STEEVES, J. MIGLIORE, F. T. BAKKER, J. J. WIERINGA, K. KIDNER, O. J. HARDY, R. T. PENNINGTON, A. BRUNEAU. & C. E. HUGHES. 2020. Large-scale genomic sequence data resolve the deepest divergences in the legume phylogeny and support a near simultaneous evolutionary origin of all six subfamilies. *New Phytologist* 225: 1355-1369.

KORKMAZ S, D. GOKSULUK & G. ZARARSIZ. 2014. MVN: An R Package for Assessing Multivariate Normality. *The R Journal* 6(2): 151-162.

KUPICHA, F. K. 1981. Proceedings of International Legume Conference. In: *Advances in Legume Systematics*. Volumen 2. Vicieae (R.M. Polhill & P.M. Raven, eds.), pp. 377-381. Royal Botanic Gardens, Kew.

KUPICHA, F. K. 1983. The infrageneric structure of *Lathyrus. Notes from the Royal Botanic Garden Edinburg* 41: 209-244.

LE, S., J. JOSSE & F. HUSSON. 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software* 25(1): 1-18.

LECHOWICZ, K., D. WROŃSKA-PILAREK, J. BOCIANOWSKI & T. MALIŃSKI. 2019. Pollen morphology of Polish species from the genus *Rubus* L. (Rosaceae) and its systematic importance. *PLoSONE* 15(5): e0221607. https://doi.org/10.1371/journal.pone.022160

LEWIS, G.M., SCHRIRE, B., MACKINDER, B. & M. LOCK. 2005. *Legumes of the world*, Kew Press, London. 592 p.

LLAMBÍ, L. D., M. FARIÑAS, J.K. SMITH, S.M. CASTAÑEDA & B. BRICEÑO. 2014. Proyecto Páramo Andino. In: Estado del Conocimiento y la Conservación en los Páramos Andinos. Diversidad de la vegetación en dos páramos de Venezuela: un enfoque multiescalar con fines de conservación (Cuesta, F., J. Sevink, L.D. Llambí, G. Maldonado & B. De Bievre eds.) pp. 1-10. (PNUMA-GEF-CONDESAN), Quito, Ecuador.

LUTEYN, J. L. 1999. Paramos, a checklist of plant diversity, geographical distribution and botanical 19 literature. *Memoirs of New York Botanical Garden* 84 (viii-xv): 1-278.

MACBRIDE, J. F. 1943. Leguminosae-Papilionaceae. Flora of Perú. Field Museum of Natural History, *Botany* 13(III, I): 355-358.

MAMBRÍN, M. V., M. M. AVANZA. & M. S. FERRUCCI. 2010. Análisis Morfológico y Morfométrico del Polen de Corchorus, Heliocarpus, Luehea, Mollia y Triumfetta (Malvaceae, Grewioideae) en la Región Austral de América del Sur. *Darwiniana* 48(1): 45-58.

MARTIUS, C. F. P. 1862. *Flora Brasiliensis. Papilionaceae* 15(I). Verlag. Alemania. 350 p.

MOORE, P. & J. A. WEBB. 1978. *An illustrated guide to pollen analysis*. London. Hodder and Stroughton. 216 p.

MOORE, P., J. A. WEBB. & A. COLLINSON. 1991. *Pollen analysis*. Blackwell Science Publication, London. 216 p.

ORSINI, G., M. RINALDI & D. VELÁZQUEZ. 2006. Estudio Palinológico de los Géneros *Hyptis* y *Salvia* (Lamiaceae) en el Parque Nacional "El Ávila", Venezuela. *Ernstia* 16(1): 1-30.

PLA, L. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Serie de matemática. Monografía n° 27. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, DC. 94 p.

POLHILL, R.M. 1981. Proceedings of International Legume Conference. In: *Advances in Legume Systematics. Papilionoideae* (Polhill, R.M. & P.H. Raven eds.), pp.191-208. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, UK.

PUNT, W., S. BLACKMORE, S. NILSSON & L. E. THOMAS. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143: 1-81.

R CORE TEAM. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

ROMERO, C., L. K. RUIZ & E. FORERO. 2007. Estudio en leguminosas colombianas. *Actualidad Biológica* 29 (Supl. 1): 1-321.

ROSSOW, R. 1982. Notas sobre el género *Lathyrus (*Leguminosae). *Darwiniana* 24 (1-4): 489-495.

SAPRA, S. K. 2010. Robust vs. classical principal component analysis in the presence of outliers, *Applied Economics Letters* 17(6): 519-523

SÁENZ DE RIVAS., C. 1978. *Polen y espora. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico*. H. Blume Ediciones. Madrid. 219 p.

SENN, H. A. 1938. Experimental data for the revision of the genus *Lathyrus* Linn. *American Journal of Botany* 25: 67-78.

SERAP, I., E. O. DÖNMEZ, Z. U. AYDIN & A. A. DÖNMEZ. 2019. Pollen Morphology in the Tribe Nigelleae (Ranunculaceae): a Worldwide Palynological Investigation into the Species. *Acta Biologica Cracoviensia* 61(1): 93-102.

SKLENÁŘ, P., J. LUTEYN, C. ULLOA, M. JØRGENSEN & M. DILLON. 2005. Flora genérica de los Páramos. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 92: 1-499.

SOKAL, R. & F. ROHLF. 2012. *Biometry: the principles and practice of statics in biological research*. W. H. Freeman and Company., New York. 937 p.

THIERS, B. 2011. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden´s Virtual Herbarium. http://sweetgum.nybg.org/ih/ (Dic. 03, 2019)

TOSHEVA, A. & S. TONKOV. 2005. Pollen morphology of Bulgarian species from the section *Orobus* (L.) Gren.et Godr. (genusLathyrus, Fabaceae). *Acta Botanica Croatica* 64: 275–287.

TOSHEVA, A., S. TONKOV & N. DIMITROV. 2004. Pollen morphology of Bulgarian species from the section *Lathyrus* (Lathyrus, Fabaceae). *Phytol Balcanica* 9: 529-536.

TROPICOS. 2019. Missouri Botanical Garden. http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html. (Dic.03, 2019)

UMDALE S. D., M. M. AITAWADE, N. B. GAIKWAD, L. MADHAVAN, S. R. YADAV, S. R. RAO & K. V. BHAT. 2017. Pollen morphology of Asian *Vigna* species (genus *Vigna*; subgenus *Ceratotropis*) from India and its taxonomic implications. *Turk J Bot* 41: 75-87.

VILLANUEVA A., U. 2008. Elaboración de una colección palinológica de referencia de la vegetación de la Comarca del Jiloca (Teruel). *Xiloca* 36: 97-130.

WICKHAM, H. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. 260 p.

ISSN [e] 2244-8888

Pittieria
44
ENERO-DICIEMBRE 2020 *págs. 76-103*

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA VEGETACIÓN ALTOANDINA: RIQUEZA FLORÍSTICA Y CLAVE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS VASCULARES EN CUMBRES DE MONITOREO DE LA RED GLORIA-ANDES EN VENEZUELA

CONTRIBUTION TO KNOWLEDGE OF THE HIGH ANDEAN VEGETATION: FLORISTIC RICHNESS AND KEY FOR THE IDENTIFICATION OF VASCULAR PLANTS IN MONITORING SUMMITS OF THE GLORIA-ANDES NETWORK IN VENEZUELA

por

GÁMEZ LUIS E.[1], LLAMBÍ LUIS D.[2-3], RAMÍREZ LIREY[2], PELAYO ROXIBELL C.[2], TORRES J. ELOY[2], MÁRQUEZ NELSON[2], AZÓCAR CARMEN[2], MURIEL PRISCILLA[4] y CUESTA FRANCISCO[5]

1 Laboratorio de Dendrología. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes, Mérida 5101, Venezuela. Lgamez@ula.ve

2 Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE). Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. ldllambi@gmail.com; lireyaysen@gmail.com; roxipel@gmail.com; elhoy72@gmail.com; 1marquezgil@gmail.com; amana2181@gmail.com

3 Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina (CONDESAN), Germán Alemán E12-123, Quito, Ecuador.

4 Laboratorio de Ecofisiología, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. priscilla.muriel@gmail.com

5 Grupo de Investigación en Biodiversidad, Medio Ambiente y Salud-BIOMAS, Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. fxcuestacamacho@gmail.com

RECIBIDO: OCTUBRE 15 DE 2020 / **ACEPTADO:** DICIEMBRE 06 DE 2020

RESUMEN

Los ecosistemas de los páramos enfrentan una creciente amenaza producto del cambio climático. La red GLORIA-Andes constituye un esfuerzo a escala continental para documentar los cambios en la vegetación en cumbres a lo largo de la Cordillera de los Andes. En Venezuela se establecieron siete cumbres de monitoreo entre los 3800 m y los 4600 m de elevación en dos sitios de la Cordillera de Mérida: "Gavidia-Sierra Nevada" y "Culata-Piedras Blancas". En este trabajo presentamos una lista completa de la flora presente en las cumbres, describimos la riqueza taxonomómica, biogeográfica y de formas de vida observada y presentamos una clave para la identificación de todas las plantas vasculares. En los levantamientos durante la línea base (2012-2014) y el primer remuestreo (2017-2019), reportamos un total de 127 especies de plantas vasculares, incluyendo dos subespecies y dos híbridos, pertenecientes a 35 familias; siendo las mejores representadas Asteraceae con 36 (dos híbridos), Poaceae (20), Rosaceae (10) y Brassicaceae (6 y dos subespecies). Los géneros con mayor cantidad de especies fueron *Lachemilla* (7), *Espeletia* (6), *Draba* (5 especies y dos subespecies) y *Calamagrostis* (5). Con referencia a su origen fitogeográfico se observó una mayor riqueza de géneros Neotropicales (31,65%), Ampliamente Templados (31,65%) y Holárticos (12,66%). Aun así, observamos un alto nivel de endemismo a nivel específico, con 80 especies endémicas de los páramos de Sur América y 30 restringidas a Venezuela. Para la elaboración de la clave, se utilizó en lo posible rasgos vegetativos de fácil observación, minimizando el uso de caracteres reproductivos, de modo de facilitar la identificación en campo.

PALABRAS CLAVES: flora, páramo, superpáramo, monitoreo, Andes, cambio climático.

ABSTRACT

Páramos ecosystems are facing an increasing threat as a result of global climate change. The GLORIA-Andes network is a continental scale effort to document changes in vegetation along the Cordillera of the Andes. In Venezuela, seven permanent monitoring summits have been established between 3800 m and 4600 m in elevation in two sites of the Cordillera de Mérida: "Gavidia-Sierra Nevada" and "Culata-Piedras Blancas". In this work we present the complete list of the flora present in these summits, describe the taxonomic, biogeographic and growth form richness observed and present an identification key all the vascular plants registered. In the sampling for the base-line (2012-2014) and the first re-sampling (2017-2019), we found a total of 127 vascular plant species, including two sub-species and two hybrids, belonging to 35 families; the best represented were Asteraceae with 36 (two hybrids), Poaceae (20), Rosaceae (10) and Brassicaceae (6 and two sub-species). The genera with the highest number of species were *Lachemilla* (7), *Espeletia* (6), *Draba* (5 species and two subsspecies) and *Calamagrostis* (5). Regarding their biogeographic origin, the groups with the largest number of genera were the Neotropical (31,65%), Wide Temperate (31,65%) and Holartic (12,66%). Even so, we found high species level endemism, including 80 species endemic to the South American páramos and 30 restricted to Venezuela. For the construction of the species key, vegetative traits were used as much as possible, minimizing the use of reproductive characteristics, facilitating identification in the field.

KEY WORDS: flora, páramo, superpáramo, monitoring, Andes, climate change.

INTRODUCCIÓN

La flora paramuna es considerada como una de las más diversas dentro de las regiones frías del planeta (Madriñan *et al.* 2013). De hecho, Rangel-Ch. (2018a) reporta un total de 6145 especies de plantas con flores, pertenecientes a 137 familias, en toda el área biogeográfica del páramo (desde Costa Rica hasta Perú). El mismo autor reporta para Venezuela 1084 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 107 familias, siendo las mejor representadas Asteraceae, Orchidaceae, Poaceae, Melastomataceae, Solanaceae, Bromeliaceae, Cyperaceae y Rosaceae (Morillo *et al.* 2010a). La flora del páramo se originó hace unos 2,5 a 3 millones de años (hacia finales del Plioceno e inicios del Pleistoceno), enriqueciéndose progresivamente con elementos florísticos de tierras frías provenientes del hemisferio norte (Holárticos), del extremo sur del continente (Austral-antárticos) y con la colonización y especiación local a partir de elementos tropicales provenientes de pisos más bajos (Sklenár *et al.* 2011). A su vez, los ciclos glaciares e interglaciares del Pleistoceno, durante las llamadas eras del hielo, generaron procesos de conexión y desconexión de las islas de páramo en los últimos dos millones de años, promoviendo alternativamente la especiación local y el intercambio de estas nuevas especies entre los diferentes complejos de páramo (van der Hammen y Cleef 1986, Flantua y Hooghiemstra 2018). La flora de los páramos incluye además una sorprendente diversidad de formas de crecimiento (Hedberg y Hedberg 1979, Ramsay y Oxley 1997, Arzac *et al.* 2019), que van desde pequeñas hierbas (postradas y erectas) graminoides (en macolla, dispersas o cespitosas), rosetas sin tallo, plantas en cojín, arbustos y las espectaculares rosetas caulescentes gigantes conocidas como frailejones del complejo Espeletia (Mavárez 2019).

En los Andes venezolanos, el ecosistema páramo se ubica en dos pisos altitudinales: el andino y el altoandino, que difieren tanto en sus características ambientales como en su composición y diversidad florística, conformando una gran variedad de paisajes y ecosistemas ricos en especies vegetales, muchas de ellas endémicas (Monasterio 1980; Cuesta *et al.* 2020). Estos páramos, son en general menos húmedos y más estacionales, si se los compara con los ambientes que predominan en los páramos colombianos y ecuatorianos (Parsons 1982), lo que genera condiciones bioclimáticas más afines en algunos aspectos a las jalcas y punas de los Andes centrales (Cuesta *et al.* 2017). Además, presentan variaciones locales que dependen de los patrones de precipitación, la disponibilidad de la humedad, la topografía y los suelos, generando una alta variabilidad en la composición y estructura de las comunidades vegetales, incluso entre localidades cercanas (Fariñas y Monasterio 1980, Torres *et al.* 2012, Llambí *et al.* 2014).

El páramo altoandino (Monasterio 1979, Monasterio y Reyes 1980) o superpáramo (Cuatrecasas 1958) se encuentra sobre los 4000-4200 m de elevación hasta el límite de los glaciares (dónde están presentes); en estas zonas más altas de los páramos de Venezuela, predominan los paisajes de erosión glacial y periglacial (Schubert 1979, Pérez 1987), donde las especies vegetales se han adaptado a las noches muy frías con temperaturas congelantes durante todo el año, a suelos jóvenes pobres en nutrientes, con pendientes con alto estrés mecánico y condiciones de sequía estacional, entre los meses de Diciembre y Marzo (Monasterio 1979, 1980, Sarmiento y Monasterio 1991). Así, observamos en muchos casos una vegetación discontinua, donde las plantas más grandes y longevas (eg. rosetas gigantes, cojines y arbustos), son capaces de modificar las condiciones ambientales del hábitat en su vecindad

inmediata, actuando como plantas nodrizas y generando "islas" o micro-ecosistemas con condiciones de humedad, temperatura y fertilidad del suelo más favorables para el crecimiento de otras especies más pequeñas que crecen bajo su influencia (Cáceres *et al.* 2015, Hupp *et al.* 2017, Mora *et al.* 2019).

Aun cuando una superficie muy significativa de los 2.405 Km^2 de los páramos de Venezuela está dentro de áreas protegidas (c. 80%), esta vegetación única en el planeta enfrenta una serie de amenazas producto del cambio del uso de la tierra y el cambio climático global (Monasterio y Molinillo 2003, Sarmiento y Llambí 2011, Llambí y Cuesta 2014,Mavárez *et al.* 2018, Hosfstede y Llambí 2020). Sin embargo, existe muy poca información basada en estudios empíricos en campo sobre la dinámica de la vegetación de la alta montaña tropical en escenarios de cambio climático. En este contexto, la Academia de Ciencias de Austria lanzó a partir del año 2001, una iniciativa mundial para el monitoreo de largo plazo de la temperatura y la dinámica de la vegetación en cumbres de las grandes cadenas montañosas del planeta: "Global Observation Research Initiative in Alpine Environments" (GLORIA), que cuenta con más de 115 sitios de monitoreo continuo en seis continentes (Pauli *et al.* 2012). Un aspecto clave de la red GLORIA es la propuesta de una metodología estandarizada con un protocolo común y muy detallado de trabajo, a fin de poder comparar los resultados de una región a otra. En el caso de Sudamérica, la Red Andina de Monitoreo de la Biodiversidad en Alta Montaña (GLORIA-Andes), fue creada en base al trabajo coordinado de una serie de instituciones académicas de la región, CONDESAN y la Secretaría General de la Comunidad Andina (SGCAN), teniendo como misión el estudio comparativo de los impactos del cambio climático en la biodiversidad de la alta montaña de la región andina, a través de la observación a largo plazo (Cuesta *et al.* 2012). Esto, ha permitido seleccionar e instalar más de 70 cumbres a lo largo de la Cordillera Andina, a lo largo de un gradiente latitudinal de más de 5000 Km de extensión desde Venezuela hasta la Patagonia Argentina.

La red GLORIA-Andes está activa en Venezuela desde el año 2012, con dos sitios de monitoreo y siete cumbres ubicadas entre los 3800 y los 4600 m de elevación (FIGURA 1). Además del seguimiento de la composición y estructura de la vegetación de acuerdo a los protocolos de la red (Pauli *et al.* 2015), se han realizado una serie de estudios complementarios, que incluyen el levantamiento de la composición y abundancia de especies de musgos y líquenes, la fenología de las plantas vasculares y sus interacciones con polinizadores, el análisis de estrategias adaptativas morfológicas y anatómicas de la mayoría de las especies herbáceas, y análisis de algunas propiedades de los suelos como el contenido total de materia orgánica. En el presente trabajo presentamos una clave para la identificación de las especies de plantas vasculares presentes, como una herramienta botánica que permita diferenciar las especies en todas las cumbres establecidas; adicionalmente, se presenta una lista completa de la flora presente en las cumbres y se describe la riqueza taxonómica, biogeográfica y de formas de vida observada.

METODOLOGÍA

El presente trabajo está enmarcado dentro de la Red GLORIA-Andes y se ha desarrollado en los Andes venezolanos, desde el año 2012 hasta el presente. El protocolo se basa en el establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo que permitan obtener datos estandarizados sobre el comportamiento de las especies vegetales alpinas a escala global y comprender su

respuesta al cambio climático (Pauli *et al.* 2015). El protocolo de la red GLORIA establece una serie de criterios para la selección y el establecimiento de las cumbres de monitoreo, destacando que cada sitio de monitoreo debe presentar un gradiente altitudinal, donde se establecen 3 o 4 cimas. A su vez, es importante que en la medida de lo posible no existan alteraciones antrópicas importantes producto del uso de la tierra (p. ej. pastoreo, cultivos, infraestructura) y que todas las cumbres de un mismo sitio estén expuestas a un mismo clima regional, de modo que las diferencias climáticas entre ellas sean debidas fundamentalmente a la altitud.

En Venezuela las cumbres de GLORIA se han establecido en dos sitios (FIGURA 1, CUADRO 1): 1) "La Culata-Piedras Blancas" (VE-CPB) en el Parque Nacional Sierra de La Culata, con tres cumbres de monitoreo entre los 4200 y los 4600 m (instalado en el 2012 y re-muestreado en 2017); y 2) "Gavidia-Sierra Nevada" (VE-GSN) ubicado en el Parque Nacional Sierra Nevada, con cuatro cumbres de monitoreo entre los 3810 m y los 4270 m (instalado en el 2014 y re-muestreado en 2019). Las tres cumbres que conforman el sitio de monitoreo La Culata-Piedras Blancas se encuentran dentro la unidad ecológica de páramo altoandino (o superpáramo), ecosistema característico de la alta montaña tropical en los Andes del Norte (ubicado en los pisos subnival y nival) (Cuesta *et al.* 2017). El páramo altoandino es una formación desértica, con una distribución discontinua de vegetación y grandes superficies de suelo desnudo, características que permiten diferenciarlo del páramo andino, donde se encuentran coberturas vegetales casi continuas (Monasterio 1980). La temperatura en el límite inferior del páramo altoandino es en promedio 2.5 °C, mientras que en límite superior se pueden registrar temperaturas promedio de -2 °C. En el sitio de monitoreo CPB los valores de precipitación son bajos (siendo el sector más seco de los páramos en Venezuela), por encontrarse en una vertiente seca cercana al bolsón semiárido inter-andino de Mucuchíes, con valores promedio anuales de 800 mm. El régimen de precipitación

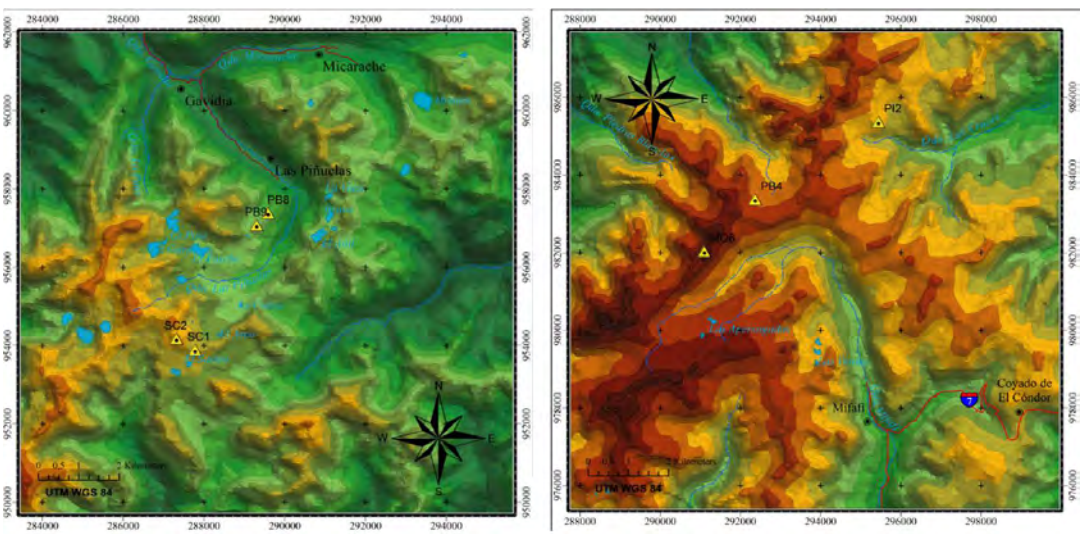


FIGURA 1. Mapas de la ubicación de las cumbres de GLORIA-Andes en Venezuela en: A. el Páramo de Piedras Blancas (Parque Nacional Sierra de La Culata); y B. Páramo de Gavidia (Parque Nacional Sierra Nevada). Se indica el código de cada cumbre (Cuadro 1).

CUADRO 1. Ubicación de las cumbres seleccionadas para el monitoreo a largo plazo de la vegetación en el marco de la red GLORIA-Andes en Venezuela. Coordenadas en UTM (Huso 19).

Sitio	Elevación (M Snm)	Código Gloria	Norte	Oeste
Gavidia – Sierra Nevada	3810	VE-GSN-PB8	957382	289576
	3928	VE-GSN-PB9	957069	289290
	4144	VE-GSN-SC1	953884	287766
	4270	VE- GSN-SC2	954171	287305
La Culata – Piedras Blancas	4207	VE-CPB-PI2	985371	295430
	4394	VE-CPB-PB4	983372	292355
	4604	VE-CPB-MO6	982032	291089

es unimodal, con una estación seca que se extiende entre los meses de Diciembre y Marzo (Ataroff y Sarmiento 2004).

En el páramo altoandino, Monasterio (1980) distingue dos formaciones vegetales importantes: el páramo desértico (piso subnival) y el desierto periglacial (piso nival). Las cumbres a 4200 m y 4400 m se localizan en la unidad de páramo desértico. En esta, la fisionomía de la vegetación se caracteriza por presentar rosetales altos y abiertos, con un estrato alto formado casi exclusivamente por rosetas gigantes pertenecientes al complejo *Espeletia*. El estrato inferior, que se desarrolla muy cerca del suelo, presenta como formas de vida dominantes plantas en cojín de los géneros *Azorella*, *Arenaria*, *Aciachne*, y rosetas acaules de los géneros *Hypochaeris*, *Calandrinia* y *Draba* entre otras. De igual manera, en el páramo desértico se pueden encontrar grandes superficies de suelo desnudo, con gran cantidad de rocas, derrubios y grava. Los porcentajes de cobertura de suelo desnudo y rocas pueden alcanzar valores entre 50-90%, tendiendo a aumentar con la altitud (Monasterio, 1979). Por su parte, la cumbre de 4600 m está ubicada en el desierto periglacial. Esta formación vegetal consta de un único estrato, que no sobrepasa los 40 cm de altura. En este ecosistema las coberturas de la vegetación (incluyendo formas no vasculares) son normalmente inferiores al 10-5%, siendo las formas de vida dominantes las mismas que ocupan el estrato inferior del páramo desértico, aunque la identidad de algunas de las especies es diferente (Monasterio 1980, Ataroff y Sarmiento 2003, Cuesta *et al.* 2017).

Las cuatro cumbres instaladas en el sitio Gavidia-Sierra Nevada, se ubican en la transición entre de la unidad ecológica de páramo andino y altoandino. El páramo andino se distribuye por encima de los 3000 m, sobre el límite continuo de bosque, con temperaturas promedios por debajo de los 9 ºC, con suelos relativamente jóvenes (entisoles e inceptisoles) y altas coberturas de vegetación. Las precipitaciones en estos ambientes pueden ser muy variables, entre los 800 a 1800 mm al año. En nuestro caso, el sitio Gavidia se encuentra en el ramal de la Sierra Nevada, que presenta un patrón unimodal de precipitación con una estación seca bien marcada entre diciembre y marzo y una precipitación anual de c. 1300 mm (Sarmiento *et al.* 2003). La vegetación presenta una alta cobertura y cierta estratificación, encontrándose como elementos característicos rosetas del género *Espeletia*, arbustos y gramíneas en macolla en sectores con altas precipitaciones (Ataroff y Sarmiento 2004). Por otro lado, es importante aclarar que todas las cumbres en ambos sitios de estudio están so-

metidas a pastoreo extensivo de ganado vacuno y equino, pero con cargas animales muy bajas, dada la topografía abrupta que las caracteriza.

Luego de seleccionar los sitios para el establecimiento de las cumbres, se procedió a realizar un inventario florístico completo de estas, en una banda entre el punto más alto de cada cumbre y la isolinea de los 10 m de elevación por debajo de este, siguiendo la metodología estándar de GLORIA (Pauli *et al.* 2015). La cumbre se dividió en cuatro orientaciones cardinales y se realizó el inventario de la flora vascular presente en cada área entre los 0-5 m de elevación y los 5 y 10 m de elevación (áreas cimeras, FIGURA 2). En cada una de estas áreas cimeras se realizó también una estimación visual de la cobertura de cada especie y una estimación a lo largo de transectas (de entre 5 y 10 m de longitud), utilizando el método del cuadrado puntual (para un total de 100 puntos por área cimera). A su vez, en cada orientación cardinal se estableció un "clúster" de parcelas de 3x3 m y se definieron parcelas permanentes de 1x1 m en cada esquina. Dentro de cada parcela permanente (16 en total) se estimó la cobertura de todas las plantas vasculares utilizando el método del cuadrado puntual (100 puntos) y una estimación visual.

Paralelo a esto, se realizaron las recolecciones botánicas; estas se ejecutaron fuera de las cumbres para preservar las condiciones natu-

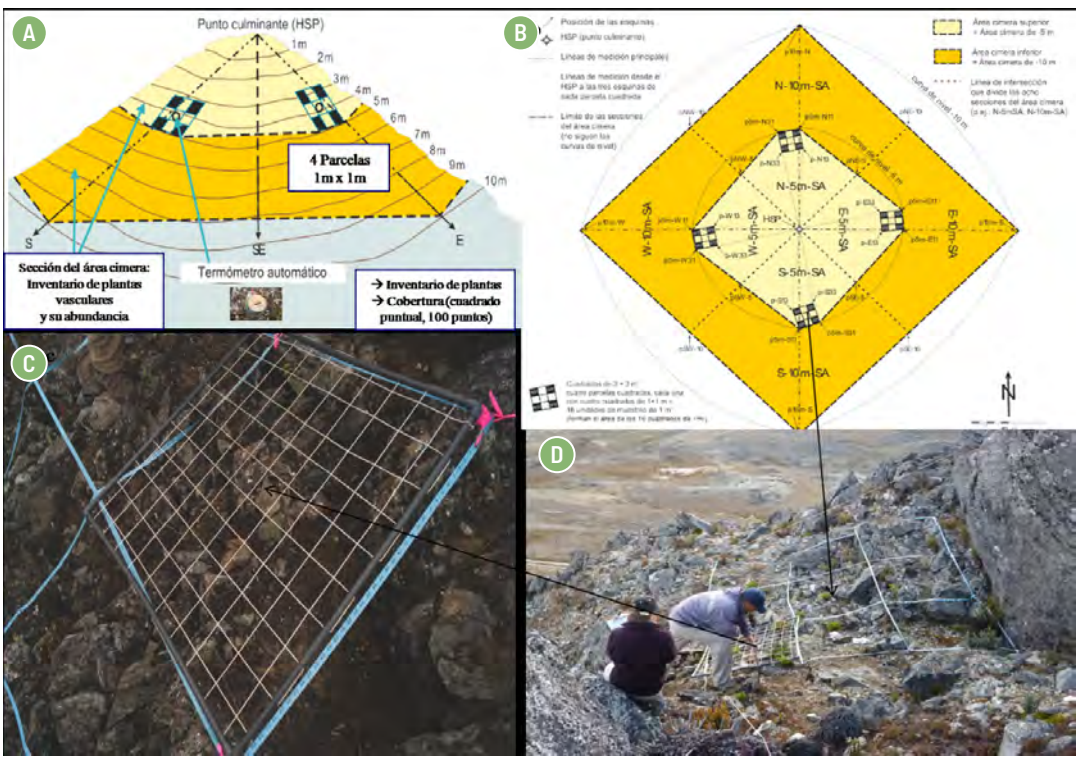


FIGURA 2. A Y B. Esquema de la organización de una cumbre de monitoreo de la red GLORIA-Andes (vista lateral y cenital). C. Vista de una parcela permanente de monitoreo de 1x1 m (indicadas en negro en los esquemas) y de la grilla utilizada para la estimación de las coberturas usando el método del cuadrado puntual (100 puntos). D. Vista de un "clúster" de parcelas permanentes de monitoreo de vegetación de 3x3 m. Las parcelas de muestreo de 1x1 m corresponden a las ubicadas en las cuatro esquinas del clúster. Diagramas modificados de Pauli *et al.* (2015).

rales en cada una. Cada espécimen recolectado fue georeferenciado, fotografiado y etiquetado, para posteriormente procesarse y describirse en el Laboratorio de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (ULA-Mérida), donde se observaron y registraron los caracteres morfológicos, para realizar las determinaciones correspondientes, a través de material bibliográfico y de herbario. Para ello, se siguió el sistema de clasificación APG IV (2016), verificando el estatus taxonómico de cada especie, mediante la utilización de tres bases de datos: The Plant List (2013), Tropicos (2020) y WFO (2020). Vale indicar, que el material recolectado se depositó en el Herbario MER (Universidad de Los Andes), para establecer una colección completa de referencia (fotográfica y de herbario). A su vez, duplicados del primer muestreo se enviaron al Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Para revisar el estatus de los distintos grupos taxonómicos de plantas vasculares presentes, se usaron distintas fuentes bibliográficas y de internet, incluyendo los catálogos de las Floras de Venezuela y Colombia (Hokche *et al.* 2008, Bernal *et al.* 2016a, Bernal *et al.* 2016b), así como las publicaciones de Ricardi *et al.* (1997), Estrada (2003), Morillo *et al.* (2010a, 2010b), Diazgranados (2012), Dorr (201), Al-Shehbaz (2018), Mávarez (2019), Sylvester *et al.* (2020), entre otros. Así mismo, se consultaron y visitaron los herbarios VEN, PORT, MER, MERF en Venezuela y el QCA (Ecuador); y a través de la red, las bases de datos de los herbarios de Chicago (https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/rrc), Nueva York (http://sweetgum.nybg.org/science/vh/), París (https://science.mnhn.fr/all/search), Missouri (http://www.tropicos.org/) y el de la Universidad Nacional de Colombia (http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/). Vale mencionar que para el tratamiento fitogeográfico de los géneros encontrados se siguió el esquema publicado por Sklenár *et al.* (2011).

La descripción del material recolectado se realizó con la ayuda de una lupa de mano (10x) y de un microscopio estereoscópico (Carl Zeiss Stemi SV 6), con la finalidad de observar las características de las plantas a detalle. El material se separó por grupos taxonómicos (APG IV, 2016) y por formas de vida (Muriel *et al.* 2020) para facilitar la elaboración de la clave; esta clasificación es una ampliación de la propuesta de clasificación elaborada por Ramsay y Oxley (1997), que permite englobar e incluir formas de crecimiento de los páramos y las punas, y que corresponden a las siguientes categorías: 1) Rosetas caulescentes, 2) Rosetas basales, 3) Rosetas acaulescentes, 4) Cojines y tapetes, 5) Arbustos erectos, 6) Arbustos prostrados, rastreros y/o trepadores. 7) Hierbas erectas, 8) Hierbas prostradas, rastreras y/o trepadoras, 9) Gramíneas bambusoides, 10) Gramíneas en penacho, 11) Gramíneas cespitosas. 12) Gramíneas dispersas, 13) Suculentas, 14) Árboles, 15) Helechos herbáceos, y 16) Helechos arborescentes (FIGURA 3).

Por último, para la elaboración de la clave dicotómica se utilizaron caracteres resaltantes como lo son los tallos y su pubescencia, los rizomas (en los helechos), látex (presente o ausente), estructuras punzantes, los tipos de hojas, su textura, la filotaxis, el patrón y tipo de venación, las lígulas (gramíneas), pubescencia, tipo de pubescencia y vainas (gramíneas), estípulas y tipo, patrón de ramificación, forma y simetría de la lámina foliar, base, ápice y borde foliar, presencia de glándulas, tamaño de las raquillas y espiguillas (gramíneas), lemas (gramíneas), tipos de inflorescencias (Eudicotiledóneas), características de los capítulos (Asteraceae), entre otros; en lo posible, se usaron caracteres diagnósticos organográficos vegetativos macroscópicos de fácil reconocimiento, y que permitieron desa-

FIGURA 3. Algunas de las formas de vida características del páramo en Venezuela según la clasificación usada por la red GLORIA-Andes (Muriel *et al.* 2020): **A.** *Myrosmodes cochleare* (roseta acaulescente). **B.** *Gentianella nevadensis* (hierba erecta). **C.** *Draba pulvinata* (arbusto erecto). **D.** *Luzula racemosa* (gramínea dispersa). **E.** *Agrostis breviculmis* (gramínea cespitosa). **F.** *Festuca fragilis* (gramínea en penacho). **G.** *Jamesonia imbricata* (helecho herbáceo). **H.** Galium hypocarpium (hierba postrada). **I.** *Echeveria bicolor* (suculenta).

rrollar la clave como herramienta de trabajo y aporte al conocimiento de la flora nativa de la alta montaña tropical.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

DIVERSIDAD TAXONÓMICA Y BIOGEOGRÁFICA

En los levantamientos ejecutados en las siete cumbres de la red de monitoreo GLORIA-Andes en Venezuela durante el establecimiento de la línea base (2012-2014) y la primera serie de remuestreos (2017-2019) en los sitios "Gavidia-Sierra Nevada" y "Culata-Piedras Blancas", se registró un total de 127 especies de plantas vasculares, incluyendo dos subespecies y dos híbridos, pertenecientes a 35 familias, representando el 41,23% para este grupo de plantas en el páramo altoandino de Venezuela (CUADRO 2). Esta elevada riqueza total de especies nos da una idea del valor florístico-ecológico de estas cumbres permanentes de monitoreo como laboratorios al aire libre para el estudio del comportamiento y la respuesta al cambio climático de este diverso conjunto de plantas distribuidas entre los 3800 y los 4600 m. Podemos comparar el número de total de especies registrado con las 308 especies, pertenecientes a 45 familias de plantas vasculares que se encuentran registradas para esta franja de vegetación que corresponde a la más alta del país (sobre los 4000 m de elevación).

CUADRO 2. Lista de especies reportadas en siete cumbres de monitoreo de la red GLORIA-Andes en el páramo Venezolano entre los 3800 y los 4600 m de elevación.

Familia (Géneros/especies)	Especie(s) Reportada(s)
Apiaceae (2/2)	*Azorella julianii* Mathias & Constance [1844, 2095, 2096]; *Niphogeton dissecta* (Benth.) F. Macbr. [1935, 1958, 2136].
Asteraceae (18/36 y 2 híbridos)	*Baccharis prunifolia* Kunth [2061, 2119]; *Baccharis tricuneata* (L.f.) Pers. [1870, 2046]; *Belloa radians* (Benth.) Sagást. & M.O. Dillon [2216]; *Bidens triplinervia* Kunth [1753, 2140]; *Blakiella bartsiifolia* (S.F. Blake) Cuatrec. [2262]; *Conyza mima* S.F. Blake [2269] E; *Conyza uliginosa* (Benth.) Cuatrec. var. *uliginosa* [1995, 2080, 2174, 2177]; *Espeletia batata* Cuatrec. [1430, 1931, 2011] E; *Espeletia moritziana* Sch. Bip. ex Wedd., [1952, 2015] E; *Espeletia timotensis* Cuatrec. [1431] E; *Espeletia moritziana* Sch. Bip. ex Wedd., [1952, 2015] E; *Espeletia timotensis* Cuatrec. [1431] E; *Espeletia nana* Cuatrec. [1843, 2214] E; *Espeletia schultzii* Wedd. [1851, 2240] E; *Espeletia schultzii* Wedd. x *Espeletia moritziana* (Sch. Bip. ex Wedd.) Cuatrec. [1744] E; *Espeletia batata* Cuatrec. x *Espeletia schultzii* Wedd. [1429] E; *Espeletia pannosa* Standl. [1746, 1953] E; *Gnaphalium antennarioides* DC. [2267]; *Gnaphalium dombeyanum* DC. [2275]; *Gnaphalium domingense* Lam. [1456, 1682]; *Gnaphalium meridanum* Aristeg. [2247]; *Hieracium erianthum* Kunth [2271]; *Hinterhubera columbica* Sch. Bip. [1883, 1938, 2253]; *Hinterhubera ericoides* Wedd. [1708, 1951] E; *Hinterhubera laseguei* Wedd. [2230, 2290] E; *Hinterhubera imbricata* Cuatrec. & Aristeg. [1791, 1811] E; *Hypochaeris sessiliflora* Kunth [1886, 2261]; *Hypochaeris setosa* Formánek [2056]; *Lasiocephalus longipenicillatus* (Sch. Bip. ex Sandwith) Cuatrec. [1877, 2255]; *Luciliocline longifolia* (Cuatrec. & Aristeg.) M.O. Dillon & Sagást. [1763, 1946, 2283]; *Noticastrum marginatum* (Kunth) Cuatrec. [1499, 2003, 2062]; *Oxylobus glanduliferus* (Sch.Bip. ex Benth. & Hook.f.) A. Gray [1739]; *Pentacalia andicola* (Turcz.) Cuatrec. [2258]; *Pentacalia apiculata* (Sch. Bip. ex Wedd.) Cuatrec. [2018, 2032, 2154] E; *Pentacalia imbricatifolia* (Sch. Bip. ex Wedd.) Cuatrec. [1481, 1885, 2017, 2260] E; *Pseudognaphalium gaudichaudianum* (DC.) Anderb. [2287]; *Pseudognaphalium moritzianum* (Klatt) V.M. Badillo [2264]; *Senecio funckii* Sch. Bip. [1432, 1496]; *Senecio wedglacialis* Cuatrec. [1466, 1935, 2124, 2234]; *Viguiera goebelii* (Klatt) H. Rob. [2043, 2146] E.
Brassicaceae (1/6 y 2 subespecies)	*Draba arbuscula* Hook.f. [2102] E; *Draba bellardii* S.F. Blake [1928, 2004, 2068] E; *Draba chionophila* S.F. Blake [1482, 1987, 2016] E; *Draba cryophila* Cuatrec. [2090, 2256]; *Draba lindenii* (Hook.) Planch. ex Sprague [1874, 2120] E; *Draba pulvinata* Turcz. subsp. berryi Al-Shehbaz [2243] E; *Draba pulvinata* Turcz. subsp. pulvinata [1965, 2257] E.
Bromeliaceae (1/1)	*Puya venezuelana* L.B.Sm. [1929, 1930, 1985, 2009, 2010].
Campanulaceae (2/2)	*Lobelia tenera* Kunth [1846, 2073]; *Siphocampylus sceptrum* Decne. ex Linden [1780] E.
Caprifoliaceae (1/1)	*Valeriana parviflora* (Trevir.) Höck [1917, 2091] E.
Caryophyllaceae (2/3)	*Arenaria musciformis* Triana & Planch. [1754, 2097]; *Arenaria venezuelana* Briq. [1479, 2147, 2252]; *Cerastium cephalanthum* S.F. Blake [1477, 2175, 2272].
Crassulaceae (1/1)	*Echeveria bicolor* (Kunth) E. Walther [1932, 2013, 2014].
Cyperaceae (1/1)	*Carex bonplandii* Kunth [2031, 2052].
Cystopteridaceae (1/1)	*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. [2305, 2306].
Dryopteridaceae (2/3)	*Elaphoglossum mathewsii* (Fée) T. Moore [2057, 2058, 2059]; *Elaphoglossum* sp. [1775, 2179]; *Polystichum orbiculatum* (Desv.) J. Rémy & Fée [1804, 2223, 2265].
Ericaceae (2/2)	*Gaultheria myrsinoides* Kunth [1707, 1742, 1847]; *Vaccinium floribundum* Kunth [2050, 2125].
Eriocaulaceae (1/1)	*Paepalanthus dennisii* Moldenke [1680, 1981].
Fabaceae (1/2)	*Lupinus jahnii* Rose ex Pittier [2067, 2127] E; *Lupinus* sp. [1881, 2135].
Gentianaceae (2/2)	*Gentianella nevadensis* (Gilg) Weaver & Rüdenberg [1833, 2126, 2286]; *Halenia viridis* (Griseb.) Gilg [1766, 1869, 1956, 2087] E.
Geraniaceae (1/2)	*Geranium chamaense* Pittier [1944, 2055, 2274] E; *Geranium multiceps* Turcz. [2149, 2273] E.

→

Familia (Géneros/especies)	Especie(s) Reportada(s)
Hypericaceae (1/3)	*Hypericum caracasanum* Willd. [1788, 2027, 2028]; *Hypericum juniperinum* Kunth [1684, 2026, 2218, 2263]; *Hypericum laricifolium* Juss. [1868, 1943, 2241].
Iridaceae (2/2)	*Orthrosanthus chimboracensis* (Kunth) Baker [1713, 2144]; *Sisyrinchium tinctorium* Kunth [2242, 2278, 2279].
Juncaceae (1/2)	*Luzula gigantea* Desv. [2239]; Luzula racemosa Desv. [1813, 1889].
Lentibulariaceae (1/1)	*Pinguicula elongata* Benj. [1772, 2032, 2033].
Lycopodiaceae (1/1)	*Lycopodium clavatum* L. [1779, 1963].
Malvaceae (1/1)	*Acaulimalva purdiaei* (A. Gray) Krapov. [1495, 2151, 2303].
Melastomataceae (1/1)	*Chaetolepis lindeniana* (Naudin) Triana. [2129].
Onagraceae (1/1)	*Oenothera epilobiifolia* Kunth [1467, 2176, 2211].
Orchidaceae (3/3)	*Aa hartwegii* Garay [1805, 2228]; *Gomphichis traceyae* Rolfe [1774, 2030, 2069, 2168]; *Myrosmodes cochleare* Garay [1506, 2072].
Orobanchaceae (2/3)	*Castilleja fissifolia* L.f. [1752, 1978, 2150, 2155]; *Neobartsia laniflora* (Benth.) Uribe-Convers & Tank [1769, 2156]; *Neobartsia pedicularoides* (Benth.) Uribe-Convers & Tank [1699, 1758, 1986].
Plantaginaceae (1/1)	*Plantago linearis* Kunth [1709, 2021].
Poaceae (11/20)	*Aciachne acicularis* Laegaard [1498, 1997, 2293]; *Agrostis basalis* Luces [1801, 1824, 1878] E; *Agrostis breviculmis* Hitchc. [1465, 1497, 1896]; *Agrostis tolucensis* Kunth [1702]; *Agrostis trichodes* (Kunth) Roem. & Schult. [1513, 1895]; *Calamagrostis chaseae* Luces [2292] E; *Calamagrostis effusa* (Kunth) Steud. [2024, 2217]; *Calamagrostis heterophylla* (Wedd.) Pilg. [1998]; *Calamagrostis pisinna* Swallen [1720, 1890, 1892, 1999]; *Calamagrostis pittieri* Hack. [1802, 1858, 1893]; *Cortaderia hapalotricha* (Pilg.) Conert [1717, 1797, 1942, 2251, 2288]; *Festuca fragilis* (Luces) Briceño [1473, 1872, 2244, 2276]; *Nassella mexicana* (Hitchc.) R.W. Pohl [1517, 1518, 2066]; *Ortachne erectifolia* (Swallen) Clayton [2210]; *Poa pauciflora* Roem. & Schult. [1475, 1776, 2008, 2249]; *Poa petrosa* Swallen [1476, 1888, 1964] E; *Poa trachyphylla* Pilg. [2277]; *Trisetum foliosum* Swallen [1850, 1868, 1967]; *Trisetum irazuense* (Kuntze) Hitchc. [1800, 1894, 2281]; *Vulpia myuros* (L.) C.C. Gmel. [1511, 2291].
Polygonaceae (1/1)	*Rumex acetosella* L. [2034, 2035].
Polypodiaceae (1/1)	*Melpomene moniliformis* (Lag. ex Sw.) A.R. Sm. & R.C. Moran [1760, 2284].
Portulacaceae (2/2)	*Calandrinia acaulis* Kunth [1501]; *Mona meridensis* (Friedrich) Ö. Nilsson [1839].
Primulaceae (1/1)	*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav.) Spreng. [2308].
Pteridaceae (1/2)	*Jamesonia canescens* Kunze [2094, 2254]; *Jamesonia imbricata* (Sw.) Hook. & Grev. [2224].
Rosaceae(4/10)	*Acaena cylindristachya* Ruiz & Pav. [1936, 2148]; *Hesperomeles obtusifolia* (DC.) Lindl. [2141, 2225]; *Lachemilla equisetiformis* (Trevir.) Rothm. [1971]; *Lachemilla hirta* (L.M.Perry) Rothm. [1505]; *Lachemilla moritziana* Dammer [1504, 2064, 2212, 2268]; *Lachemilla orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb. [2248]; *Lachemilla polylepis* (Wedd.) Rothm. [2153, 2250]; *Lachemilla tanacetifolia* Rothm. [1462, 1507, 1761]; *Lachemilla verticillata* (Fielding & Gardner) Rothm. [1506, 1757, 2270]; *Potentilla heterosepala* Fritsch [1460, 2266].
Rubiaceae (2/2)	*Arcytophyllum nitidum* (Kunth) Schltdl. [1939, 2122]; *Galium hypocarpium* (L.) Endl. ex Griseb. [1862, 1940, 2213].
	Nota: dentro de cada corchete está el número de colección botánica de Luis E. Gámez (Coordinador botánico del proyecto en Venezuela). Abreviatura E = Endémica.

Esta es una diversidad de especies notable, si consideramos que recientemente en Colombia, Rangel-Ch (2018a) reporta para este piso altitudinal un total de 375 especies y 45 familias de plantas con flores para ese país (en donde la superficie del páramo altoandino o superpáramo es considerablemente mayor).

El grupo taxonómico mejor representado corresponde a las Eudicotiledóneas con 23 familias (66%), seguido de las Monocotiledóneas con siete (20%) y por último están los Helechos y sus aliados con cinco (14%). Dentro de las Eudicotiledóneas el grupo de las Asteridas corresponde al más numeroso con 11 familias, seguido de las Rosidas con ocho, las Superasteridas con tres y las Superrosidas con una (FIGURA 4). Por su parte, las familias con mayor cantidad de especies son Asteraceae (Compositae) con 36 especies y dos híbridos, Poaceae (Gramineae) con 20, Rosaceae con 10, Brassicaceae (Cruciferae) con seis especies y dos subespecies; vale indicar que estas cuatro familias tienen cerca del 60% de las especies encontradas en las siete cumbres establecidas. Resalta que todas las familias salvo las Asteraceae, Poaceae y Rosaceae, están representadas por tres o menos géneros, reafirmando la abundancia de estas en el páramo altoandino (Sklenár *et al*. 2005, Cuesta *et al.* 2017). Esto coincide con lo reportado por Ricardi *et al*. (1997) y Estrada (2003), quienes a pesar de utilizar otro sistema de clasificación de plantas, indican que las Eudicotiledóneas son el grupo con mayor cantidad de familias y que las familias Asteraceae y Poaceae son las que tienen mayor cantidad de especies en este piso ecológico. A su vez vale la pena resaltar que muchas de las especies encontradas desarrollan flores con pétalos o tépalos vistosos, lo cual podría estar asociado con la presencia de síndromes de polinización entomofílicos y ornitofílicos en muchas plantas de los páramos (Pelayo *et al.* 2019).

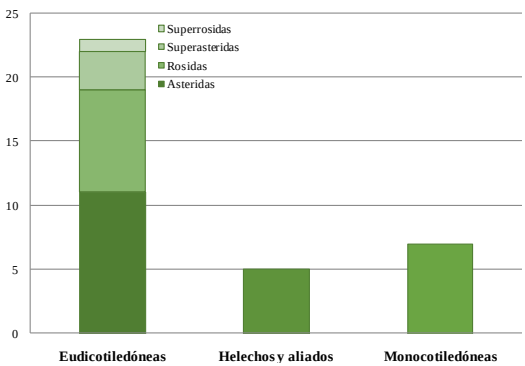


FIGURA 4. Abundancia de los grupos taxonómicos reportados en las siete cumbres de monitoreo de la red GLORIA-Andes en el páramo venezolano.

Con respecto a los géneros, los que presentan mayor cantidad de especies son: *Lachemilla* (7), *Espeletia* (6), *Draba* (5 especies y dos subespecies), *Calamagrostis* (5), *Agrostis, Gnaphalium* e *Hinterhubera* (4), representando el 27,9% del total de especies encontradas y donde muchas de ellas tienen una alta importancia en términos de su cobertura en las cimas evaluadas. Entre estos, llama la atención la riqueza de especies de *Lachemilla*, género de origen Neotropical y que es considerado como característico en el páramo altoandino con representantes en muchas asociaciones, llegando a formar en algunos casos tapices (Gaviria 1997); sin embargo, las especies reportadas en las zonas evaluadas no son dominantes en el paisaje y tampoco son elementos comunes y/o frecuentes en términos de abundancia; caso distinto a *Festuca, Lasiocephalus* y *Nassella*, que a pesar de estar representados por una sola especie, son elementos característicos en casi todas las cumbres.

Con referencia a su origen fitogeográfico (Sklenár *et al*. 2011), prevalecen los géneros de origen Neotropical (*Aa, Jamesonia, Lachemilla, Pentacalia*, entre otros) y Ampliamente Templados (*Agrostis, Arenaria, Calamagrostis, Hypericum, Senecio,* entre otros) con 25 géneros cada

uno (63,29% entre ambos); seguidos de los de origen Holártico (*Castilleja, Cerastium, Draba, Hypochaeris, Lupinus*, entre otros) con 10 géneros (12,66%), Austral Antárticos (*Acaena, Azorella, Calandrinia,* entre otros) con seis (7,60%) y Amplio Tropicales (*Conyza, Elaphoglossum, Melpomene*, entre otros) con cinco. Los géneros endémicos de Páramo están representados por *Blakiella, Espeletia* e *Hinterhubera*, y los Cosmopolita por *Bidens, Lobelia* y *Lycopodium* (FIGURA 5). Esto comprueba, que en estas zonas de alta montaña en los páramos de Venezuela, convergen géneros de distintos orígenes, con una mayor importancia en cuanto al número de géneros de los elementos Neotropicales, Ampliamente Templados y Holárticos, resultando en "islas" de una gran fitodiversidad (Cuesta *et al.* 2020). Con respecto a esto, Ricardi *et al*. (1997) señalan que estas zonas del norte de Sudamérica presentan una influencia marcada de elementos del norte, lo que se refleja en los pocos géneros Austral-Antárticos presentes.

Jiménez-Rivillas *et al.* (2018) utilizaron el endemismo de plantas y animales como base para distinguir y separar distritos dentro de la Provincia Biogeográfica Páramo, reportando un total de 11, donde la Cordillera de Mérida es considerada como el Distrito Venezolano, separado florísticamente de los páramos de la Cordillera Oriental de Colombia por la depresión del Táchira (Hofstede 2003, Hofstede y Llambí 2020). Este distrito no es continuo, ya que existe un aislamiento geográfico entre zonas relativamente cercanas, generando islas parameras rodeadas de formaciones boscosas, siendo uno de los factores más importantes que explica la notoria diversidad y el alto grado endemismo que caracteriza a estos ambientes de la alta montaña tropical (Sklenár *et al.* 2014, Cuesta *et al.* 2017, 2020). A su vez, este marcado endemismo se hace evidente en la flora de las cumbres estudiadas, con 80 especies restringidas a los páramos de Sur América (62,02%) y 30 especies restringidas a Venezuela. Este alto grado de endemismo, junto con la prevalencia de especies con nichos térmicos estrechos y óptimo de distribución asociados a temperaturas promedio bajas, son algunas de las principales razones que hacen a esta flora de las cumbres de Venezuela especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático (Cuesta *et al.* 2020).

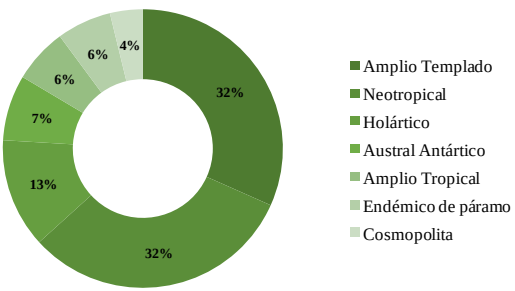


FIGURA 5. Porcentaje del total de géneros presentes incluido en cada grupo de acuerdo a su origen fitogeográfico en las siete cumbres de monitoreo de la red GLORIA-Andes en el páramo venezolano (basado en Sklenár *et al*. 2011).

La familia Asteraceae es la que presenta el mayor número de especies endémicas con 15 (incluyendo dos híbridos); con respecto a esto, Morillo & Briceño (2000) mencionan que en Venezuela sobre los 3900 m de elevación, más del 95% de las especies endémicas de dicha familia, pertenecen a las tribus Heliantheae, Senecioneae y Astereae. Esto concuerda con lo encontrado en este estudio, ya que todas las especies endémicas registradas en las cumbres pertenecen a esas tribus. Funk *et al.* (1995) señalan que la diversidad de esta familia es muy alta en los Andes de Suramérica, donde muchos de los géneros experimentan procesos de especiación y rápida diversificación. A su vez, esto está relacionado con la gran cantidad de híbridos reportados y la amplia variabilidad de formas de crecimiento presente en las especies de esta familia (Madriñan *et al.* 2013,Diazgranados y Barber 2017, Mavárez

2019). Otro grupo taxonómico a destacar en la flora de las cumbres estudiadas corresponde al género *Draba* (Brassicaceae),ya que se encontraron cinco especies y dos subespecies endémicas de Venezuela. Al-Shehbaz (2018)señala que el género es de origen Holártico y reporta para el país 11 especies, de las cuales 10 son endémicas, siendo comunes sobre los 4000 m de elevación, adaptándose bastante bien a los ambientes periglaciales y a suelos muy jóvenes, coincidiendo con las condiciones de las cimas estudiadas.

Por su parte, Ricardi *et al*. (1997), Luteyn (1999) y Sklenár *et al*. (2005) indican que la Poaceae es una de las familias más dominantes y con un gran número de especies en los pisos superiores del páramo. Sin embargo, nosotros solo registramos tres especies endémicas: *Agrostis basalis, Calamagrostis chaseae* y *Poa petrosa*, siendo esta última frecuente en las siete cumbres evaluadas, donde es un elemento común. Con respecto a las Poaceae endémicas del páramo altoandino de Venezuela, Briceño (2010) reporta siete especies, lo cual demuestra que a pesar de ser la segunda familia con mayor riqueza de especies en los Páramos de Venezuela (Rangel-Ch. 2018b), presenta pocos elementos restringidos al páramo altoandino. Otras familias con representantes endémicos en las cumbres de GLORIA en Venezuela son Campanulaceae (*Siphocampylus sceptrum*), Caprifoliaceae (*Valeriana parviflora*), Fabaceae (*Lupinus jahnii*), Gentianaceae (*Halenia viridis*) y Geraniaceae (*Geranium chamaense* y *G. multiceps*). Sklenár & Balslev (2005), Diazgranados (2012) y Mavárez (2019) señalan que en estas zonas altas de los páramos de Colombia, Ecuador y Venezuela los géneros con mayor cantidad de especies endémicas son *Espeletia, Lachemilla, Gentianella, Valeriana, Senecio s.l.* y *Draba*, concordando con lo observado en nuestras cumbres.

Por otro lado, en las cumbres estudiadas solo encontramos dos especies exóticas, *Rumex acetosella* y *Vulpia myuros*, ambas introducidas desde Europa (Luteyn 1999, Briceño 2010; Sarmiento *et al.* 2003). Aunque son elementos de poca cobertura en las cuatro cumbres establecidas en Gavidia, llama la atención la alta importancia relativa de *R. acetosella* en las cumbres de 4200 y 4400 m en el Páramo de Piedras Blancas, dónde llega a estar entre las cinco especies más abundantes, alcanzando coberturas promedio de más de 10% en la cumbre de 4400 m. Esto enfatiza la importancia de hacer un seguimiento de la dinámica de estas especies exóticas, así como los factores abióticos y bióticos que regulan su abundancia en el páramo altoandino; en estos ambientes de alta montaña, la disminución de la competencia con especies herbáceas nativas y el efecto positivo de plantas nodrizas como los cojines pudieran ser importantes en promover su expansión desde las zonas originales de introducción en el piso agrícola (Llambí *et al*. 2018, 2020).

De acuerdo a los reportes del GBIF (2020), usando las directrices de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), solo las especies *Puya venezuelana* y *Myrsine dependens* constituyen elementos de Preocupación Menor. Mientras que según el Libro Rojo de la Flora de Venezuela (Huérfano *et al.* 2020), 64 especies presentes en las cumbres se mencionan en alguna categoría de amenaza, reportando como Vulnerable a *Senecio wedglacialis*, aunque las razones para esta categorización no están claras, siendo esta especie una excelente colonizadora de áreas perturbadas (Sarmiento *et al*. 2003). A su vez se reportan como casi amenazadas a *Puya venezuelana* y *Arcytophyllum nitidum*, y como especie de preocupación menor a *Pinguicula elongata*. Entretanto, las otras 60 especies se encuentran dentro de la categoría de datos

insuficientes. Esto último llama la atención, ya que muchas de estas especies han sido estudiadas por diferentes investigadores, generando datos sobre su distribución, incluyendo estudios para los géneros *Baccharis, Calamagrostis, Draba, Festuca, Espeletia, Hinterhubera, Lachemilla* y *Pentacalia* (Aristeguieta 1964, Gaviria 1997, Briceño 2010, Diazgranados 2012, Cuatrecasas 2013, Lapp 2014, Al-Shehbaz 2018, Carrillo *et al.* 2018, Mavárez 2019, Sylvester *et al.* 2019).

FORMAS DE VIDA

Siguiendo el protocolo para la clasificación de los hábitos de crecimiento de la Red GLORIA-Andes (Muriel *et al.* 2020),se registraron 12 formas de vida, demostrando la gran diversidad de estrategias funcionales y planes de crecimiento que presenta la vegetación altiandina en los Andes Tropicales (Ramsay y Oxley 1997, Rada *et al.* 2019).Los hábitos con un mayor número de especies en las siete cimas estudiadas corresponden a las hierbas erectas con 25 especies, los arbustos erectos con 24, las gramíneas en penacho con 18, las rosetas acaulescentes con 16 y las hierbas postradas con 12, representando el 74,4% del total de especies reportadas (FIGURA 6). Asimismo, se encontraron rosetas caulescentes (8), helechos herbáceos (8), gramíneas cespitosas (5), arbustos postrados (4), cojines y tapetes (4), gramíneas dispersas (3) y suculentas (1).

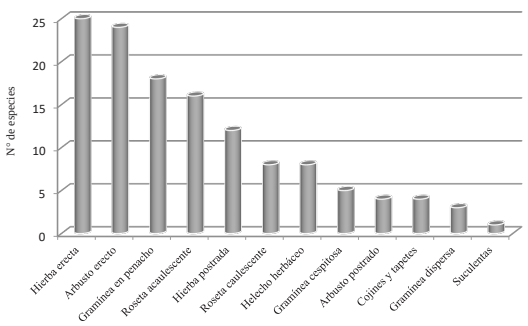


FIGURA 6. Número de especies por forma de vida reportadas en las cumbres evaluadas en el páramo Venezolano (basado en Muriel et al. 2020).

Estos hábitos de las plantas vasculares definen la fisionomía del paisaje natural, siendo la elevación y las variables asociadas como la temperatura y la precipitación factores claves para entender estos cambios (Cuesta *et al.* 2017). Los arbustos (postrados y erectos), gramíneas (cespitosas y en penacho) y rosetas caulescentes son las formas de crecimiento dominantes entre los 3800 y 4100 m de elevación (Páramo de Gavidia), correspondiendo a comunidades de arbustal-rosetal de *Hypericum laricifolium* y *Espeletia schultzii* (Monasterio 1980). Por su parte, las hierbas erectas, rosetas gigantes y cojines son las formas de crecimiento dominantes en las comunidades de rosetal del páramo desértico entre los 4200 y 4400 m; estando entre las especies más representativas y abundantes la roseta *Espeletia timotensis*, las hierbas erectas *Castilleja fissifolia* y *Rumex acetosella*, y los cojines de *Azorella julianii*. Finalmente, en la cumbre de mayor elevación (4600 m), ubicada en el páramo de Piedras Blancas, existe una comunidad muy abierta de desierto periglacial, con un alto porcentaje de suelo desnudo, donde las formas de crecimiento más representativas son las gramíneas en penacho (eg. *Festuca fragilis*), las hierbas erectas (eg. *Lasiocephalus longipenicillatus*), las rosetas basales (*Draba chionophila*) y pequeños arbustos como *Pentacalia imbricatifolia*.

Varios autores han evaluado las formas de crecimiento de las plantas en el páramo altoandino venezolano, señalando la importancia en definir la fisionomía de las comunidades vegetales presentes de las plantas en cojín, las rosetas caulescentes gigantes y las rosetas acaulescentes (Vareschi 1970 y 1992, Monasterio 1980, Ricardi *et al.* 1997, Berg 1998, Cegarra 2006). Sin embargo, es interesante que en términos del número de especies los cojines no están entre las formas

de vida con una mayor riqueza en las cumbres estudiadas (*Arenaria musciformis, A. venezuelana, Azorella julianii* y *Paepalanthus dennisii*). Aun así, es importante resaltar que en el enfoque utilizado por nosotros para la clasificación de formas de vida (Muriel *et al.* 2020), las gramíneas formadoras de tapetes se incluyen en la categoría gramíneas cespitosas (eg. *Aciachne acicularis*). Esto difiere del sistema de Hedberg & Hedberg (1979), quienes consideran a las especies *Aciachne acicularis* y *Calandrinia acaulis* como plantas en cojín, siendo esta última clasificada por nosotros como una roseta acaulescente.

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

La definición de formas de vida o hábitos de crecimiento señalados anteriormente, fue fundamental para la elaboración de la clave dicotómica, permitiendo diferenciar, junto con una serie de otros caracteres más detallados, las 127 especies (incluyendo los híbridos y las subespecies) reportadas en los distintos levantamientos ejecutados entre los años 2012 y 2019, en las siete cimas evaluadas. Para la elaboración de la clave, se utilizó en lo posible rasgos vegetativos resaltantes y de fácil observación, minimizando el uso de caracteres reproductivos, de modo de facilitar la identificación en campo de las plantas encontradas, incluso en ausencia de estructuras reproductivas. Para el manejo de esta clave, es necesario contar con un instrumento de medición graduado en mm y cm, porque se usan rasgos cuantitativos como el tamaño de las plantas, hojas, lígulas, lemas y espiguillas (en las gramíneas), que permiten la diferenciación de varias especies.

A continuación se presenta la clave de las especies reportadas en el proyecto Gloria-Andes (Venezuela):

1a.- Plantas que se reproducen a través de esporas; esporangios originados en el envés, márgenes o en estróbilos erectos en los ápices de las hojas.....(2)

1b.- Plantas que se reproducen a través de semillas; esporas originadas de estructuras especializadas (flores) que originan heterósporas desde las anteras y el ovario .....(9)

2a.- Hojas simples, enteras hasta pinnatisectas .. ..(3)

2b.- Hojas compuestas .....(6)

3a.- Tallos erectos, muchas veces dicotómico; hojas sésiles .....*Lycopodium clavatum*

3b.- Tallos rastreros (rizomas), pocas veces erectos, nunca dicotómicos; hojas pecioladas .....(4)

4a.- Hojas fértiles y estériles monomorfas ....*Melpomene moniliformis*

4b.- Hojas fértiles y estériles dimorfas .....(5)

5a.- Frondes recubiertos completamente por escamas .....*Elaphoglossum mathewsii*

5b.- Frondes recubiertos por escamas solo en el pecíolo y en la cara abaxial .....*Elaphoglossum* sp.

6a.- Frondes mayores a 50 cm de largo ....*Polystichum orbiculatum*

6b.- Frondes menores a 40 cm de largo .....(7)

7a.- Rizomas con escamas translúcidas; soros con indusios abultados .....*Cystopteris fragilis*

7b.- Rizomas con pelos gruesos a manera de cerdas; indusios ausentes .....(8)

8a.- Hojas conspicuamente recubiertas por pelos blancos y alargados, dificultando ver la epidermis de éstas .....*Jamesonia canescens*

8b.- Hojas cubiertas por pocos pelos, exponiendo claramente la epidermis, observándose verdes .....*Jamesonia imbricata*

9a.- Plantas sin cambium intrafascicular; haces vasculares dispersos; láminas en su mayoría con la venación paralelódroma .....(10)

9b.- Plantas en su mayoría con cambium intrafascicular; haces vasculares comúnmente en forma de anillo; láminas con venación pinnada, actinódroma, acródroma, craspedódroma, broquidódroma e hifódroma .....(37)

10a.- Láminas fuertemente cortantes y/o ásperas al tacto .....(11)

10b.- Láminas no cortantes y/o ásperas al tacto, en varios casos lisas hasta algo ásperas .....(14)
11a.- Gramíneas en penacho, mayores a 15 cm de alto .....(12)
11b.- Gramíneas cespitosas, menores a 12 cm de alto .....(13)
12a.- Láminas conduplicadas, aciculares, 0,3-0,45 cm de ancho .....*Ortachne erectifolia*
12b.- Láminas convolutas, aplanadas, 0,5-0,75 cm de ancho .....*Cortaderia hapalotricha*
13a.-Culmos 3-12 cm de largo; lígulas membranáceas, laciniadas .....*Agrostis breviculmis*
13b.- Culmos 1-4 cm de largo; lígulas endurecidas, escábridas .....*Aciachne acicularis*
14a.-Plantas en rosetas, formando cojines compactos .....*Paepalanthus dennisii*
14b.- Plantas no arrosetadas, menos formando cojines compactos .....(15)
15a.- Plantas menores a 20 cm de alto .....(16)
15b.- Plantas mayores a 30 cm de alto .....(23)
16a.- Vainas pilosas .....(17)
16b.- Vainas glabras .....(19)
17a.- Hojas basales aplanadas y algo cortantes; lemas con el ápice marcadamente bilobulado ....*Calamagrostis pittieri*
17b.- Hojas basales subcilíndricas a cilíndricas, involutas a convolutas; lemas con el ápice levemente bifurcado (de aristas exertas) hasta 4-dentado .....(18)
18a.- Lígulas hialinas y agudas ....*Calamagrostis chaseae*
18b.- Lígulas membranáceas y truncadas ....*Calamagrostis heterophylla*
19a.- Lígulas membranáceas, normalmente mayores a 2 mm de largo .....(20)
19b.- Lígulas laceradas, hialinas hasta denticuladas, normalmente menores a 2 mm de largo ....(21)
20a.- Espiguillas 2-3,2 mm de largo; hojas filiformes .....*Agrostis tolucensis*
20b.- Espiguillas 3-6 mm de largo; hojas aplanadas hasta involutas, nunca filiformes .....*Poa petrosa*
21a.- Láminas aplanadas, 1-5 mm de ancho ....*Calamagrostis pisinna*
21b.- Láminas involutas, filiformes, 0,3-0,5 mm de ancho .....(22)
22a.- Espiguillas 1-1,5 mm de largo ....*Agrostis trichodes*
22b.- Espiguillas 7-20 mm de largo ....*Vulpia myuros*
23a.- Hojas dispuestas en dos filas, alternándose en forma de abanico, con vainas abiertas, algunas veces auriculadas .....(24)
23b.- Hojas dispuestas en 2-3 filas, dísticas, dísticas-espiraladas hasta trísticas, con vainas cerradas o abiertas, frecuentemente liguladas o auriculadas .....(25)
24a.- Escapos alados, de menor tamaño a igual longitud de las láminas; tépalos amarillos ....*Sisyrinchium tinctorium*
24b.- Escapos no alados, de mayor tamaño que las láminas; tépalos azulados hasta blanquecinos .....*Orthrosanthus chimboracensis*
25a.- Láminas con los márgenes conspicuamente pilosos; frutos dehiscentes .....(26)
25b.- Láminas con los márgenes glabros a inconspicuamente pilosos; frutos indehiscentes .....(27)
26a.- Hojas basales de 45-60 cm de largo, aplanadas; inflorescencias panículas abiertas ....*Luzula gigantea*
26b.- Hojas basales 30-50 cm de largo, caniculadas a levemente aplanadas; inflorescencias racimos espiciformes .....*Luzula racemosa*
27a.- Culmos triangulares y sólidos; hojas trísticas .....*Carex bonplandii*
27b.- Culmos teretes hasta aplanados; hojas dísticas .....(28)
28a.- Lígulas entre 0,5-1 mm de largo ....*Nassella mexicana*
28b.- Lígulas entre 1-15 mm de largo .....(29)
29a.- Espiguillas mayores a 30 mm de largo ....*Festuca fragilis*
29b.- Espiguillas 3-9 mm de largo .....(30)

30a.- Espiguillas de un solo flósculo .....(31)
30b.- Espiguillas de dos o más flósculos .....(34)
31a.- Raquillas glabras; espiguillas de 2-3,15 mm de largo .....*Agrostis basalis*
31b.- Raquillas pilosas; espiguillas mayores a 3,5 mm de largo .....(32)
32a.- Inflorescencias panículas alargadas, fusiformes hasta algo elípticas, con ramificaciones cerradas con respecto al eje principal .....*Calamagrostis chaseae*
32b.- Inflorescencias panículas abiertas, piramidales y con ramificaciones abiertas y verticiladas .....(33)
33a.- Prolongación de la raquilla desde ¾ hasta el ápice de la lema; lígulas coriáceas y ciliadas .....*Calamagrostis effusa*
33b.- Prolongación de la raquilla hasta la mitad de la lema; lígulas membranáceas, pilósulas .....*Calamagrostis pittieri*
34a.- Lemas con arista dorsal .....(35)
34b.- Lemas sin arista dorsal .....(36)
35a.- Vainas con el ápice largamente extendido a manera de lígula .....*Trisetum foliosum*
35b.- Vainas con el ápice no extendido a manera de lígula .....*Trisetum irazuense*
36a.- Vainas comprimidas con una quilla prominente, ligeramente alada; láminas conduplicadas, rígidamente erectas .....*Poa trachypylla*
36b.- Vainas sin quillas y menos aladas; láminas involutas a moderadamente conduplicadas, flexibles a erectas .....*Poa pauciflora*
37a.- Plantas en rosetas (leñosas o no) hasta arbustos .....(38)
37b.- Plantas herbáceas postradas y/o erectas .....(89)
38a.- Látex presente .....(39)
38b.- Látex ausente .....(41)
39a.- Arbustos mayores a 0,5 m de alto, con los tallos jóvenes rojizos ....*Siphocampylus sceptrum*
39b.- Plantas arrosetadas, dispuestas en forma radiada con las hojas postradas en el suelo .....(40)
40a.- Hojas 3-6 cm de largo, elíptico-lanceoladas; brácteas involucrales subiguales .....*Hypochaeris setosa*
40b.- Hojas 5,5-10 cm de largo, linear-lanceoladas; brácteas involucrales externas de menor tamaño .....*Hypochaeris sessiliflora*
41a.- Hojas compuestas simplemente pinnadas hasta digitadas .....(42)
41b.- Hojas simples .....(44)
42a.- Plantas acaulescentes; folíolos aserrados; frutos aquenios rojizos .....*Acaena cylindristachya*
42b.- Arbustos con tallos distinguibles; folíolos enteros; frutos legumbres .....(43)
43a.- Folíolos 8-10; tallos y hojas densamente pilosos .....*Lupinus jahnii*
43b.- Folíolos 8-12; tallos y hojas pilósulos .....*Lupinus* sp.
44a.- Plantas con estructuras punzantes (armadas) .....(45)
44b.- Plantas sin estructuras punzantes (inermes) .....(46)
45a.- Hojas con el margen espinescente; fruto cápsula con las semillas aladas ....*Puya venezuelana*
45b.- Hojas con el margen aserrado; fruto pomo con las semillas no aladas .....*Hesperomeles obtusifolia*
46a.- Plantas con tallos (sobre o bajo el suelo)...(47)
46b.- Plantas sin tallos (acaulescentes) .....(78)
47a.- Flores solitarias hasta dispuestas en racimos o glomérulos .....(48)
47b.- Flores dispuestas en capítulos (Compositae) .....(61)
48a.- Hojas palmatisectas; pétalos ausentes .....*Lachemilla polylepis*
48b.- Hojas enteras; pétalos presentes .....(49)
49a.- Pétalos unidos, blancos, crema, lila hasta violeta .....(50)
49b.- Pétalos libres, amarillos hasta pardo-amarillentos .....54)
50a.- Láminas con puntos glandulares oscuros; hojas con apariencia de opuestas por tener los en-

trenudos muy cortos .....*Myrsine dependens*
50b.- Láminas sin puntos oscuros; hojas claramente alternas u opuestas .....(51)
51a.- Hojas enteras con estípulas interpeciolares .....*Arcytophyllum nitidum*
51b.- Hojas aserradas sin estípulas .....(52)
52a.- Arbustos con muchas ramas erectas; estambres tres; fruto aquenio .....*Valeriana parviflora*
52b.- Arbustos con pocas ramas laterales; estambres 5; fruto baya .....(53)
53a.- Ovario súpero; anteras coronadas por cuatro apéndices .....*Gaultheria myrsinoides*
53b.- Ovario ínfero; anteras no coronadas por apéndices .....*Vaccinium floribundum*
54a.- Arbustos mayores a 50 cm de alto .....(55)
54b.- Arbustos entre 5-40 (-50) cm de alto.....(59)
55a.- Hojas alternas .....*Draba lindenii*
55b.- Hojas opuestas .....(56)
56a.- Hojas sin puntos glandulares; flores rosadas .....*Chaetolepis lindeniana*
56b.- Hojas con puntos glandulares; flores amarillas .....(57)
57a.- Láminas levemente obovadas, con 2-3 venas ascendentes .....*Hypericum caracasanum*
57b.- Láminas lineales, aciculares hasta elípticas-oblongas, con solo la vena media fácil de observar .....(58)
58a.- Tallos jóvenes tetragonales; hojas imbricadas, 1,2-1,6 mm de ancho .....*Hypericum juniperinum*
58b.- Tallos jóvenes cilíndricos; hojas patentes, 0,6-1,8 mm de ancho .....*Hypericum laricifolium*
59a.- Láminas con la cara inferior cubierta esparcidamente por pelos ramificados; vena media no prominente; inflorescencias generalmente con brácteas .....*Draba arbuscula*
59b.- Láminas con la cara inferior cubierta densamente por pelos estrellados y simples; vena media prominente; inflorescencias generalmente sin brácteas .....(60)
60a.- Láminas foliares conspicuamente ciliadas; frutos pilosos ...*Draba pulvinata* subsp. *pulvinata*
60b.- Láminas foliares no ciliadas; frutos glabrescentes .....*Draba pulvinata* subsp. *berryi*
61a.- Caulirosulas no ramificadas, con las hojas densamente pilosas en ambas caras .....(62)
61b.- Arbustos erectos y/o postrados, ramificados, con las hojas no cubiertas densamente por pelos .....(69)
62a.- Hojas maduras 6-16 cm de largo .....(63)
62b.- Hojas maduras 30-60 cm de largo .....(65)
63a.- Sinflorescencias de 3-5 cabezuelas ....*Espeletia batata* x *Espeletia schultzii*
63b.- Sinflorescencias de una cabezuela .....(64)
64a.- Vainas foliares glabras; rosetas de 15-20 cm de diámetro .....*Espeletia nana*
64b.- Vainas foliares densamente pilosas; rosetas de 18-25 cm de diámetro .....*Espeletia batata*
65a.- Sinflorescencias dicasios, con varias ramificaciones, hojas y brácteas opuestas ....*Espeletia schultzii*
65b.- Sinflorescencias monocasios, con ramificaciones, hojas y brácteas alternas espiraladas .(66)
66a.- Hojas con indumento seríceo, dándoles una tonalidad brillante; sinflorescencias corimbiformes .....*Espeletia pannosa*
66b.- Hojas lanosas, no brillantes; sinflorescencias racemiformes .....(67)
67a.- Caulirosulas normalmente altas (más de 1,5 m); láminas foliares 1,5-4,3 cm de ancho ....*Espeletia timotensis*
67b.- Caulirosulas cortas, usualmente sésiles (menores a 1,5 m); láminas foliares 0,7-1,8 cm de ancho .....(68)
68a.- Sinflorescencias con 2-3 capítulos; flores radiales con brácteas ámbar, llamativas..... *Espeletia schultzii* × *Espeletia moritziana*
68b.- Sinflorescencias con solo un capítulo; flores radiales sin brácteas llamativas ....*Espeletia moritziana*
69a.- Hojas claramente pecioladas ....*Viguiera goebelii*
69b.- Hojas sésiles a subsésíles .....(70)

70a.- Arbustos postrados con las hojas lobuladas en el ápice .....*Baccharis tricuneata*
70b.- Arbustos erectos con las hojas enteras en el ápice .....(71)
71a.- Hojas imbricadas, adpresas al tallo .....(72)
71b.- Hojas no superpuestas, patentes con respecto al tallo .....(73)
72a.-Láminas 3-5 mm de largo, con el borde dentado; cipselas 2-2,2 mm de largo .....*Hinterhubera imbricata*
72b.- Láminas 4,2-6 mm de largo, con el borde entero; cipselas 1,5-2 mm de largo .....*Pentacalia imbricatifolia*
73a.-Arbustos mayores a 1 m de alto, con los entrenudos distinguibles .....(74)
73b.- Arbustos menores a 1 m de alto, con los entrenudos difíciles de distinguir .....(76)
74a.- Hojas claramente pecioladas, aserradas desde la mitad de la lámina hasta el ápice; pappus amarillento .....*Baccharis prunifolia*
74b.- Hojas subsésíles, enteras; pappus blancuzco .....(75)
75a.- Láminas glabras y brillantes en la cara superior, agudas hasta obtusas en el ápice; cabezuelas homógamas .....*Pentacalia andicola*
75b.- Láminas tomentosas y poco brillantes en la cara superior, agudas y mucronadas en el ápice; cabezuelas heterógamas .....*Pentacalia apiculata*
76a.- Corola de las flores femeninas trilobuladas .....*Hinterhubera columbica*
76b.- Corola de las flores femeninas pentalobuladas .....(77)
77a.- Láminas foliares con indumento aracnoideo; ápice de las hojas obtuso; capítulos con 110-130 flores .....*Hinterhubera laseguei*
77b.- Láminas foliares sin indumento aracnoideo; ápice de las hojas agudo; capítulos con 120-140 flores .....*Hinterhubera ericoides*
78a.- Hojas densamente cubiertas por pelos blancos, dificultando distinguir la epidermis .....(79)
78b.- Hojas glabras a glabrescentes, cuando pilosas con la epidermis distinguible .....(80)
79a.- Hojas sésiles, oblongas, redondeadas en el ápice; involucro uniseriado .....*Belloa radians*
79b.- Hojas subsésíles, oblongo-lanceoladas, con el ápice agudo; involucro 3-4 seriado .....*Luciliocline longifolia*
80a.- Hojas rojizas a moradas, cubiertas completamente por pelos glandulares, pegajosas al tacto .....*Pinguicula elongata*
80b.- Hojas verdes, grisáceas, blancuzcas hasta rojizas, no pegajosas al tacto .....(81)
81a.- Láminas con el borde aserrado hasta crenado .....(82)
81b.- Láminas con el borde entero .....(84)
82a.- Hojas de contorno redondeado; estípulas laterales; flores blancas, solitarias .....*Acaulimalva purdiaei*
82b.- Hojas oblongas, lanceoladas, hasta oblongo-lanceoladas; estípulas ausentes; flores amarillas, dispuestas en racimos .....(83)
83a.- Hojas sésiles, glabrescentes; racimos con brácteas; sépalos amarillentos ....*Draba bellardii*
83b.- Hojas pecioladas, con pocos pelos simples; racimos ebracteados; sépalos verdes .....*Draba cryophila*
84a.- Sistema radicular homorrizo; hojas con venación paralelinervia .....(85)
84b.- Sistema radicular alorrizo; hojas con venación hifódroma .....(87)
85a.- Hojas bastante carnosas; inflorescencia cónica, de 5-6 cm sobre el suelo .....*Myrosmodes cochleare*
85b.- Hojas gruesas a levemente carnosas; inflorescencias espigas angostas, 30-40 cm sobre el suelo .....(86)
86a.- Inflorescencia originada de un lado de la roseta; pecíolos diferenciados; raíces pilosas .....*Aa hartwegii*
86b.- Inflorescencia originada del centro de la roseta; pecíolos no diferenciados; raíces glabras .....*Gomphichis traceyae*

87a.- Raíces napiformes; tallos cubiertos densamente por las hojas secas; inflorescencias en racimos compuestos por numerosas flores amarillas y llamativas .....*Draba chionophila*
87b.- Raíces no abultadas; tallos libres de hojas persistentes; flores solitarias o dispuestas en espigas poco llamativas .....(88)
88a.- Hojas erectas, pecioladas, pubescentes; pétalos unidos .....*Plantago linearis*
88b.- Hojas postradas sobre el suelo, sésiles, glabras; pétalos libres .....*Calandrinia acaulis*
89a.- Plantas herbáceas formando cojines densos .....(90)
89b.- Plantas herbáceas erectas y/o postradas ....(92)
90a.- Láminas dentadas desde la mitad de la lámina hasta el ápice, mayores a 3 mm de ancho .....*Azorella julianii*
90b.- Láminas enteras, menores a 2 mm de ancho .....(91)
91a.- Hojas con el ápice agudo; sépalos ovados-oblongos, con el ápice acuminado hasta agudo .....*Arenaria musciformis*
91b.- Hojas con el ápice mucronado; sépalos ovados, con el ápice mucronado ....*Arenaria venezuelana*
92a.- Hojas compuestas .....(93)
92b.- Hojas simples .....(95)
93a.- Folíolos densamente pilosos; estípulas adnatas al pecíolo .....*Potentilla heterosepala*
93b.- Folíolos con pocos pelos; estípulas ausentes .....(94)
94a.- Pecíolos envainadores; ápice de los folíolos mucronados; inflorescencia umbela ....*Niphogeton dissecta*
94b.- Pecíolos no envainadores; ápice de los folíolos acuminados hasta obtusos; inflorescencias capítulos .....*Bidens triplinervia*
95a.- Hojas suculentas .....*Echeveria bicolor*
95b.- Hojas no suculentas .....(96)
96a.- Tallos jóvenes y hojas (en ambas caras) recubiertos por pelos blancos y/o grisáceos, impidiendo muchas veces ver la epidermis .....(97)
96b.- Tallos jóvenes y hojas (en ambas caras) no recubiertos por pelos blancos y/o grisáceos, dejando ver la epidermis .....(101)
97a.- Láminas con el borde o ápice aserrado o crenado .....(98)
97b.- Láminas con el borde o el ápice entero ...(99)
98a.- Hierbas hasta 20 cm de alto; ápice de los tallos recubiertos densamente por pelos lanoso-aracnoideo; ápice de las hojas lobado .....*Conyza mima*
98b.- Hierbas mayores a 25 cm de alto; ápice de los tallos recubiertos por pelos blancos y adpresos; ápice de las hojas agudo ....*Lasiocephalus longipenicillatus*
99a.- Base de las hojas ensanchadas, pero nunca abrazando al tallo ....*Gnaphalium antennaroides*
99b.- Base las hojas abrazando al tallo .....(100)
100a.- Hojas 2-4 cm de largo x 6-8 mm de ancho, con el ápice aristado .....*Gnaphalium meridanum*
100b.- Hojas 2,8-6,7 cm de largo x 6,5-12,5 mm de ancho, con el ápice agudo ....*Pseudognaphalium moritzianum*
101a.- Estípulas presentes .....(102)
101b.- Estípulas ausentes .....(111)
102a.- Hojas alternas u originándose desde la base de la planta .....(103)
102b.- Hojas opuestas hasta verticiladas.....(109)
103a.- Estípulas ócreas .....*Rumex acetosella*
103b.- Estípulas laterales hasta adnatas al pecíolo .....(104)
104a- Hojas pinnatisectas, más largas que anchas .....*Lachemilla tanacetifolia*
104b.- Hojas palmatilobuladas, palmatisectas hasta enteras de contorno redondeado, casi tan largas como anchas .....(105)
105a.- Entrenudos acortados y difíciles de distinguir .....*Lachemilla orbiculata*
105b.- Entrenudos alargados y distinguibles .(106)
106a.- Estípulas bilobuladas; pétalos ausentes .(107)
106b.- Estípulas enteras; pétalos presentes...(108)

107a.- Hojas basales y caulinares diferentes; láminas con los segmentos levemente partidos a enteros .....*Lachemilla moritziana*
107b.- Hojas basales y caulinares isomorfas; láminas con los segmentos profundamente partidos .....*Lachemilla hirta*
108a.- Láminas palmatisectadas, con 4-5 lóbulos; haz cubierto de pelos blancuzcos y fáciles de observar .....*Geranium multiceps*
108b.- Láminas palmatilobuladas; haz con poca pubescencia hasta glabrescente ....*Geranium chamaense*
109a.- Hierbas postradas hasta trepadoras; hojas 3-4 por nudo .....*Galium hypocarpium*
109b.- Hierbas erectas; hojas 4-6 por nudo ....(110)
110a.- Hojas y estípulas pilosas en el envés; gineceo 2-4 carpelar .....*Lachemilla verticillata*
110b.- Hojas y estípulas glabrescentes en el envés; gineceo monocarpelar .*Lachemilla equisetiformis*
111a.- Látex presente .....*Lobelia tenera*
111b.- Látex ausente .....(112)
112a.- Hojas pinnatífidas (con lóbulos angostos) y enteras .....*Castilleja fissifolia*
112b.- Hojas enteras .....(113)
113a.- Láminas con el borde aserrado, dentado hasta crenado .....(114)
113b.- Láminas con el borde entero hasta algo sinuoso .....(123)
114a.- Base de las hojas abrazando parcialmente o completamente al tallo .....(115)
114b.- Base de las hojas de diferentes formas y nunca abrazando parcialmente o completamente al tallo .....(116)
115a.- Brácteas del involucro moradas a rojizas; hojas sésiles, de ápice obtuso hasta agudo ....*Senecio wedglacialis*
115b.- Brácteas del involucro amarillas a crema; hojas cortamente pecioladas, de ápice acuminado .....*Senecio funckii*
116a.- Flores dispuestas en racimos terminales hasta solitarias .....(117)
116b.- Flores dispuestas en capítulos terminales y axilares .....(119)
117a.- Plantas postradas; hojas alternas con el borde aserrado-glandular .....*Oenothera epilobiifolia*
117b.- Plantas erectas; hojas opuestas con el borde crenado .....(118)
118a.- Tallos jóvenes densamente pilosos; inflorescencias villosas-lanadas; labio de la corola ovado-cóncavo .....*Neobartsia laniflora*
118b.- Tallos jóvenes pilósulos; inflorescencias piloso-glandular; labio de la corola levemente obtuso .....*Neobartsia pedicularoides*
119a.- Plantas con hojas radicales y caulinares .....(120)
119b.- Plantas con solo hojas caulinares.....(121)
120a.- Hojas basales sésiles, dentadas; capítulos heterógamos, blancos a rosados ....*Noticastrum marginatum*
120b.- Hojas basales pecioladas, dentadas-glandulares; capítulos homógamos, amarillos ....*Hieracium erianthum*
121a.- Hojas opuestas, recubiertas densamente por pelos glandulares; capítulos homógamas, blancas .....*Oxylobus glanduliferus*
121b.- Hojas alternas, recubiertas de pelos simples y glandulares; capítulos heterógamos, amarillentos a grisáceos .....(122)
122a.- Láminas crenadas, obtusas en el ápice; capítulos solitarios .....*Blakiella bartsiifolia*
122b.- Láminas dentadas, agudas en el ápice; cabezuelas en corimbos ....*Conyza uliginosa* var. *uliginosa*
123a.- Laminas pilosas .....(124)
123b.- Láminas glabras a glabrescentes.....(127)
124a.- Hojas discoloras (verdes en el haz y blancuzcas en el envés).....*Gnaphalium domingense*
124b.- Hojas concoloras .....(125)
125a-. Inflorescencias cimas compactas; hojas opuestas .....*Cerastium cephalanthum*
125b.- Inflorescencias capítulos homógamos; hojas alternas .....(126)

126a.- Hojas mayores a 10 cm de largo y fuertemente aromáticas.....*Gnaphalium dombeyanum*
126b.- Hojas entre 5-8 cm de largo y poco aromáticas .....*Pseudognaphalium gaudichaudianum*
127a.- Hierbas postradas, cespitosas con las hojas espatuladas; sépalos 3.....*Mona meridensis*
127b.- Hierbas erectas o decumbentes con las hojas no espatuladas; sépalos 4-5 .....(128)
128a.- Plantas en floración no mayores a 12 cm de alto, rojizas a verdosas; flores púrpuras a moradas, sin espolones.....*Gentianella nevadensis*
128b.- Plantas en floración mayores a 20 cm de alto, verdes hasta amarillentas; flores verdes a blancas, con espolones recurvados hacia la base .....*Halenia viridis*

AGRADECIMIENTOS

Los autores de la presente investigación queremos agradecer al Programa *Adaptación en las Alturas* y el *Programa de Bosques Andinos* financiados por la Agencia Suiza para Desarrollo y Cooperación (COSUDE) e implementados por el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) por el financiamiento para la generación de esta publicación y su apoyo al trabajo de la Red GLORIA-Andes en Venezuela. Agradecemos también el apoyo durante estos años del ICAE de la Universidad de Los Andes y del Instituto Nacional de Parques de Venezuela. De igual manera, debemos dirigir nuestras profundas palabras de agradecimiento a Teresa Schwarzkopf, Eulogio Chacón, Manuel Fernández, Zulay Méndez, Julia K. Smith, Andrea Bueno, Magdalena Gerhardt, Benito Briceño, Alejandra Melfo, Cherry Rojas, Mariana Cárdenas, Rafael Pacheco, Mayanin Rodríguez, Ciro Soto, John Parra, Maryam Sánchez, Gerardo Rodríguez, Susana Rodríguez, Víctor Palomares, Dominique Bednareck, Fabián Vega y Gabriel Guirigay quienes han participado a lo largo de estos años en las salidas de campo, procesamiento de muestras en el laboratorio, identificación taxonómica, generación de mapas, y otras actividades fundamentales para la consolidación del programa de monitoreo. Finalmente, queremos agradecer al gran apoyo brindado en las salidas de campo en la comunidad de Gavidia de Leopoldo Ponte, Bernabé Torres como a toda su Familia y Manuel Moreno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDANA, A. & J. BOSQUE. 2008. Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003. *GeoFocus* 8:139-168.

AL-SHEHBAZ, I. 2018. A Monograph of the South American Species of *Draba* (Brassicaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*103(4): 463-590.

APG. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.

ARISTIGUIETA, L. 1964. *Flora de Venezuela. Compositae.* Volumen X, I Parte. Instituto Botánico y Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

ARZAC, A., LLAMBI, L.D., DULHOSTE, R., OLANO, J.M., CHACON-MORENO, E. 2019. Modelling the effect of temperature changes on plant life-form distribution in a treeline ecotone of the tropical Andes. *Plant Ecology and Diversity* 12(6):619-632.

ATAROFF, M. & L. SARMIENTO. 2003. *Las Unidades Ecológicas de los Andes de Venezuela.* En: La Marca, E. y Soriano, P. (eds.). Reptiles de los Andes de Venezuela. Fundación Polar, Conservación Internacional, CODEPRE-ULA, Fundacite Mérida, BIOGEOS. Mérida, Venezuela.

BERNAL R., R. GRADSTEIN & M. CELIS (eds.). 2016a. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Volumen I. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

BERNAL R., R. GRADSTEIN & M. CELIS (eds.). 2016b. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Volumen I. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

BERG, A. 1998. Pflanzengesellschaften und Lebensformen des Superpáramo des Parque Nacional Sierra Nevada de Mérida in Venezuela. *Phytocoenologi*a 28 (2): 157-203.

BRICEÑO, B. 2010. Poaceae. En: Morillo, G., Briceño, B. & Silva, J. (eds.). *Botánica y Ecología de las Monocotiledóneas de los Páramos de Venezuela*. Volumen II. Centro Editorial Litorama, C.A. Mérida, Venezuela.

CÁCERES, Y., LLAMBÍ L. & F. RADA, F. 2015. Shrubs as foundation species in a high tropical alpine ecosystem: a multi-scale analysis of plant spatial interactions. *Plant Ecology and Diversity* 8(2): 147-161.

CARRILO, M., M. LAPP & P. TORRECILLA. 2018. Taxonomía de *Hinterhubera* Sch. Bip. ex Wedd. (Asteroideae-Asteraceae) en Venezuela. *Ernstia* 28 (1): 1-44.

CEGARRA, A. 2006. *Bioclimatología y pisos bioclimáticos de Los Andes de Mérida, Venezuela*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Facultad de Farmacia, Departamento de Botánica, Jardín Botánico de la Universidad de Valencia. Valencia, España.

CUATRECASAS, J. 1958. *Aspectos de la Vegetación Natural de Colombia.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 10 (40): 221-262.

CUATRECASAS, J. 2013. A Systematic Study of the Subtribe Espeletiinae (Heliantheae, Asteraceae). *Memoirs of The New York Botanical Garden*. Volume 107. The New York Botanical Garden Press. New York, USA.

CUESTA, F., P. MURIEL, S. BECK, R. I. MENESES, S. HALLOY, S. SALGADO, E. ORTIZ & BECERRA M.T. 2012. *Biodiversidad y Cambio Climático en los Andes Tropicales - Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación. Red Gloria-Andes*. Condesan, Secretaría General de la Comunidad Andina, Red Gloria-Andes, Lima-Quito.

CUESTA, F., MURIEL, P., LLAMBÍ, L., HALLOY, S., AGUIRRE, N., BECK, S., CARILLA, J., MENESES, R., CUELLO, S., GRAU, A., GÁMEZ, L., IRAZÁBAL, J., JÁCOME, J., JARAMILLO, R., RAMÍREZ, L., SAMANIEGO, N., SUÁREZ-DUQUE, D., THOMPSON, N., TUPAYACHI, A., VIÑAS, P., YAGER, K., BECERRA, M., PAULI, H. &GOSLING, W. 2017.Latitudinal and altitudinal patterns of plant community diversity on mountain summits across the tropical Andes. *Ecography* 40: 1-14.

CUESTA, F., TOVAR, C., LLAMBI, L.D., W. GOSLING, S.HALLOY, J.CARRILLA, P. MURIEL, R. MENESES, S. BECK, C.ULLOA ULLOA, K. YAGER, N. AGUIRRE, P. VIÑAS, J. JÁCOME, D. SUÁREZ-DUQUE, W. BUYTAERT H. PAULI. 2020. Thermal niche traits of high alpine plant species and communities across the tropical Andes and their vulnerability to global warming. *Journal of Biogeography* 47(2):408-420.

DIAZGRANADOS, M. 2012. A nomenclator for the frailejones (Espeletiinae Cuatrec., Asteraceae). *PhytoKeys* 16: 1–52.

DIAZGRANADOS, M. & BARBER, J.C., 2017. Geography shapes the phylogeny of frailejones (Espeletiinae Cuatrec., Asteraceae): A remarkable example of recent rapid radiation in sky islands. *Peer J* 5: 29–68.

DORR, L. 2014. *Flora of Guaramacal (Venezuela) Monocotyledons*. Smithsonian contributions to botany, Number 100. Washington, D.C., USA.

ESTRADA, J. 2003. *Análisis multivariante de la variación altitudinal de la composición florística en la Cordillera de Mérida*. Trabajo de Ascenso. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias, Centro Jardín Botánico. Mérida, Venezuela.

FARIÑAS M. & M. MONASTERIO. 1980. *La vegetación del páramo de Mucubají. Análisis de ordenamiento y su interpretación ecológica.* In: Monasterio M, editor.Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Mérida(Venezuela): Editorial de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

FLANTUA S. & H. HOOGHIEMSTRA. 2018. Historical connectivity and mountain biodiversity. En: Hoorn C, Perrigo A. & Antonelli A (eds.). Mountains, climate and biodiversity. Chichester. John Wiley. United Kindom.

FUNK, V., H. ROBINSON, G. MCKEE & J. PRUSKI. 1995. *Neotropical montane Compositae with an emphasis on the Andes*. En: S. Churchill, H. Baslev, E. Forero & J. Luteyn (eds.). Churchill Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. New York Botanical Garden. New York USA.

GAVIRIA, J. 1997. Sinopsis del género *Lachemilla* (Focke) Rydberg(Rosaceae) para Venezuela. *Plantula* 1 (3): 189-212.

GBIF. 2020. Global Biodiversity Information Facility: Acceso libre y gratuito a los datos de biodiversidad. https://www.gbif.org (13 de octubre de 2020).

HEDBERG I. & HEDBERG O. 1979. Tropical-alpine life-forms of vascular plants. *Oikos* 33:297–307.

HOKCHE, O., P. BERRY & O. HUBER. (eds.) 2008. *Nuevo Catalogo de la Flora Vascular de Venezuela.* Fundación Instituto Botánico de Venezuela, Caracas, Venezuela.

HOFSTEDE, R. 2003. Los páramos en el mundo, su diversidad y sus habitantes. En: Hofstede, R., Segarra, P. y P. Mena (eds.). Los páramos del mundo. Proyecto atlas mundial de los Páramos. Global Peatl and Iniciative/UICN/ Ecociencia. Quito, Ecuador.

HOFSTEDE, R.& LLAMBI, L.D. 2020. Plant Diversity in Páramo, Neotropical High Mountain Humid Grasslands. In: Goldstein, M.I., Della Sala, D.A. (eds.). Encyclopedia of the World's Biomes.

HUÉRFANO, A., I. FEDÓN & M. JULIÁN. 2020. *Libro Rojo de la Flora Venezolana*. Segunda edición. Instituto Experimental Jardín Botánico Dr. Tobías Lasser. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

HUPP, N., L. LLAMBÍ, L. RAMÍREZ & R. CALLAWAY. 2017. Alpine cushion plants have species-specific effects on microhabitats and community structure in the tropical Andes. *Journal of Vegetation Science* 28(5): 928-938.

JIMÉNEZ-RIVILLAS, C., J.GARCÍA, M. QUIJANO-ABRIL, J. DAZA & J. MORRONE. 2018. A new biogeographical regionalisation of the Páramo biogeographic province. *Australian Systematic Botany* 31: 296–310.

LAPP, M. 2014. *Sistemática de Pentacalia Cass. y Monticalia Jeffrey (Asteroideae-Asteraceae) en Venezuela.* Tesis doctoral. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias, Postgrado en Botánica. Caracas, Venezuela.

LLAMBI, L.D., FARIÑAS, M., SMITH, J.K., CASTAÑEDA, S.M., BRICEÑO, B. 2014. *Diversidad de la vegetación en dos páramos de Venezuela: un enfoque multi-escala con fines de conservación*. En: Cuesta, F., Sevink, J., Llambí, L.D., De Bievre, B y Posner J. Avances en Investigación para La Conservación en los Páramos Andinos. CONDESAN, Quito, Ecuador.

LLAMBI, L.D. & CUESTA, F. 2014. *La diversidad de los páramos andinos en el espacio y en el tiempo*. En: Cuesta, F., Sevink, J., Llambí, L.D., De Bievre, B. y Posner J (eds.). Avances en Investigación para la Conservación en los Páramos Andinos. CONDESAN, Quito, Ecuador.

LLAMBI, L.D., HUPP, N., SAEZ, A., CALLAWAY, R. 2018. Reciprocal interactions between a facilitator, natives and exotics in tropical alpine plant communities. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 30:82-88.

LLAMBI, L.D., DURBECQ, A., CACERES-MAGO, K., CÁCERES, A., RAMIREZ, L., TORRES, J.& MENDEZ, Z. 2020. Interactions between nurse-plants and an exotic invader along a tropical alpine elevation gradient: growth-formmatters. *Alpine Botany* 130:59-73.

LUTEYN, J. 1999. Páramos: a checklist of plant diversity, geographical distribution, and Botanical literature. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 84: 1–278.

MADRIÑAN, S., CORTES, A.J., RICHARDSON, J.E., 2013. Páramo is the world's fastest evolving and coolest biodiversity hotspot. *Frontiers in Genetics* 4: 192.

MAVÁREZ, J. 2019. A Taxonomic Revision of *Espeletia* (Asteraceae). The Venezuelan Radiation. *Harvard Papers in Botany* 24 (2): 131-244.

MAVAREZ, J., BEZY, S., GOEURY, T. FERNANDEZ, A., AUBERT, S. 2019. Current and future distribution of Espeletiinae (Asteraceae) in the Venezuelan Andes based on statistical downscaling of climatic variables and niche modelling. Plant Ecology and Diversity 12 (6): 633-647.

MONASTERIO, M. 1979. *El Páramo Desértico en el altoandino de Venezuela*. En: Salgado-Labouriau, M. (ed.). El Medio Ambiente Páramo. Ediciones del CIET-IVIC/ MAB-UNESCO. Caracas, Venezuela.

MONASTERIO M. 1980. *Las formaciones vegetales de los páramos venezolanos*. En: Monasterio M, ed. Estudios Ecológicos en los páramos andinos. Mérida: Ediciones de la Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.

MONASTERIO, M. & REYES, S. 1980. *Diversidad ambiental y variación de la vegetación en los páramos de los Andes venezolanos*. En Monasterio M. (ed.). Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

MORA, M. A., LLAMBÍ, L. D. & RAMÍREZ, L. 2019. Giant stem rosettes have strong facilitation effects on alpine plant communities in the tropical Andes. *Plant Ecology & Diversity* 12(6):593-606.

MORILLO G. & BRICEÑO, B. 2000. Distribución de las Asteraceae de los Páramos Venezolanos. *Acta Botanica Venezuelica* 23 (1): 47-67.

MORILLO, G., B. BRICEÑO & J. SILVA (eds.). 2010a. *Botánica y ecología de las Monocotiledóneas de los páramos en Venezuela.* Volumen I. Centro Editorial Litorama, C.A. Mérida, Venezuela.

MORILLO, G., B. BRICEÑO & J. SILVA (eds.). 2010b. *Botánica y ecología de las Monocotiledóneas de los páramos en Venezuela.* Volumen II. Centro Editorial Litorama, C.A. Mérida, Venezuela.

MURIEL, P., LLAMBÍ, L.D., CUESTA, F., JARAMILLO, R., GÁMEZ, L.E., CARRILLA, J., MENESES, R.I., &RAMÍREZ, L. 2020.*Protocolo para el Estudio de Formas de Crecimiento y Atributos Adaptativos en Ecosistemas Alto-Andinos*. Red GLORIA-Andes. Quito, Ecuador.

PARSONS, J. 1982. The northern Andean environment. *Mountain Research and Development* 2: 253–262.

PAULI H., M. GOTTFRIED, S. DULLINGER, O. ABDALADZE, M. AKHALKATSI, J. L. BENITO, G. COLDEA, J. DICK, B. ERSCHBAMER, R. FERNÁNDEZ, D. GHOSN, J. HOLTEN, R. KANKA, G. KAZAKIS, J. KOLLÁR, P. LARSSON, P. MOISEEV, D. MOISEEV, U. MOLAU, J. MOLERO, L. NAGY, G. PELINO, M. PUŞCAŞ, G. ROSSI, A. STANISCI, A. SYVERHUSET, J. THEURILLAT, M. TOMASELLI, P. UNTERLUGGAUER, L. VILLAR, P. VITTOZ & G. GRA-

BHERR. 2012. Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. *Science* 336 (6079): 353–355.

PAULI, H., M. GOTTFRIED, A. LAMPRECHT, S. NIESSNER, S. RUMPF, M. WINKLER, K. STEINBAUER & G. GRABHERR. 2015. *Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA*. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básicos, complementarios y adicionales. Quinta edición. GLORIA-Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida. Viena, Austria.

PELAYO, R., SORIANO, P.J., MARQUEZ N.J.& NAVARRO L. 2019. Phenological patterns and pollination network structure in a Venezuelan páramo: a community scale perspective on plant-animal interactions. *Plant Ecology and Diversity* 12(6):607-618.

PEREZ, F. 1987. Needle-ice activity and the distribution of stem-rosette species in a Venezuelan páramo. *Arctic and Alpine Research* 19:135–153.

RADA, F., AZOCAR, A. & GARCÍA-NUÑEZ, C. 2019. Plant functional diversity in a tropical Andean páramo. *Plant Ecology and Diversity* 12(6):539–554.

RAMSAY, P. & OXLEY, E. 1997. The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian páramos. *Plant Ecology* 131. 173–192.

RANGEL-CH, J. 2018a. *Las plantas con flores de la región Biogeográfica del páramo (desde Costa Rica hasta Bolivia).*En: Orlando Rangel-Ch., J. (ed). Colombia Diversidad Biótica XVI: Patrones de riqueza y de diversidad de las plantas con flores en el bioma de páramo. Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

RANGEL-CH, J. 2018b. *Las plantas con flores del páramo colombiano.* En: Orlando Rangel-Ch., J. (ed). Colombia Diversidad Biótica XVI: Patrones de riqueza y de diversidad de las plantas con flores en el bioma de páramo. Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

RICARDI, M., J. GAVIRIA, J. & J. ESTRADA. 1997. La Flora del Superpáramo venezolano y sus relaciones fitogeográficas a lo largo de Los Andes. *Plantula* 1 (3): 171-187.

SARMIENTO, L., LLAMBÍ, L.D., ESCALONA, A. & MÁRQUEZ, N. 2003. Vegetation patterns, regeneration rates and divergence in an old-field succession of the high tropical Andes. *Plant Ecology* 166: 63-74.

SARMIENTO, L.& LLAMBÍ, L. 2011. *Regeneración del páramo después de un disturbio agrícola: síntesis de dos décadas de investigaciones en sistemas con descansos largos de la Cordillera de Mérida.* En: Herrera, F. & I. Herrera. La Restauración ecológica en Venezuela: Fundamentos y Experiencias. Ediciones IVIC (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas). Altos de Pipe, Venezuela.

SCHUBERT C. 1979. *La zona del páramo: morfología glacial y periglacial de los Andes de Venezuela.* En: Salgado-Labouriau M. (ed.). El Medio Ambiente Páramo. Centro de Estudios Avanzados, IVIC, Caracas, Venezuela.

SKLENÁR P. & BALSLEV H., 2005. *Superpáramo plant species diversity and Phytogeography in Ecuador*. Flora, Morphology Distribution Functional Ecology of Plants 200 (5): 416-433.

SKLENÁR P., J. LUTEYN, C.ULLOA, P. JORGENSEN & M. DILLON. 2005. Flora Genérica de los Páramos. Guía Ilustrada de las Plantas Vasculares. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. Volumen 92. The New York Botanical Garden. New York, USA.

SKLENÁR P., DUSKOVÁ E. & BALSLEV H., 2011. Tropical and Temperate: Evolutionary History of Páramo Flora. *Botanical Review* 77 (2):71–108.

SKLENÁR, P., I. HEDBERG & A.M. CLEEF. 2014. Island biogeography of tropical alpine floras. *Journal of Biogeography* 41: 297.

SYLVESTER, S., R. SORENG, W. BRAVO-PEDRAZA, L. CUTA-ALARCÓN, D. GIRALDO-CAÑAS, J. AGUILAR-CANO & P. PETERSON. 2019.Páramo *Calamagrostis s.l.* (Poaceae): An updated list and key to the species known or likely to occur in páramos of NW South

America and southern Central America including two new species, one new variety and five new records for Colombia. *PhytoKeys* 122: 29–78.

SYLVESTER, S., L. CUTA-ALARCÓN, W. BRAVO-PEDRAZA & R. SORENG. 2020. *Agrostis* and *Podagrostis* (Agrostidinae, Poaceae) from páramos of Boyacá, Colombia: synoptic taxonomy including a key to Colombian species. *Phytokey*s. 151:107-160.

THE PLANT LIST. 2013. *The Plant List*. Versión 1.1. http://www.theplantlist.org/. (25 de octubre de 2020).

TORRES J.E., SCHWARZKOPF, T., FARIÑAS, M.R. & ARANGUREN A. 2012. ¿Es la orientación de la pendiente un factor modificador de la estructura florística en la alta montaña tropical Andina?. *Ecotrópicos* 25(2):61–74.

TROPICOS. 2020. *Tropicos.* Missouri Botanical Garden. https://www.tropicos.org/. (25 de Octubre de 2020).

VAN DER HAMMEN, T. & A. CLEEF. 1986. *Development of the high Andean Páramo flora and vegetation.* En: Vuilleumier, F and Monasterio, M. (eds.), High altitude tropical biogeography. Oxford Univ. Press. United Kindom.

VARESCHI, V. 1970. *Flora de los Páramos de Venezuela.* Ediciones del Rectorado, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

VARESCHI V. 1992. *Ecología de la vegetación tropical*. Caracas (Venezuela): Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales.

WFO. 2020. World Flora Online. http://www.worldfloraonline.org. (25 de Octubre de 2020).

ISSN [e] 2244-8888

Pittieria
44
ENERO-DICIEMBRE 2020 *págs. 104-127*

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE ÁRBOLES DEL JARDÍN BOTÁNICO DE MÉRIDA (VENEZUELA) POR MEDIO DE CARACTERES VEGETATIVOS

IDENTIFICATION KEY FOR TREES IN THE BOTANICAL GARDEN OF MÉRIDA (VENEZUELA) THROUGH VEGETATIVE CHARACTERS

por

JOSÉ L. MEDINA L.[1], CIRO A. SOTO O.[2] y LUIS E. GÁMEZ[3]

Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
Laboratorio de Dendrología. Mérida Venezuela.
1 leomedinaforest@gmail.com,
2 ciroalfonsosoto20@gmail.com,
3 lgamez@ula.ve

RECIBIDO: AGOSTO 15 DE 2020 / **ACEPTADO:** DICIEMBRE 08 DE 2020

RESUMEN

Para este trabajo se colectaron, describieron y determinaron las especies arbóreas presentes en el Jardín Botánico de Mérida. Se registraron 137 especies, pertenecientes a 108 géneros de 47 familias. Las familias mejor representadas fueron Fabaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae y Moraceae, mientras que los géneros más diversos fueron *Ficus, Albizia, Annona, Citrus, Cordia, Erythrina* y *Miconia.* Los jardines temáticos de bosque seco y selva nublada muentran mayor cantidad de especies arbóreas. Se creó una clave de determinación pareada a través de los caracteres vegetativos para las especies encontradas en el área. Los caracteres vegetativos más relevantes para la diferenciación de las especies fueron: tipo, forma y margen de la hoja, presencia de secreciones, filotaxis, pubescencia, presencia de estípulas, patrón de venación, puntos translúcidos, estructuras punzantes, glándulas y pulvínulos; de manera complementaria se evaluaron características de la corteza. Además, se consideraron características cuantitativas como el número de pinnas, folíolos y pínnulas así como tamaño de peciolos y láminas foliares. La creación de claves de identificación independientes de los caracteres reproductivos mostró ser una opción viable para la identificación taxonómica en campo en esta área para las especies evaluadas.

PALABRAS CLAVE: árboles, identificación taxonómica, descripción botánica, caracteres vegetativos, dendrología, forestal.

ABSTRACT

For this work, tree species present in the Botanical Garden of Mérida were collected, described and determined. 137 tree species were registered, belonging to 108 genera from 47 families. The best represented families were Fabaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae and Moraceae, whereas the most diverse genera were *Ficus, Albizia, Annona, Citrus, Cordia, Erythrina* and *Miconia*. The thematic gardens of cloud forest and tropical dry forest showed the highest number of tree species. We created a paired identification key using vegetative characters of the species found in the area. The most relevant characters for species differentiation were: type, shape and margin of the leaf, presence of secretions, phyllotaxis, pubescence, presence of stipules, venation pattern, translucent dots, stinging structures, glands and pulvinules. Moreover, quantitative characters such as number of pinna, leaflets and pinnules, along with the length of petioles and leaf blade were considered. The creation of identification keys independent of reproductive characters proved to be a viable option for the taxonomic determination in field in this area for the evaluated species.

KEY WORDS: trees, taxonomic identification, botanical description, vegetative characters, dendrology, forestry.

INTRODUCCIÓN

El territorio venezolano posee una gran diversidad biológica y ecosistémica, que lo posiciona como uno de los diez países megadiversos del mundo (Aguilera *et al.* 2003). Es por ello que a lo largo de su historia se han creado numerosas figuras de conservación y protección de las áreas naturales como las diversas ABRAE, las cuales abarcan más de la mitad del territorio nacional (Plonczak & Rodríguez 2002; Aguilera *et al.* 2003; García & Silva 2014). Asociado a esto, los jardines botánicos constituyen un elemento relevante dentro de las estrategias de conservación y protección de la diversidad biológica (Forero 1989), adoptando generalmente cuatro criterios principales de organización: taxonómicos (sistemáticos o evolutivos), fitogeográficos (florística o fitocenología), ecológicos (relación planta-ambiente) y socioeconómicos (usos o beneficios) (Castellano 2003). El uso de estos enfoques permite abarcar actividades de investigación, docencia, recreación, ecoturismo, interacciones con las comunidades, entre otras; convirtiendo a los jardines botánicos en espacios de comunión entre las ciencias, la sociedad y el ambiente (Sandoval 2008), además de resguardar los recursos biológicos mediante el establecimiento de colecciones *ex situ* de plantas nativas y exóticas, así como representaciones de ecosistemas valiosos (Castellano 2003).

Actualmente, Venezuela cuenta con más de diez jardines botánicos (Castellano 2003), algunos de ellos poseen una amplia trayectoria científica y reconocimiento internacional, como es el caso del jardín botánico de la Universidad Central de Venezuela, decretado patrimonio natural según la UNESCO (Sarmiento 2016). Por su parte, el Jardín Botánico de Mérida formó parte de la base de datos del proyecto de la Conservación de Jardines Botánicos Internacional (BGCI), del cual son parte otras instituciones de gran relevancia como el Missouri Botanical Garden y el London Kew Botanical Garden (BGCI 2019). Estos espacios naturales componen una estrategia de mitigación del cambio climático a través de los servicios ecosistémicos que proporciona la vegetación; en este contexto adquiere mayor importancia el componente arbóreo como elemento biológico, fundamental dinamizador del ecosistema, captador de carbono y su potencial para generar condiciones propicias otras formas de vida como arbustos, hierbas, plantas trepadoras, epífitas y fauna silvestre.

Es por esto que se debe resaltar la importancia y utilidad de las investigaciones enfocadas al estudio de los árboles para así fortalecer los programas de extensión que fomentan los valores ambientales y generen una interacción positiva entre la comunidad y la institución. En este sentido, resulta preciso determinar apropiadamente las especies y proveer una herramienta técnica de determinación taxonómica a través de una clave de identificación mediante caracteres vegetativos, herramienta que según Jiménez (1967) y Van der Werf (2008), permite sortear problemas como la complejidad de los caracteres reproductivos y la fenología intermitente de las especies en el trópico, facilitando en gran medida las labores de identificación en campo. Aunado a esto, Perreta & Vegetti (2005) mencionan que la morfología y arquitectura de las plantas son una expresión de la interacción en el tiempo entre características genéticas de la especie y el ambiente, la constancia de estas adaptaciones hacen que estas características sean fiables para describir o identificar grupos taxonómicos dentro de su ambiente original.

Por su parte, en el estado Mérida se han realizado estudios similares destinados a la generación de claves de identificación mediante caracteres vegetativos en áreas urbanas y periurbanas para algunas familias específicas (Rodríguez &

Gámez 2010; Parra & Gámez 2011; Yajure & Gámez 2011; Gámez 2013). Con respecto al Jardín Botánico de Mérida, existen aportes orientados a la elaboración de catálogos, carentes aún, de herramientas que permitan una identificación sistematizada de las especies allí presentes. Chung (2003) presentó una primera propuesta temática en la cual se sectorizan las zonas del jardín mediante pictogramas elaborando un catálogo divulgativo de cada ecosistema representado al momento de la investigación donde se describen algunas características de las especies presentes. Posteriormente, Flores (2006) estableció las bases para la creación de catálogos individuales de cada colección temática que para ese entonces existía dentro del jardín, con el fin de divulgar la información de una manera gráfica y didáctica para el público que visita el jardín. Sin embargo, no existen trabajos consolidados sobre las especies del componente forestal u otras formas de vida en el Jardín Botánico de Mérida, que pudieran servir como base para estudios posteriores y la divulgación científica.

La presente investigación tiene como objetivo elaborar una clave de identificación en base a caracteres vegetativos para los especímines arbóreos presentes en el Jardín Botánico de Mérida, que contribuya a facilitar la administración de los recursos, impulsar nuevos estudios y promover el programa educativo de la institución a la vez que sea aplicable a través de las diferentes fenofases de las especies, siendo una herramienta botánica que puede impulsar el desarrollo de actividades científicas, educativas y recreativas para el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Jardín Botánico de Mérida, fundado en el año 1991, está adscrito a la Universidad de Los Andes y ocupa un área de 44 ha que fueron donadas a la universidad para su desarrollo académico (Contreras 2006). Se ubica al norte de la ciudad de Mérida (Venezuela), a una altitud de 1.820 m, y según el sistema de clasificación de Holdridge, se ubica en la zona de vida de bosque húmedo premontano (Ewell *et al.* 1968). El área de estudio delimitada para esta investigación corresponde a la zona destinada al acceso público, donde se concentran las colecciones temáticas (FIGURA 1).

Para la ejecución del trabajo, se hizo un reconocimiento del área para identificar los diferentes jardines temáticos y determinar los sectores del jardín con mayor densidad y diversidad de especies de árboles. Siguiendo las metodologías de Cascante (2008) y De León (2014) se recolectaron, rotularon y prensaron muestras botánicas de todas las especies arbóreas con un diámetro a altura de pecho ≥ 1 cm. El material recolectado se procesó en el laboratorio de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (ULA-Mérida); estas se secaron en una estufa a una temperatura entre 30-50 ºC para remover la humedad y prevenir el desarrollo de agentes patógenos que afecten la representatividad e integridad del material, garantizando el preservado hasta su determinación.

Para la descripción botánica se siguieron los protocolos usados por Gentry (1993), Smith *et al.* (1996), Boyle (2001), y Sánchez-Vindas *et al.* (2005), enfocándose en caracteres vegetativos como presencia de espinas y/o aguijones, presencia de secreciones, tipo de hoja, filotaxis, textura, presencia y tipo de pubescencia y puntos translúcidos, presencia y tipo de estípulas. Con respecto a las características morfológicas foliares se utilizó la nomenclatura propuesta por Ellis *et al.* (2009), en la que describe la forma y simetría de la lámina foliar, tamaño, ápice, base, margen foliar, patrón y tipo de venación. Para las hojas compuestas adicionalmente se tomaron en cuenta los datos cuantitativos relacionados a la

FIGURA 1. Delimitación del área de estudio (línea blanca). Delimitación del área administrativa del Jardín Botánico de Mérida (línea amarilla). Croquis realizado con el software Google Earth 2019, mediante fotointerpretación y puntos levantados con GPS.

cantidad de pinnas, folíolos y pínnulas (Márquez 2019). Otros caracteres como color, consistencia, presencia de glándulas, presencia de pulvínulos, zarcillos también se consideraron. Para facilitar la descripción sistematizada de las especies y la posterior creación de la clave dicotómica se generó previamente una tabla de caracteres morfológicos vegetativos junto con una base de datos en una hoja de cálculo de Excel de Microsoft Office.

Partiendo de los caracteres diagnósticos registrados en cada descripción, se realizó la determinación taxonómica de las especies utilizando bibliografía especializada y la comparación de las exsiccata depositadas en el Herbario MER, así como herbarios digitales y consultas con especialistas. Para la nomenclatura científica se siguió el sistema de clasificación APG IV (2016) y la verificación de los nombres se realizó utilizando las páginas especializadas The Plant List (The plant list 2013) y Tropicos (Tropicos 2019). Basados en la información taxonómica obtenida se ordenó y procesó la información en la base de datos de Excel, en la cual se determinaron las estadísticas básicas y el Índice de Importancia Familiar (IIF) con la siguiente fórmula:

$$IIF = \frac{(\text{Número de especies por familia} * 100}{\text{Número total de especies}}$$

Finalmente, se elaboró una clave dicotómica en base a caracteres vegetativos, partiendo de los elementos relevantes de mayor frecuencia para la agrupación de especies y, posteriormente, se diferenciaron las especies de acuerdo a atributos específicos (cualitativos y cuantitativos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 137 especies arbóreas, pertenecientes a 22 órdenes, 47 familias y a 108 géneros (CUADRO 1). Vale indicar que la mayoría de las especies pertenecen al grupo de las Rósi-

CUADRO 1. Listado de especies arbóreas encontradas en el Jardín Botánico de Mérida. Se muestra la especie y la familia correspondiente, origen y el jardín temático en el cual fue muestreada y marcada.

Nombre científico	Familia	Origen	Jardín Temático
Abutilon pictum (Gillies ex Hook.) Walp.	Malvaceae	Exótica	Rosal
Acacia mangium Willd.	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Exótica	Bosque seco
Acnistus arborescens (L.) Schltdl.	Solanaceae	Nativa	Bosque seco
Adenaria floribunda Kunth	Lythraceae	Nativa	Zingiberales
Albizia guachapele (Kunth) Dugand	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nativa	Bosque seco
Albizia saman (Jacq.) Merr.	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nativa	Bosque seco
Albizia subdimidiata (Splitg.) Barneby & J.W.Grimes	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nativa	Bosque seco
Alchornea glandulosa Poepp.	Euphorbiaceae	Nativa	Selva nublada
Alnus acuminata Kunth	Betulaceae	Nativa	Jardín Oriental
Annona cherimola Mill.	Annonaceae	Naturalizada	Frutal
Annona muricata L.	Annonaceae	Nativa	Frutal
Annona montana Macfad.	Annonaceae	Nativa	Bosque seco
Apeiba tibourbou Aubl.	Malvaceae	Nativa	Bosque seco
Aphelandra fasciculata Wassh.	Acanthaceae	Nativa	Selva nublada
Araucaria heterophylla (Salisb.) Franco	Araucariaceae	Exótica	Ornamental
Aristolochia tricaudata Lem.	Aristolochiaceae	Exótica	Selva nublada
Astronium graveolens Jacq.	Anacardiaceae	Nativa	Bosque seco
Axinaea costaricensis Cogn.	Melastomataceae	Nativa	Selva nublada
Banara guianensis Aubl.	Salicaceae	Nativa	Bosque seco
Bauhinia aculeata L.	Fabaceae (Cercidoideae)	Nativa	Bosque seco
Billia rosea (Planch. y Linden) C.U.Ulloa y M.Jørg.	Sapindaceae	Nativa	Selva nublada
Bixa urucurana Willd.	Bixaceae	Nativa	Bosque seco
Brownea coccinea Jacq.	Fabaceae (Detarioideae)	Nativa	Bosque seco
Brownea grandiceps Jacq.	Fabaceae (Detarioideae)	Nativa	Bosque seco
Brugmansia candida Pers.	Solanaceae	Naturalizada	Rosal
Bucida buceras L.	Combretaceae	Nativa	Zingiberales
Caesalpinia granadillo Pittier	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nativa	Bosque seco
Calliandra pittieri Standl.	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nativa	Bosque seco
Callistemon sp.	Myrtaceae	Exótica	Bosque seco
Calycolpus moritzianus (O.Berg) Burret	Myrtaceae	Nativa	Selva nublada
Caryodendron orinocense H.Karst.	Euphorbiaceae	Nativa	Senderos aéreos
Casuarina equisetifolia L.	Casuarinaceae	Exótica	Ornamental
Cecropia peltata L.	Urticaceae	Nativa	Selva nublada
Cedrela fissilis Vell.	Meliaceae	Nativa	Bosque seco
Cedrela odorata L.	Meliaceae	Nativa	Bosque seco
Ceiba insignis (Kunth) P.E.Gibbs & Semir	Malvaceae	Naturalizada	Bosque seco
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	Malvaceae	Nativa	Bosque seco
Chiococca phaenostemon Schltdl.	Rubiaceae	Exótica	Selva nublada
Cinnamomum triplinerve (Ruiz & Pav.) Kosterm.	Lauraceae	Nativa	Jardín Oriental
Citrus maxima (Burm.) Merr.	Rutaceae	Exótica	Frutal
Citrus sinensis (L.) Osbeck	Rutaceae	Exótica	Frutal
Citrus aurantiifolia (Christm.) Swingle	Rutaceae	Exótica	Frutal
Clavija ornata D.Don	Primulaceae	Nativa	Selva nublada
Clusia androphora Cuatrec.	Clusiaceae	Nativa	Selva nublada
Coccoloba caracasana Meisn.	Polygonaceae	Nativa	Bosque seco

→

Nombre científico	Familia	Origen	Jardín Temático
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.	Bixaceae	Nativa	Bosque seco
Cordia aff. *alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.	Boraginaceae	Nativa	Bromeliario
Cordia bicolor A. DC.	Boraginaceae	Nativa	Bosque seco
Cordia thaisiana G.Agostini	Boraginaceae	Nativa	Bosque seco
Croton cf. *C.conduplicatus* (*tricolor)*	Euphorbiaceae	Nativa	Bosque seco
Croton cf. *caracasanus*	Euphorbiaceae	Nativa	Bosque seco
Cupressus sp.	Cupressaceae	Exótica	Ornamental
Dilodendron elegans (Radlk.) A.H. Gentry & Steyerm.	Sapindaceae	Nativa	Bosque seco
Dodonaea viscosa (L.) Jacq.	Sapindaceae	Nativa	Entrada
Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	Exótica	Senderos aéreos
Erythrina crista-galli L.	Fabaceae (Papilionoideae)	Exótica	Selva nublada
Erythrina edulis Micheli	Fabaceae (Papilionoideae)	Nativa	Zingiberales
Erythrina rubrinervia Kunth	Fabaceae (Papilionoideae)	Nativa	Selva nublada
Eucalyptus sp. 2	Myrtaceae	Exótica	Medicinales
Eucalyptus sp.1	Myrtaceae	Exótica	Medicinales
Eugenia uniflora L.	Myrtaceae	Nativa	Selva nublada
Euphorbia cotinifolia L.	Euphorbiaceae	Nativa	Rosal
Ficus benjamina L.	Moraceae	Exótica	Zingiberales
Ficus maitin Pittier	Moraceae	Nativa	Selva nublada
Ficus nymphaeifolia L.	Moraceae	Nativa	Selva nublada
Ficus insipida Willd.	Moraceae	Nativa	Selva nublada
Ficus velutina Humb. & Bonpl. ex Willd.	Moraceae	Nativa	Selva nublada
Frangula sphaerosperma (Sw.) Kartesz & Gandhi	Rhamnaceae	Nativa	Rosal
Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.	Oleaceae	Exótica	Jardín Oriental
Genipa americana L.	Rubiaceae	Nativa	Bosque seco
Ginkgo biloba L.	Ginkgoaceae	Exótica	Medicinales
Guapira opposita (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	Exótica	Bosque seco
Gustavia augusta L.	Lecythidaceae	Nativa	Selva nublada
Handroanthus guayacan (Seem.) S.O.Grose	Bignoniaceae	Nativa	Bosque seco
Heliocarpus americanus L.	Malvaceae	Nativa	Entrada
Hura crepitans L.	Euphorbiaceae	Nativa	Bosque seco
Hymenaea courbaril L.	Fabaceae (Detarioideae)	Nativa	Frutal
Inga laurina (Sw.) Willd.	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nativa	Zingiberales
Inga vera Willd.	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nativa	Bromeliario
Jacaranda mimosifolia D.Don	Bignoniaceae	Exótica	Senderos aéreos
Juglans neotropica Diels	Juglandaceae	Nativa	Senderos aéreos
Lagerstroemia sp.	Lythraceae	Exótica	Ornamental
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Naturalizada	Bosque seco
Macadamia integrifolia Maiden & Betche	Proteaceae	Exótica	Frutal
Magnolia grandiflora L.	Magnoliaceae	Exótica	Ornamental
Miconia theizans (Bonpl.) Cogn.	Melastomataceae	Naturalizada	Selva nublada
Miconia aeruginosa Naudin	Melastomataceae	Nativa	Selva nublada
Miconia nitidissima Cogn.	Melastomataceae	Nativa	Selva nublada
Moringa oleifera Lam.	Moringaceae	Exótica	Selva nublada
Myrcia splendens (Sw.) DC.	Myrtaceae	Nativa	Selva nublada
Myrcianthes fragrans (Sw.) McVaugh	Myrtaceae	Nativa	Medicinales
Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. y Schult.	Primulaceae	Nativa	Selva nublada
Myrsine pellucida (Ruiz y Pav.) Spreng.	Primulaceae	Nativa	Selva nublada

→

Nombre científico	Familia	Origen	Jardín Temático
Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.	Malvaceae	Nativa	Entrada
Oreopanax reticulatus (Willd. Ex Schult.) Decne. & Planch.	Araliaceae	Nativa	Selva nublada
Ormosia macrocalyx Ducke	Fabaceae (Papilionoideae)	Nativa	Bosque seco
Pachira aff. *quinata* (Jacq.) W.S. Alverson	Malvaceae	Nativa	Bosque seco
Pachira aquatica Aubl.	Malvaceae	Nativa	Bosque seco
Pachira insignis (Sw.) Savigny	Malvaceae	Nativa	Selva nublada
Pachira trinitensis Urb.	Malvaceae	Nativa	Bosque seco
Passiflora lindeniana Planch.	Passifloraceae	Nativa	Selva nublada
Persea americana Mill.	Lauraceae	Naturalizada	Selva nublada
Persea caerulea (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae	Nativa	Selva nublada
Phoebe sp.	Lauraceae	Nativa	Selva nublada
Piper aduncum L.	Piperaceae	Nativa	Selva nublada
Piper arboreum Aubl.	Piperaceae	Nativa	Zingiberales
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nativa	Bosque seco
Plumeria rubra L.	Apocynaceae	Nativa	Xerofitico
Podocarpus macrophyllus (Thunb.) Sweet	Podocarpaceae	Exótica	Jardín Oriental
Prunus moritziana Koehne	Rosaceae	Nativa	Frutal
Prunus persica (L.) Batsch	Rosaceae	Exótica	Frutal
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand	Malvaceae	Nativa	Bosque seco
Psidium guajava L.	Myrtaceae	Nativa	Zingiberales
Psychotria sp.	Rubiaceae	Nativa	Selva nublada
Punica granatum L.	Lythraceae	Exótica	Frutal
Quararibea cordata (Bonpl.) Vischer	Malvaceae	Nativa	Bosque seco
Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N.Page	Podocarpaceae	Nativa	Selva nublada
Salix humboldtiana Willd.	Salicaceae	Exótica	Medicinales
Sapindus saponaria L.	Sapindaceae	Nativa	Bosque seco
Schinus terebinthifolia Raddi	Anacardiaceae	Exótica	Bosque seco
Schizolobium parahyba (Vell.) S.F.Blake	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nativa	Entrada
Spondias sp.	Anacardiaceae	Nativa	Bosque seco
Sterculia apetala (Jacq.) H.Karst.	Malvaceae	Nativa	Bosque seco
Swietenia macrophylla King	Meliaceae	Nativa	Bosque seco
Syzygium jambos (L.) Alston	Myrtaceae	Exótica	Senderos aéreos
Syzygium malaccense (L.) Merr. & L.M.Perry	Myrtaceae	Exótica	Frutal
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Bignoniaceae	Nativa	Bosque seco
Tabernaemontana cymosa Jacq.	Apocynaceae	Nativa	Bosque seco
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae	Nativa	Bosque seco
Tetrorchidium rubrivenium Poepp.	Euphorbiaceae	Nativa	Selva nublada
Toxicodendron striatum (Ruiz y Pav.) Kuntze	Anacardiaceae	Nativa	Selva nublada
Trichanthera gigantea (Humb. & Bonpl.) Nees	Acanthaceae	Nativa	Selva nublada
Trichilia havanensis Jacq	Meliaceae	Nativa	Selva nublada
Triplaris caracasana Cham	Polygonaceae	Nativa	Selva nublada
Viburnum tinoides (Killip y A.C.Sm.) Steryerm.	Adoxaceae	Nativa	Senderos aéreos
Vismia baccifera (L.) Planch. & Triana	Hypericaceae	Nativa	Selva nublada
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	Rutaceae	Nativa	Selva nublada

das (68,6%), seguido por las Astéridas (18,9%), Mesangiospermas (8,8%) y finalmente el grupo de las Gimnospermas (3,7%). Los órdenes con mayor cantidad de familias fueron Malpighiales, Lamiales, Myrtales, Rosales y Sapindales; mientras que los órdenes con mayor número de especies fueron Fabales, Myrtales, Sapindales, Malvales y Malpighiales (CUADRO 2). Las familias más representativas, con el mayor índice de importancia familiar (IIF) fueron Fabaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Anacardiaceae, Bignoniaceae, Lauraceae, Melastomataceae y Meliaceae (FIGURA 2). Los géneros mejor representados son *Ficus, Albizia, Annona, Citrus, Cordia, Erythrina, Miconia, Pachira, Brownea* y *Cedrela*; destacando que la mayoría de los géneros están representados por una sola especie (69,9%). Las Gimnospermas estuvieron representadas por cuatro familias: Cupressaceae, Ginkgoaceae, Araucariaceae y Podocarpaceae.

Con respecto a las especies descritas, los resultados muestran que 90 especies (65,7%) presentaron hojas simples, de las cuales 59 (65,5%) mostraron filotaxis alterna, 26 (28,8%) son opuestas, tres (3,3%) son verticiladas y dos disponen sus hojas agrupadas en fascículos (2,2%). Por otra parte, 47 especies presentaron hojas compuestas (34,3%), de las cuales

CUADRO 2. Relaciones taxonómicas entre orden, familia y número de especies. Utilizando el sistema APG IV se establecieron las relaciones taxonómicas entre las especies, resaltando la diversidad biológica en el área de estudio.

Orden	Familias	N° especies	Orden	Familias	N° especies
Apiales	Araliaceae	1	Magnoliales	Annonaceae	3
Araucariales	Araucariaceae	1		Magnoliaceae	1
	Podocarpaceae	2	Malpighiales	Clusiaceae	1
Brassicales	Moringaceae	1		Euphorbiaceae	7
Caryophyllales	Nyctaginaceae	1		Hypericaceae	1
	Polygonaceae	2		Passifloraceae	1
Cupressales	Cupressaceae	1		Salicaceae	2
Dipsacales	Adoxaceae	1	Malvales	Bixaceae	2
Ericales	Lecythidaceae	1		Malvaceae	13
	Primulaceae	3	Myrtales	Combretaceae	1
Fabales	Fabaceae	19		Lythraceae	3
Fagales	Betulaceae	1		Melastomataceae	4
	Casuarinaceae	1		Myrtaceae	10
	Juglandaceae	1	Piperales	Aristolochiaceae	1
Gentianales	Apocynaceae	2		Piperaceae	2
	Rubiaceae	3	Proteales	Proteaceae	1
Ginkgoales	Ginkgoaceae	1	Rosales	Moraceae	5
Lamiales	Acanthaceae	2		Rhamnaceae	1
	Bignoniaceae	4		Rosaceae	3
	Boraginaceae	3		Urticaceae	1
	Oleaceae	1	Sapindales	Anacardiaceae	4
Laurales	Lauraceae	4		Meliaceae	4
				Rutaceae	4
				Sapindaceae	4
			Solanales	Solanaceae	2

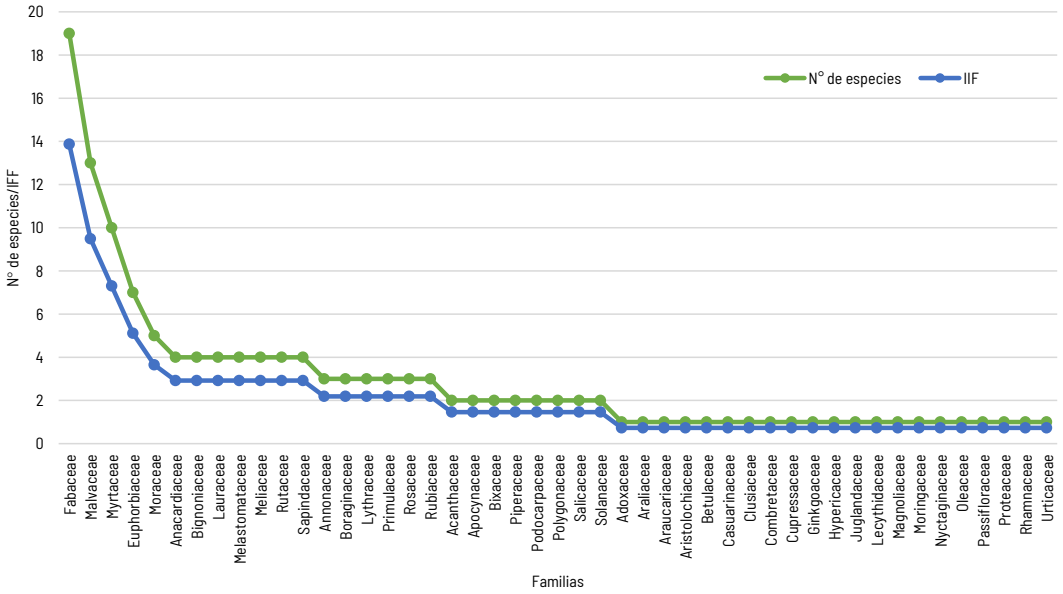


FIGURA 2. Índice de importancia familiar (IIF) para las especies arbóreas en el Jardín Botánico de Mérida. Se aprecia la diversidad de especies de un grupo reducido de cinco familias, mientras que las demás se encuentran representadas por cuatro especies o menos.

38 (80,8%) presentaron filotaxis alterna, ocho (17,1%) opuestas y una verticilada (2,1%). Además, se encontró una especie con las láminas foliares abortadas y los pecíolos ensanchados transformados en filodios, este fue el caso de *Acacia mangium* Willd. El tipo de hoja y la filotaxis permitieron agrupar y luego diferenciar a las especies presentes y fueron de los caracteres con mayor relevancia en la determinación, debido a su frecuencia dominante dentro de los grupos taxonómicos. Con respecto a esto, Van der Werf (2008) menciona que la filotaxis es un carácter confiable que refleja la interacción en el tiempo entre características genéticas de la especie y el ambiente, esto permite describir grupos taxonómicos dentro de su ambiente original.

De los 12 jardines temáticos delimitados en el área de estudio (FIGURA 3), los que mostraron mayor diversidad de especies fueron selva nublada y bosque seco, los cuales representan ecosistemas naturales. Para estos dos jardines se analizaron algunos aspectos ecológicos sobre los tipos de hoja; entre estos se destaca el área del bosque seco, en donde 27 especies (60%) mostraron hojas compuestas, mientras que 17 especies (37,7%) tienen hojas simples y una posee filodios. Estos datos se relacionan con lo que muestra Rollet (1990) quien indica que las hojas compuestas son comunes en los ecosistemas estacionalmente áridos, este autor en un estudio en el bosque húmedo tropical semideciduo de El Caimital encontró una proporción de hojas compuestas 41,6% en los estrato inferiores y 51% en las especies emergentes y respectivamente. En este contexto, Givnish (1978) señala que las hojas compuestas parecen ser características adaptativas para condiciones cálidas, estacionalmente áridas, lo que en algunas condiciones favorece la caducifolia. Esta tendencia puede estar asociada con los diferentes comportamientos que presentan las especies con hojas compuestas y hojas simples respecto al índice de área foliar (IAF), las

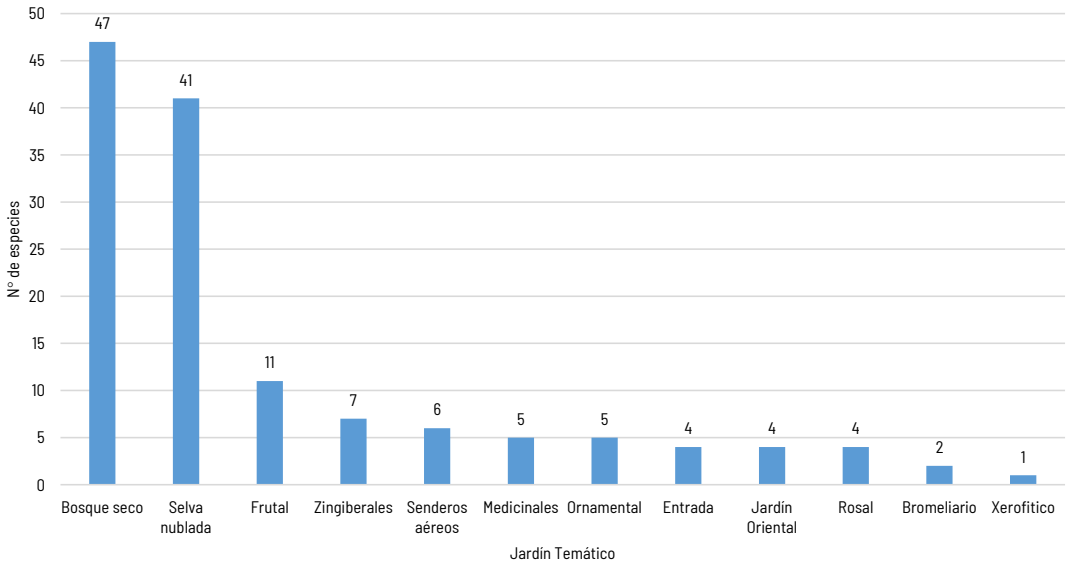


FIGURA 3. Diversidad de especies en los 12 jardines temáticos. Los jardines que representan ecosistemas naturales muestran una diversidad marcadamente superior a las demás áreas.

primeras suelen mostrar valores de IAF menores que las hojas simples, una posible adaptación ante la alta incidencia solar y el estrés hídrico de los ecosistemas cálidos y secos; una menor área de superficie foliar podría gestionar más eficientemente la transpiración y la exposición a la radiación en estas zonas. Si se comparan estos resultados con los encontrados por Rollet (1990), en un bosque húmedo tropical en Río Negro y El Paraíso de Imataca, donde dos tercios de la vegetación (68,85%) poseen hojas simples, mientras que apenas un 31,2% tiene hojas compuestas. Esto puede evidenciar la influencia de la disponibilidad de agua del ecosistema sobre este carácter vegetativo.

Por su parte, en el área de selva nublada, se encontraron 33 especies (80,5%) con hojas simples y ocho especies (19,5%) con hojas compuestas. Rollet (1990) encontró resultados similares en el bosque montano tropical en La Carbonera en los andes venezolanos, donde la proporción de hojas compuestas encontradas es de 16-17% con una proporción dominante de 83-84% de especies con hojas simples, estos resultados son claramente más bajos que para los otros tipos de bosques mencionados. Otros caracteres vegetativos de relevancia taxonómica y de utilidad para la diferenciación morfológica fueron:

a) Las estructuras punzantes presentes en 15 especies (10,9%), donde hay representantes de las familias Fabaceae, Malvaceae, Rutaceae, Lythraceae, Euphorbiaceae y Proteaceae.
b) Las glándulas en órganos vegetativos (FIGURA 4A) estuvieron presentes en 26 especies (18,9%), pertenecientes a las familias Acanthaceae, Adoxaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Malvaceae, Moraceae, Passifloraceae, Rosaceae y Salicaceae.
c) Las estípulas estuvieron presentes en 61 especies (44,5%), principalmente en las familias Fabaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae, Rosaceae, Piperaceae, Polygonaceae y Salicaceae. Van der Werf (2008) estudió la morfología de las estipulas en la familia Fa-

baceae y encontró que resulta un caracter de gran utilidad para diferenciar especies, principalmente dentro de grupos taxonómicos concretos como familias y géneros, ya que este caracter puede variar de tamaño, mas no de tipo dentro de estos grupos.

d) Con respecto a las secreciones de látex, 13 especies (9,5%) presentaron esta característica, distribuidas en las familias Euphorbiaceae, Clusiaceae, Moraceae, Apocynaceae e Hypericaceae.

e) Los puntos traslúcidos estuvieron presentes en 21 especies (15,3%), pertenecientes a las familias Myrtaceae, Rutaceae, Moraceae, Fabaceae, Lythraceae, Boraginaceae y Lauraceae. Por otra parte, dos especies presentaron depósitos oscuros visibles a contraluz, pertenecientes al género *Myrsine* de la familia Primulaceae.

En cuanto al patrón de venación, se registraron diez tipos: acródroma basal (cuatro especies; 2,9%), acródroma suprabasal (una especie; 0,7%), broquidódroma (79 especies; 57,6%), actinódroma basal (18 especies; 13,1%), actinódroma suprabasal (una especie; 0,7%) eucamptódroma (cuatro especies; 2,7%), craspedódroma (siete especies; 5,1%), semicraspedódroma (17

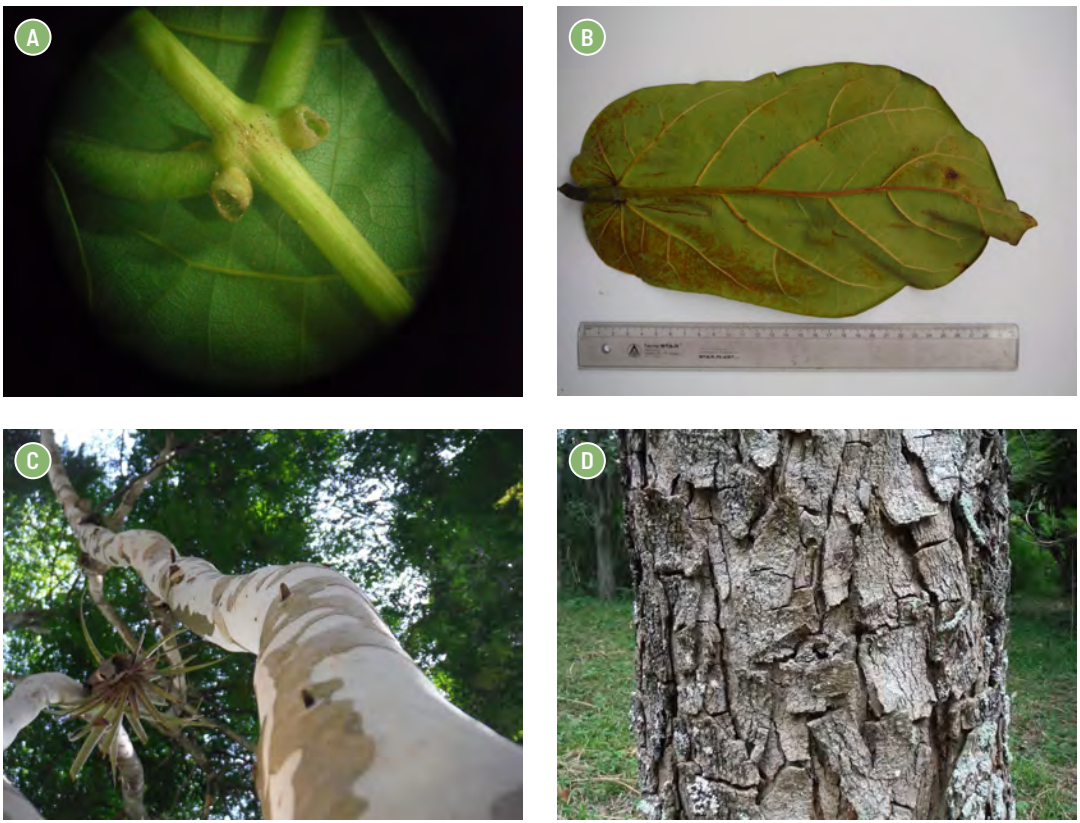


FIGURA 4. **A.** Glándulas en *Erythrina crista-galli*. **B.** Detalle de patrón venación y margen en *Ficus nymphaeifolia*. **C.** Corteza blancuzca y lisa con desprendimientos en *Caesalpinia granadillo*. **D.** Corteza grisácea, profundamente fisurada en *Albizia guachapele*. Estos fueron algunos de los caracteres relevantes para la determinación taxonómica y la diferenciación de especies para la confección de la clave.

especies; 12,4%), flabelada (una especie; 0,7%), uninervia (cinco especies; 3,6%). Otros caracteres vegetativos de gran utilidad para diferenciar a las especies fueron la pubescencia, tipo de tricomas, arquitectura del árbol, aroma de las hojas al estrujarlas, forma, tamaño y consistencia de la lámina foliar, número y ángulo de inserción de las venas secundarias (FIGURA 4B). Con respecto a estos caracteres, Van der Werf (2008) sugiere que son de gran utilidad para la identificación de individuos a nivel de género y especie, y que además, se pueden utilizar rasgos como las estípulas en sus formas, posiciones, tamaños y tipos, así como la forma de las hojas, como la base y el ápice de los folíolos, forma del raquis, pubescencia e incluso algunas características de la venación y la presencia de domacios, como elementos clave de diferenciación. Con respecto a la presencia de indumento, se encontró que varias especies mostraron tricomas glandulares peltados, que según Ely *et al.* (2005) pueden cumplir una función de absorción y depósito de agua más que de secreción, lo cual es una adaptación a condiciones de estrés hídrico.

Cabe resaltar la importancia que tuvieron las características de las cortezas que fueron evaluadas, se destacan entre estas el color, patrón de fisuras, cicatrices estipulares y capacidad de desprendimiento del ritidoma. Esto permitió diferenciar algunas especies, llegando a ser utilizada como elemento descriptivo para más de 20 de las especies reportadas (FIGURAS 4C Y 4D). Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Wyatt-Smith (1954), Jimenez (1967) y Garlant *et al.* (2001), quienes mencionan que la corteza y las características del tronco son elementos clave que pueden ser de gran utilidad en muchos casos para la identificación de especies arbóreas tropicales.

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DEL JARDÍN BOTÁNICO DE MÉRIDA.

1a. Láminas foliares y pecíolos modificados en filodios ..... *Acacia mangium*
1b. Láminas foliares y pecíolos sin modificaciones 2
2a. Hojas simples 3
2b. Hojas compuestas 92
3a. Hojas 3 o más por nudo hasta fasciculadas (originadas desde un mismo punto vegetativo) 4
3b. Hojas 1-2 por nudo 8
4a. Látex presente; hojas vinotinto ..... *Euphorbia cotinifolia*
4b. Látex ausente; hojas verdes 5
5a. Árboles pequeños de ≤ 3 m de alto; hojas agrupadas en fascículos 6
5b. Árboles medianos a grandes ≥ 3 m de alto; hojas verticiladas 7
6a. Láminas ovobadas, 2-4 cm de largo y 0,5-1,5 cm de ancho, ápice redondeado, venación broquidódroma; pecíolos de 0,3-0,4 cm de longitud ..... *Bucida buceras*
6b. Láminas en forma de abanico, 5-9 cm de largo y 7-10 cm de ancho, ápice generalmente bilobulado; venación flabelada; pecíolos de 3-5 cm de longitud ..... *Ginkgo biloba*
7a. Corteza externa marrón claro con fisuras profundas, sin lenticelas; tallos equisetiformes (articulados), septados; láminas escuamiformes, 0,1-0,3 cm de largo y 0,6-0,8 cm de ancho, márgenes enteros ..... *Casuarina equisetifolia*
7b. Corteza externa oscura, sin fisuras, grumosa, con abundantes lenticelas; tallos sin septos; láminas oblongas hasta oblanceoladas, 5-12 cm de largo y 1,6-3,3 cm de ancho, bordes espinescentes ..... *Macadamia integrifolia*
8a. Filotaxis opuesta 9
8b. Filotaxis alterna 34
9a. Estípulas presentes 10
9b. Estípulas ausentes 12

10a. Venación semicraspedódroma; pecíolos morados ..... *Psychotria* sp.
10b. Venación broquidódroma; pecíolos verdes11
11a. Láminas de 22,5-41,5 cm de largo y 7,5-15,5 cm de ancho, glabra en ambas caras; estípulas interpeciolares grandes ..... *Genipa americana*
11b. Láminas de 8-10 cm de largo y 2-3 cm de ancho, con indumento lepidoto en la cara adaxial y simples en la cara abaxial; estípulas interpeciolares pequeñas ..... *Chiococca phaenostemon*
12a. Látex presente.....13
12b. Látex ausente 15
13a. Láminas glabrescentes en la cara adaxial, densamente pubescentes en la cara abaxial; látex naranja; hojas de renuevo erectas y unidas semejando la punta de una lanza, ferrugíneas (marrón claro).....*Vismia baccifera*
13b. Láminas foliares glabras en ambas caras; látex amarillo pálido hasta blanco; hojas de renuevo erectas nunca semejando la punta de una lanza 14
14a. Hojas fuertemente coriáceas, verde oscuro en la cara adaxial, claro en la cara abaxial; venas secundarias poco visibles; pecíolos 1-1,5 cm de longitud; látex amarillento.....*Clusia androphora*
14b. Hojas cartáceas, verde claro en ambas caras; venas secundarias visibles y prominentes en la cara abaxial; pecíolos de 1-3 cm de longitud; látex blanco..... *Tabernaemontana cymosa*
15a. Hojas con puntos traslúcidos 16
15b. Hojas sin puntos traslúcidos 22
16a. Láminas con un nervio marginal colectante cerca del borde 17
16b. Láminas sin un nervio marginal colectante cerca del borde 19
17a. Tallos jóvenes tetragonales; láminas con bordes revolutos, ápices redondeados; hojas jóvenes generalmente verdes .....*Myrcianthes fragans*
17b. Tallos jóvenes teretes hasta angulados; bordes de las láminas típicamente extendidos, ápices con un acumen largo; hojas jóvenes típicamente rojizas.....18
18a. Árboles de corteza lisa, crema-rojizo, con desprendimientos que se enrollan sobre el tronco, láminas 6-9 cm de largo y 0,7-2,5 cm de ancho.....
.....*Calycolpus moritzianus*
18b. Árboles de corteza fisurada superficialmente, blancuzca, sin desprendimientos; láminas 11-19 cm de largo y 3-6 cm de ancho . *Syzygium jambos*
19a. Láminas foliares pilosas.....20
19b. Láminas foliares glabras.....21
20a. Hojas elípticas, fuertemente coriáceas, ásperas al tacto; de margen entero y sinuoso, con tricomas simples y glandulares en la cara adaxial.....
.....*Psidium guajava*
20b. Hojas lanceoladas, cartáceas, lisas al tacto; de margen entero uniforme, con tricomas exclusivamente simples en la cara adaxial*Myrcia splendens*
21a. Árboles pequeños, corteza lisa, desprendiéndose en tiras; ramas jóvenes pardo claro; hojas dísticas, elípticas, 5-6,5 cm de largo y 2-3 cm de ancho; hojas de jóvenes generalmente rojizas.....
.....*Eugenia uniflora*
21b. Árboles grandes, corteza fisurada longitudinalmente; ramas jóvenes verdes; hojas decusadas, elípticas hasta lanceoladas, 18-29 cm de largo y 6-12 cm de ancho; hojas de jóvenes generalmente verdes..... *Syzygium malaccense*
22a. Venación acródroma (basal o suprabasal); venas secundarias perpendiculares con respecto a la vena principal 23
22b. Venación paralelódroma, broquidódroma, eucamptódroma hasta semicraspedódroma; venas secundarias nunca perpendiculares a la vena principal 26
23a. Láminas densamente pubescentes, 14-25 cm de largo y 6-12 cm de ancho, venas basales 5-7; hojas senescentes naranja-rojizo.....
..... *Miconia aeruginosa*
23b. Láminas glabras hasta glabrescentes, lustrosas; 11-18 cm de largo y 2-5 cm de ancho, venas basales 3-5; hojas senescentes verde oscuro a ma-

rrón oscuro 24
24a. Láminas ovadas, márgenes ciliados; venación suprabasal, venas laterales 5-7 ..... *Axinaea costaricensis*
24b. Láminas elípticas hasta elíptico-obovadas, márgenes crenados hasta ligeramente dentados; venación acródroma basal perfecta, venas basales 3 25
25a. Láminas puberulentas, 11-14 cm de largo y 2-5 cm de ancho, márgenes ligeramente dentados; pecíolos rojos ..... *Miconia theizans*
25b. Láminas glabras, 13-18 cm de largo y 2,5-4 cm de ancho, márgenes crenados; pecíolos verdes ... *Miconia nitidissima*
26a. Línea interpeciolar presente 27
26b. Línea interpeciolar ausente 28
27a. Hojas lanceoladas hasta oblanceoladas, márgenes ciliados; pecíolos teretes, 2-3 cm de longitud; nudos sin engrosamiento; glándulas extraflorales 3-4 sobre los nudos formando una línea entre los pecíolos ..... *Aphelandra fasciculata*
27b. Hojas elípticas, márgenes glabros, pecíolos acanalados, 0,5-2 cm de longitud; nudos engrosados; glándulas extraflorales ausentes entre los pecíolos ..... *Trichanthera gigantea*
28a. Glándulas numerosas, amarillentas presentes en la base de la lámina foliar .. *Viburnum tinoides*
28b. Glándulas ausentes en la base de la lámina foliar 29
29a. Plantas armadas; hojas jóvenes rojizas hasta amarillentas; láminas maduras verde claro, lustrosas, ápices mucronados ..... *Punica granatum*
29b. Plantas inermes; hojas jóvenes verde claro; láminas maduras verde oscuro mate, ápices redondeados, agudos hasta acuminados 30
30a. Tallos jóvenes tetragonales; láminas foliares punteado-glandulosas ..... *Adenaria floribunda*
30b. Tallos jóvenes teretes; láminas foliares sin puntos glandulosos 31
31a. Hojas con anisofilia evidente; láminas con tricomas simples, ferrugíneos agrupados sobre las venas principales por la cara abaxial ..... *Guapira opposita*
31b. Hojas sin anisofilia; láminas sin tricomas simples ferrugíneos 32
32a. Hojas pecioladas, cartáceas a ligeramente coriáceas; venación eucamptódroma, hojas y tronco carentes de resinas ..... *Lagerstroemia* sp.
32b. Hojas sésiles hasta subsésiles, fuertemente coriáceas; venación uninervia, presencia de resinas en hojas y tronco 33
33a. Árboles enanos, 1-1,5 m de alto; hojas escuamiformes, diminutas, < 0,5 cm de longitud ..... *Cupressus* sp.
33b. Árboles altos, 5-15 m de alto; hojas lanceoladas, 1-2,5 cm de longitud ..... *Retrophyllum rospigliosii*
34a. Estípulas presentes 35
34b. Estípulas ausentes 67
35a. Látex presente blanco hasta incoloro, abundante 36
35b. Látex ausente 42
36a. Glándulas presentes en la base de la lámina por ambas caras 37
36b. Glándulas ausentes en la base de la lámina por ambas caras 40
37a. Árboles armados, aguijones de 0,4-1 cm de largo x 0,7-1,2 de ancho en el tronco y ramas; venación semicraspedódroma; látex incoloro, acuoso *Hura crepitans*
37b. Árboles inermes; venación broquidódroma; látex blanco, viscoso 38
38a. Nudos engrosados; pecíolos bitúmidos ..... *Caryodendron orinocense*
38b. Nudos sin engrosamientos; pecíolos sin pulvínulos 39
39a. Hojas coriáceas, márgenes ondulados; tricomas simples ferrugíneos en la cara abaxial; pecíolos acanalados; estípulas 1-2 cm de largo *Ficus velutina*
39b. Hojas cartáceas, márgenes enteros, glabras por la cara abaxial; pecíolos teretes; estípulas 10-15 cm de largo ..... *Ficus insipida*

40a. Láminas de 13-15 cm de largo y 10-20 cm de ancho; sin puntos traslúcidos, venación actinódroma, venas secundarias visibles .. *Ficus nymphaeifolia*
40b. Láminas de 4-9 cm de largo y 2-5 cm de ancho; con puntos traslúcidos, venación broquidódroma, venas secundarias poco visibles 41
41a. Estípulas rojas, 0,5-1 cm de longitud; láminas de 6-9 cm de largo y 3-5 cm de ancho; ángulo de inserción de las venas secundarias de 30-40° respecto a la vena principal..... *Ficus maitin*
41b. Estípulas verdes, 1-1,5 cm de longitud; láminas de 4-7 cm de largo y 2-3,5 cm de ancho; ángulo de inserción de las venas secundarias de 50-60° respecto a la vena principal..... *Ficus benjamina*
42a. Glándulas en la base de los pecíolos y en la base de la lámina en ambas caras 43
42b. Glándulas ausentes en la base de los pecíolos y en las láminas 49
43a. Venación actinódroma (3-7 venas) 44
43b. Venación broquidódroma, semicraspedódroma hasta eucamptódroma..... 45
44a. Láminas trilobadas; tricomas simples y estrellados en ambas caras; venas basales 7.....
..... *Heliocarpus americanus*
44b. Láminas ovadas; tricomas exclusivamente estrellados solo en la cara abaxial; venas basales 3 ..... *Alchornea glandulosa*
45a. Glándulas dérmicas, cóncavas en la base de las hojas por la cara abaxial..... 46
45b. Glándulas crateriformes hasta cilíndricas ubicadas en el pecíolo..... 47
46a. Láminas ovadas hasta elípticas, ápices acuminados; tricomas simples en la cara abaxial; venación eucamptódroma; ramas y pecíolos verdes sin contraste ..... *Prunus moritziana*
46b. Láminas oblongas, ápices retusos, ligeramente agudos hasta redondeados; glabras en ambas caras; venación semicraspedódroma; ramas pardas-rojizas que contrastan con los pecíolos verdes ..... *Passiflora lindeniana*
47a. Corteza externa desprendible en largas tiras; estípulas adnatas al pecíolo; láminas con tricomas simples de color pardo oscuro en el borde .....
..... *Prunus persica*
47b. Corteza externa no se desprende en largas tiras; estípulas laterales; láminas glabras en el borde 48
48a. Láminas con tricomas simples abundantes agrupados sobre la vena principal por la cara adaxial y ampliamente distribuidos en la cara abaxial, márgenes aserrados hasta ciliados; glándulas 2, amarillas, crateriformes, ubicadas en el ápice del pecíolo..... *Banara guianensis*
48b. Láminas glabras, márgenes dentados; glándulas 2, verdes, cilíndricas, ubicadas en el ápice del pecíolo ..... *Tetrorchidium rubrivenium*
49a. Tallos fistulosos (huecos)..... 50
49b. Tallos macizos (sólidos) 51
50a. Hojas palmatilobuladas (7-9 lóbulos), cara adaxial verde, cara abaxial glauco-plateado; estípulas amplexicaules que dejan cicatrices anulares en el tallo; venación actinódroma basal (7-9); pecíolos teretes de 45-60 cm de longitud.. *Cecropia peltata*
50b. Hojas elípticas; verdes por ambas caras; estípulas ócreas que dejan cicatriz semicirculares (incompletas) en el tallo; venación broquidódroma; pecíolos plano-convexos, 1-2,3 cm de longitud ....
..... *Triplaris caracasana*
51a. Plantas armadas; estípulas laterales transformadas en espinas..... *Bauhinia aculeata*
51b. Plantas inermes; estípulas laterales foliáceas hasta adnatas al pecíolo 52
52a. Márgenes aserrados con dientes glandulares oscuros (salicoides); venación semicraspedódroma..... *Salix humboldtiana*
52b. Márgenes aserrados hasta enteros, sin dientes glandulares; venación craspedódroma hasta actinódroma 53
53a. Venación craspedódroma; estípulas adnatas al pecíolo ..... *Eriobotrya japonica*
53b. Venación actinódroma; estípulas laterales, generalmente caducas..... 54

54a. Hojas trilobadas hasta palmatilobuladas . 55
54b. Hojas lanceoladas, ovadas hasta elípticas 58
55a. Láminas foliares tomentosas en ambas caras; hojas agrupadas en el extremo de las ramas.....
.....*Sterculia apetala*
55b. Láminas foliares puberulentas; hojas distribuidas a lo largo de las ramas 56
56a. Tricomas simples en las láminas; pecíolos acanalados; estípulas laterales lineares .....
..... *Cochlospermum vitifolium*
56b. Tricomas estrellados en las láminas; pecíolos teretes; estípulas laterales foliáceas.....57
57a. Árboles pequeños ≤ 5 m de alto, predominantemente ramificados a ≤ 1 m de altura; hojas palmatilobuladas, 4-12 cm de largo y 4-16 cm de ancho, márgenes aserrados ..... *Abutilon pictum*
57b. Árboles grandes ≥ 10 m de alto, monopódicos, ramificados generalmente luego de 2/3 de la altura total; láminas trilobadas, 11-30 cm de largo y 10-32 cm de ancho, márgenes enteros.....
..... *Ochroma pyramidale*
58a. Pecíolos bitúmidos presentes.....59
58b. Pecíolos sin engrosamientos en los extremos.....61
59a.Láminas foliares elíptico-obovadas, 15-22 cm de largo y 5-8 cm de ancho, bordes doblemente aserrados.....*Apeiba tiborbou*
59b. Láminas foliares ovadas, 6-35 cm de largo y 3,5-19,5 cm de ancho, bordes ondulados 60
60a. Láminas de 12-35 cm de largo y 8-19,5 cm de ancho; verde oscuro en ambas caras; venas basales 6-7.....*Quararibea cordata*
60b. Láminas de 6-15,5 cm de largo y 3,5-9 cm de ancho; verde oscuro en la cara adaxial y marrón pardo claro en la cara abaxial; venas basales 5...
..... *Bixa urucurana*
61a. Nudos engrosados.....62
61b. Nudos sin engrosamiento pronunciado....63
62a. Nervios secundarios 6-7 pares, insertos hasta 3/4 de la lámina foliar ..... *Piper aduncum*
62b. Nervios secundarios 4-5 pares, insertos hasta 1/3 de la lámina foliar ..... *Piper arboreum*
63a. Márgenes doblemente aserrados; venación craspedódroma.....*Alnus acuminata*
63b. Márgenes aserrados, enteros hasta ondulados; venación broquidódroma hasta actinódroma . 64
64a. Tricomas ferrugíneos abundantes en la cara abaxial de hojas y ramas; estípulas amplexicaules, caducas, pilosas, ferrugíneas, 3-8 cm de longitud
.....*Magnolia grandiflora*
64b. Tricomas ferrugíneos ausentes en hojas y ramas; estípulas laterales hasta ócreas, caducas. 65
65a. Corteza con cicatrices anulares conspicuas; estípulas ócreas, láminas con márgenes ondulados.....*Coccoloba caracasana*
65b. Corteza sin cicatrices anulares; estípulas laterales; láminas con márgenes aserrados hasta enteros 66
66a. Venación broquidódroma; hojas elípticas, márgenes aserrados, ocasionalmente con dientes glandulosos (salicoides) en el borde .....
.....*Frangula sphaerosperma*
66b. Venación actinódroma, hojas lanceoladas, márgenes enteros, sin dientes glandulares (salicoides) en los bordes .....
.....*Croton* sp1. cf. *C.conduplicatus*, *C.tricolor*
67a. Látex blanco abundante; coléteres pardos oscuros en la base de los pecíolos; ángulo de inserción las venas secundarias de 75-80º respecto a la vena principal .....*Plumeria rubra*
67b. Látex ausente; coléteres ausentes en la base del pecíolo; ángulo de inserción las venas secundarias ≤75º respecto a la vena principal.....68
68a. Glándulas presentes en el ápice del pecíolo y la base de las láminas 69
68b. Glándulas ausentes en el ápice de los pecíolos y la base de las láminas 70
69a. Láminas ovadas, márgenes aserrados, ligeramente aromáticas; tricomas simples y estrellados en ambas caras; pecíolos pulvinulados; glándulas crateriformes 2, oscuras, en el ápice del pecíolo .
.....*Croton* sp2. cf. *C. caracasanus*

69b. Láminas elípticas, márgenes enteros, fuertemente aromáticas; glabras; sin pulvínulos; glándulas dérmicas 2, convexas, amarillentas, en el punto de inserción del segundo par de venas secundarias .....*Cinnamomum triplinerve*
70a. Puntos traslúcidos presentes.....71
70b. Puntos traslúcidos ausentes 74
71a. Corteza superficialmente fisurada; hojas agrupadas en el extremo de las ramas.....
.....*Cordia thaisiana*
71b. Corteza lisa hasta profundamente fisurada; hojas distribuidas a lo largo de las ramas 72
72a. Árboles simpodiales (fuertemente bifurcados); corteza externa persistente, profundamente fisurada..... *Callistemon* sp.
72b. Árboles monopódicos; corteza externa lisa, desprendiéndose en tiras (ritidoma) 73
73a. Hojas lanceoladas, 9-25 cm de largo y 2-4 cm de ancho ..... *Eucalyptus* sp.1
73b. Hojas lineares, 12,5-20,5 cm de largo y 0,9-1,7 cm de ancho ..... *Eucalyptus* sp. 2
74a. Láminas con depósitos oscuros visibles a contraluz 75
74b. Láminas sin depósitos oscuros 76
75a. Láminas foliares lustrosas, 5-6 cm de largo y 1,5-1,6 cm de ancho; pecíolos de 0,5 cm de longitud ..... *Myrsine pellucida*
75b. Lámina foliares opacas, 2-9 cm de largo y 1-2,5 cm de ancho; pecíolos de 1-1,5 cm de longitud ....
..... *Myrsine coriacea*
76a. Catáfilos presentes en las ramas jóvenes; láminas de 50-60 cm de largo .....*Clavija ornata*
76b. Catáfilos ausentes en las ramas jóvenes; láminas < 60 cm de largo 77
77a. Tricomas glandulares presentes 78
77b. Tricomas simples, estrellados hasta ausentes; nunca glandulares 80
78a. Hojas palmatilobuladas (7-9 lóbulos), bordes aserrados, tricomas estrellados en ambas caras de la lámina y el pecíolo; pecíolos teretes, 15-30 cm de longitud.....*Oreopanax reticulatus*
78b. Hojas lanceoladas hasta elípticas, bordes enteros, tricomas estrellados ausentes; pecíolos acanalados menores a 5 cm de longitud.....79
79a. Láminas elípticas, 9-14 cm de largo y 4-6,5 cm de ancho; superficie de las láminas suave al tacto .....*Brugmansia candida*
79b. Láminas lanceoladas, 6-11 cm de largo y 1,5-3 cm de ancho; superficie de las láminas pegajosa
.....*Dodonaea viscosa*
80a. Hojas sésiles hasta subsésiles, coriáceas; venación uninervia, venas poco visibles 81
80b. Hojas pecioladas, cartáceas; venación broquidódroma, eucamptódroma hasta craspedódroma, venas visibles 82
81a. Hojas lineares, 0,4-1 cm de largo y <0,1 cm de ancho.....*Araucaria heterophylla*
81b. Hojas lanceoladas, 4-7 cm de largo y 0,4-0,6 cm de ancho.....*Podocarpus macrophyllus*
82a. Nudos engrosados; ramas en zig-zag; láminas ásperas al tacto .....*Aristolochia tricaudata*
82b. Nudos sin engrosamiento; ramas rectas; láminas, suaves hasta lisas al tacto.....83
83a. Hojas agrupadas en el extremo de las ramas
.....84
83b. Hojas distribuidas a lo largo de las ramas..85
84a. Hojas obovadas, 40-50 cm de largo y 12-16 cm de ancho; glabras; pecíolos de 4-6 cm de longitud
.....*Gustavia augusta*
84b. Hojas elípticas, 4,5-9 cm de largo y 2-3 cm de ancho; tricomas simples; pecíolos de 0,8-1,2 cm de longitud.....*Cordia* aff. *alliodora*
85a. Corteza externa desprendible en tiras largas
.....86
85b. Corteza externa difícilmente desprendible en largas tiras 88
86a. Láminas foliares lanceoladas; pecíolos de 0,3-0,6 cm de longitud; yemas terminales de 1 cm de largo, con tricomas simples ferrugíneos.....
.....*Annona muricata*
86b. Láminas foliares elípticas; pecíolos de 0,5-1,4 cm de longitud; yemas terminales menores a 1 cm

de largo, glabras o cuando pubescentes, sin tricomas ferrugíneos.....87
87a. Hojas de 7-10,5 cm de largo y 4-6,5 cm de ancho; tomentosas; verde claro en la cara adaxial , blanco-grisáceo en la cara abaxial; ángulo de inserción de las venas secundarias de 30-40º con respecto a la vena principal .....*Annona cherimola*
87b. Hojas de 6,5-15,5 cm de largo y 2,6-5,1 cm de ancho; puberulentas; verde oscuro en ambas caras; ángulo de inserción de las venas secundarias de 40-50º con respecto a la vena principal .....*Annona montana*
88a. Láminas con tricomas estrellados; venación craspedódroma.....*Acnistus arborescens*
88b. Láminas con tricomas simples; venación eucamptódroma hasta broquidódroma 89
89a. Láminas sin aroma perceptible; densamente pubescentes, 8-30 cm de largo y 8-14 cm de ancho.....*Cordia bicolor*
89b. Láminas con fuerte aroma astringente; puberulentas; 13-22 cm de largo y 4,5-14 cm de ancho.....90
90a. Hojas lanceoladas; venación eucamptódroma, venas secundarias con un ángulo de inserción a la vena principal de 20-30º.....*Phoebe* sp.
90b. Hojas elípticas; venación broquidódroma, venas secundarias con un ángulo de inserción a la vena principal de 30-60º.....91
91a. Láminas glabras por la cara adaxial, ápices agudos; ángulo de inserción de las venas secundarias a la vena principal de 30º; pecíolos rojos .....*Persea caerulea*
91b. Láminas pilosas por la cara adaxial, ápices acuminados; ángulo de inserción de las venas secundarias de 50-60º; pecíolos verdes.....*Persea americana*
92a. Filotaxis alterna.....93
92b. Filotaxis opuesta hasta verticilada.....130
93a. Estípulas presentes 94
93b. Estípulas ausentes.....117
94a. Plantas generalmente armadas.....95
94b. Plantas inermes 101
95a. Glándulas presentes en el ápice de los pecíolos, el punto de inserción del primer par de folíolos hasta el ápice de los peciólulos.....96
95b. Glándulas ausentes en el ápice de los pecíolos, el punto de inserción del primer par de folíolos hasta el ápice de los peciólulos.....99
96a. Hojas bipinnadas; estípulas frecuentemente transformadas en espinas; estipelas presentes ...*Pithecellobium dulce*
96b. Hojas trifolioladas; estípulas caducas, inermes; estipelas ausentes.....97
97a. Láminas foliares con espinas en las venas secundarias de la cara adaxial; ángulo de inserción de las venas secundarias de 20-30º .....*Erythrina edulis*
97b. Láminas foliares sin espinas en las venas secundarias de la cara adaxial; ángulo de inserción de las venas secundarias de 30-50º 98
98a. Folíolos con tricomas simples, estrellados y lepidotos en la cara adaxial; pecíolos acanalados, tomentosos.....*Erythrina crista-galli*
98b. Folíolos con tricomas exclusivamente simples en la cara adaxial; pecíolos teretes, glabros .....*Erythrina rubrinervia*
99a. Árboles de corteza marrón, con fisuras longitudinales y aguijones en el tronco de 0,5-2 cm de largo x 1-2 cm de ancho.....*Pachira* aff. *quinata*
99b. Árboles de corteza verde con fisuras longitudinales y aguijones en el tronco de 4 cm de largo x 4 cm de ancho 100
100a. Hojas con 5-7 folíolos; márgenes aserrados; venación semicraspedódroma, nervios secundarios poco visibles, formando ángulos de 40-50º respecto a la vena principal.....*Ceiba insignis*
100b. Hojas con 6-9 folíolos; márgenes enteros; venación broquidódroma, nervios secundarios visibles, formando ángulos de 30-40º respecto a la vena principal .....*Ceiba pentandra*
101a. Glándulas presentes en la base de la lámina en la cara abaxial, pecíolo y distribuidos irregu-

larmente en el raquis.....102
101b. Glándulas ausentes en la base de la lámina en la cara abaxial, pecíolo y distribuidos irregularmente en el raquis.....108
102a. Raquis alado .....*Inga vera*
102b. Raquis no alado 103
103a. Hojas bipinnadas 104
103b. Hojas simplemente pinnadas 107
104a. Venación actinódroma basal, venas basales 4-6.....*Albizia subdimidiata*
104b. Venación broquidódroma 105
105a. Corteza clara, amarillenta, superficialmente fisurada; pínnulas de 1,4-1,6 cm de largo y 0,4-0,5 cm de ancho; glándulas 1, en el punto de inserción del primer par de pínnulas*Leucaena leucocephala*
105b. Corteza oscura, profundamente fisurada; pínnulas de 2-4,5 cm de largo y 1,5-2 cm de ancho; glándulas 5-6, en la mitad del pecíolo, el punto de inserción del primer par de folíolos y el punto de inserción de las últimas pínnulas.....106
106a. Pinnas 5-6 pares; foliolulos obovados hasta obovados-orbiculares asimétricos, 2,5-3 cm de largo y 1,5-2 cm de ancho, ápice redondeado.....
..... *Albizia guachapele*
106b. Pinnas 4-5 pares; foliolulos romboidales asimétricos, 2-4,5 cm de largo y 2-3 cm de ancho, ápice agudo.....*Albizia saman*
107a. Hojas imparipinnadas; folíolos 4-5 pares; portando una glándula en la cara abaxial de la base de la lámina; estípulas lineares de 7-7,5 cm de largo ..... *Brownea grandiceps*
107b. Hojas paripinnadas, 2 pares de folíolos; portando 2 glándulas, 1 en el punto de inserción de cada par de folíolos; longitud de las estípulas inferior a 2 cm..... *Inga laurina*
108a. Hojas digitadas (3-7 folíolos) 109
108b. Hojas pinnadas hasta bipinnadas 112
109a. Láminas de 8-30 cm de largo y 6-13 cm de ancho, ápices mucronados: venación semicraspedódroma.....*Pachira insignis*
109b. Láminas de 7,5-20 cm de largo y 2,8-9,5 cm de ancho, ápices retusos, agudos hasta acuminados; venación broquidódroma.....110
110a. Folíolos 3-5, obovadas a elíptico-obovadas, 7,5-17,5 cm de largo y 3,2-9,5 cm de ancho, peciolados .....*Pseudobombax septenatum*
110b. Folíolos 5-7, elípticos hasta obovados, 3-20 cm de largo y 1-7,5 cm de ancho, sésiles a subsésiles 111
111a.Hojas agrupadas en el extremo de las ramas; tricomas lepidotos y estrellados; pecíolos de 2-6 cm de largo .....*Pachira trinitensis*
111b. Hojas distribuidas a lo largo de las ramas; glabrescentes; pecíolos de 7-11 cm de largo .....
.....*Pachira aquatica*
112a. Hojas bifolioladas; láminas foliares con puntos traslúcidos ..... *Hymenaea courbaril*
112b. Hojas pinnadas hasta bipinnadas; láminas foliares sin puntos traslúcidos.....113
113a. Hojas bipinnadas 114
113b. Hojas simplemente pinnadas 116
114a. Corteza lisa, blanco hueso con manchas marrón claro, desprendiéndose en tiras; pínnulas glabras; raquis terete.....*Caesalpinia granadillo*
114b. Corteza con fisuras superficiales; gris hasta marrón claro, persistente; pínnulas pilosas; raquis acanalado.....115
115a. Pínnulas 16-20 por pinna; lanceoladas, con tricomas simples en láminas, pecíolos y ramas; pecíolos de 0,8-1,8 cm de longitud; estipelas presentes..... *Calliandra pittieri*
115b. Pínnulas 50-56 por pinna; oblongas, con tricomas glandulares en láminas, pecíolos y ramas; pecíolos de 10-15 cm de longitud estipelas ausentes .....*Schizolobium parahyba*
116a. Hojas paripinnadas; folíolos jóvenes amarillo pálido y pendulares, ápices con un acumen largo; venas secundarias poco visibles .....
.....*Brownea coccinea*
116b. Hojas imparipinnadas; folíolos jóvenes verdes y erectos, ápices agudos; venas secundarias prominente.....*Ormosia macrocalyx*

117a. Plantas armadas, con puntos traslúcidos y fuerte aroma cítrico 118
117b. Plantas inermes, sin puntos traslúcidos y fuerte aroma astringente, aliáceo, leve hasta ausente 121
118a. Hojas simplemente pinnadas; tricomas estrellados por ambas caras*Zanthoxylum rhoifolium*
118b. Hojas unifolioladas, folíolos glabros, pecíolos articulados en el ápice 119
119a. Láminas con ápices mucronados, márgenes crenulados; venación semicraspedódroma .....
.....*Citrus maxima*
119b. Láminas con ápices acuminados hasta agudos, márgenes enteros hasta crenados; venación broquidódroma 120
120a. Filotaxis alterna, helicoidal; folíolos con bordes enteros; raquis alado; espinas de 1-2 cm de largo..... *Citrus sinensis*
120b. Filotaxis alterna, dística; folíolos con borde crenado; raquis acanalado; espinas de 1-6 cm de largo.....*Citrus aurantiifolia*
121a. Hojas bipinnadas ..... *Dilodendron elegans*
121b. Hojas simplemente pinnadas 122
122a. Folíolos terminales de mayor tamaño que los laterales.....123
122b. Folíolos terminales del mismo tamaño que los laterales.....124
123a. Folíolos 11-13, aserrados; fuertemente aromáticas; venación craspedódroma; raquis terete
..... *Astronium graveolens*
123b. Folíolos 9-11, enteros; sin aroma perceptible; venación broquidódroma; raquis acanalado .....
.....*Trichilia havanensis*
124a. Raquis alado; hojas de 3-5 folíolos; fuertemente aromáticos (astringente); venación craspedódroma; bordes ondulados*Schinus terebinthifolia*
124b. Raquis acanalado hasta terete; hojas con más de 5 folíolos, con aromas aliáceos fuertes, cuando astringentes leves hasta ausentes; venación semicraspedódroma hasta broquidódroma; bordes enteros hasta aserrados 125
125a. Venación broquidódroma.....126
125b. Venación semicraspedódroma.....128
126a. Hojas con 6-12 folíolos, glabros; raquis teretes .....*Swietenia macrophylla*
126b. Láminas pilosas; 18-24 folíolos; raquis ligeramente acanalados 127
127a. Hojas con un fuerte aroma aliáceo; pares de folíolos 10-12; venas secundarias insertas en ángulos de 70-80º a la vena principal; pecíolos pulvinulados.....*Cedrela odorata*
127b. Hojas con un leve aroma aliáceo; pares de folíolos 9-12; venas secundarias insertas en ángulos de 40-50º a la vena principal; pulvínulos ausentes .....*Cedrela fissilis*
128a. Hojas paripinnadas, 8-10 folíolos, lustrosos; pecíolos acanalados, verdes, 2-4,6 cm de longitud; mucro al final del raquis.....*Sapindus saponaria*
128b. Hojas imparipinnadas; 13-23 folíolos, opacos, pecíolos teretes, pardos claro, 6-15 cm de largo; mucro ausente 129
129a. Folíolos 13-15, opuestos, borde entero, con resinas urticantes; pecíolos de 6-7 cm de longitud, sin pulvínulos.....*Toxicodendron striatum*
129b. Folíolos 16-23, subopuestos a opuestos, borde aserrado, sin resinas urticantes; pecíolos de 12-15 cm de longitud, pulvinulados .....
.....*Juglans neotropica*
130a. Hojas bipinnadas 131
130b. Hojas simplemente pinnadas, digitadas hasta trifolioladas 132
131a. Hojas con 4-5 pares de pinnas, 3-7 foliólulos por pinna; obovado-lanceolados, ápices redondeados; tallos jóvenes con una interpeciolar rojiza en los nudos; pulvínulo ausente ..... *Moringa oleifera*
131b. Hojas con 16-17 pares de pinnas, 42-45 foliólulos por pinna, elíptico-lanceolados, ápices acuminados; tallos jóvenes sin una línea interpeciolar rojiza en los nudos; pecíolos pulvinulados .....
..... |*Jacaranda mimosifolia*
132a. Árboles con fuste predominantemente torcido y simpodial; láminas de venación semicras-

pedódroma; tallos jóvenes con una línea interpeciolar..... *Tecoma stans*
132b. Árboles con fuste predominantemente recto y monopódico; láminas de venación broquidódroma; tallos jóvenes sin una línea interpeciolar 133
133a. Hojas digitadas.....134
133b. Hojas simplemente pinnadas hasta trifolioladas.....135
134a. Pecíolos bitúmidos; tallos con nudos engrosados; tricomas estrellados, dendroides y glandulares en la lámina foliar y pecíolos..... ..... *Handroanthus guayacan*
134b. Pecíolos pulvinulados; tallos sin nudos engrosados; tricomas exclusivamente lepidotos en ambas caras de las láminas..... *Tabebuia rosea*
135a. Filotaxis verticilada; hojas con 7-9 folíolos por pinna; folíolos fuertemente coriáceos, oblongos ..... *Spondias* sp.
135b. Filotaxis opuesta; hojas con 3-7 folíolos por pinna; folíolos cartáceos, elípticos 136
136a. Hojas trifolioladas; folíolos 15-17 cm de largo y 7-8,5 cm de ancho, de base atenuada, margen entero y ápice acuminado; pecíolos teretes..... ..... *Billia rosea*
136b. Hojas simplemente pinnadas; folíolos 4,8-10 cm de largo y 1,8-3,6 cm de ancho, de base oblicua, margen aserrado y ápice agudo; pecíolos acanalados.....*Fraxinus uhdei*

CONCLUSIONES

En esta investigación se registraron un total de 137 especies arbóreas, de estas, se determinaron 128 (93,4%) a nivel de especie y nueve (6,6%) hasta el nivel de género, requiriendo ahondar en investigaciones posterioresen la búsqueda de caracteres diagnostico que permitan determinar los taxones restantes; sin embargo, el porcentaje de determinación a nivel de especie demuestra la importancia y nivel de efectividad del presente estudio. Además, se encontraron 100 especies nativas (72,9%), lo cual acentúa la importancia del Jardín Botánico de Mérida, ya que entre las funciones mencionadas, promueve la conservación *ex situ*, de los elementos nativos. Por su parte, entre las 37 especies exóticas (27,1%), se reporta *Aristolochia tricaudata* (Aristolochiaceae), que es nativa de México y se encuentra en peligro de extinción (Rivera & Samain 2011).

Como consideraciones finales se tiene que para la elaboración de la clave y la diferenciación de las especies estudiadas, resultó de utildad el uso de caracteres como la arquitectura de los árboles, su corteza, el tamaño de las hojas y/o peciolos, la presencia de nectarios y los patrones de venación. Además, se evidencia la importancia de estudios dendrológicos como herramientas de trabajo en ecosistemas naturales o artificiales como en este caso.

AGRADECIMIENTOS

Especiales agradecimientos al Instituto Jardín Botánico de Mérida, el Laboratorio de Dendrología y el Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, al personal que labora en el Herbario MER, así como a los profesores Williams León, Francisca Ely, Javier García, José R. Guevara y Clemente Hernández por su apoyo y sus importantes aportes a esta investigación. También a todos los amigos y familiares que fueron parte del trabajo de campo y oficina para la realización de este trabajo, entre ellos: Alfredo Briceño, Paola Plaza, Orielys Soto, Alberto Márquez, Luis Finol y Luis Mendoza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, M., AZÓCAR, A., & GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. 2003. Venezuela: un país megadiverso. En: Biodiversidad en Venezuela. Volumen 2. (M. Aguilera, A. Azócar, y E. González-Jiménez, eds.), pp. 1056-1074. Caracas, Venezuela.

APG. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society181: 1–20.

BGCI. 2019. Botanic Gardens Conservation International: Garden Search. https://tools.bgci.org/garden_search.php

BOYLE, B. 2001. Trees, shrubs and lianas of Braulio Carrillo National Park, Costa Rica. A vegetative key of families and genera of cloud forest plants. San José, Costa Rica. 58p.

CASCANTE, A. 2008. Guía para la recolecta y preparación de muestras botánicas. Museo Nacional de Costa Rica. Herbario Nacional. San José, Costa Rica. 10p.

CASTELLANO, E. 2003. Herbarios y jardines botánicos. En: Biodiversidad en Venezuela. Volumen 2. (Aguilera, M., Azócar, A. y González-Jiménez, E, eds.), pp. 944 – 957. Caracas- Venezuela.

CHUNG, M. 2003. Sistema de catálogos para el Jardín Botánico de Mérida. Universidad de Los Andes. Faculta de Arte. Escuela de Diseño Gráfico. Mérida, Venezuela. (Tesis de grado).

CONTRERAS, M. 2006. Manual de Organización del Instituto Jardín Botánico de Mérida (IJBM) de la Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. http://www.ula.ve/ciencias/images/PDF/MO-IJBM_Ciencias-27-05-2016.pdf

DE LEÓN, A. 2014. Sistema para la optimización de secado de plantas del Jardín Nacional. Universidad Rafael Landívar. La Asunción, Guatemala. 177 p. (Tesis de grado).

ELLIS, B., DALY, D., HICKEY, L., JOHNSON, K., MITCHELL, J., WILF, P. & WING, S. 2009. Manual of leaf architecture. Cornell University Press. USA.

EWELL, J., A. MADRIZ Y J. TOSSI. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. Memoria Explicativa Del Mapa Ecológico. Ministerio de Agricultura y Cría. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela.

FLORES, C. 2006. Propuesta de serie de catálogos ilustrados del Jardín Botánico de Mérida. Universidad de Los Andes. Faculta de Arte. Escuela de Diseño Gráfico. Mérida, Venezuela. 78 p. (Tesis de grado).

FORERO, E. 1989. Los jardines botánicos y la conservación de la naturaleza. Acta Botánica Brasilica, (3): 315–322.

GARCÍA, R. & SILVA, M. 2014. Las ABRAE versus las áreas protegidas en Venezuela. Copérnico 10(19): 27-39.

GENTRY, A. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest south America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes of herbaceous taxa. Washington, USA.

GIVNISH, T. 1978.On the adaptive significance of compound leaves, with particular reference to tropical trees. In Tropical trees as living-systems (Tomlinsonand, P. & Zimmermann, M., eds.),351-380.Cambridge, UK.

JIMÉNEZ, J. 1967. La identificación de los árboles tropicales por medio de características de tronco y la corteza. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.

MÁRQUEZ, A. 2019. Clave para la identificación de lianas en la Unidad V de la Reserva Forestal Imataca, estado Bolívar (Venezuela). Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 92p. (Tesis de grado).

PARRA, J. & GÁMEZ, L. 2011. Clave para identificar las Moraceae de la ciudad de Mérida (Venezuela) mediante caracteres vegetativos. Revista Pittieria 35: 25-34.

PERRETA, M & VEGETTI, A. 2005. STRUCTURAL PATTERNS IN VASCULAR PLANTS: A REVIEW. Morfología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, Kreder. Santa Fe, Argentina. Gayana Bot. 62(1): 9-19.

PLONCZAK, M. & RODRÍGUEZ, L. 2002. Conceptos, fundamentos y métodos del manejo forestal en Venezuela. Revista Forestal Venezolana 46(1): 83-90.

RIVERA, J. & SAMAIN, M. 2011. Where has *Aristolochia tricaudata* (Aristolochiaceae) gone? New record of a critically endangered species in Oaxaca, México. Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios, Sociedad Civil (GEOBICOM, S.C.).

RODRÍGUEZ, S. & GÁMEZ, L. 2010. Clave vegetativa para la identificación de árboles de la familia Fabaceae de la ciudad de Mérida, Venezuela. Revista Pittieria 34: 89-111.

ROLLET, B. 1990. Leaf morphology. In: Stratification of tropical forests as seen in leaf structure, part 2. (Rollet, B., Högermann, Ch. & Roth, I., eds.), pp. 1-75. Dordrecht, The Netherlands.

SÁNCHEZ-VINDA, P., POVEDA, L. & THOR, J. 2005. Guía dendrológica costarricense. Primera edición. Heredia, Costa Rica. 226 p.

SANDOVAL, E. 2008. Ecoturismo, la interpretación ambiental en la guiatura turística. IPASME. Caracas, Venezuela. 250 p.

SARMIENTO, M. 2016. Crónica uno: Los vigías del patrimonio se anotan una por la UCV. http://cronica.uno/vigias-patrimonio-se-anotan-una-ucv/.

SMITH, R., CASADIEGO, J., SANABRIA, M. & YUNEZ, F. (1996). *Clave de los Arboles de los Llanos de Venezuela basada en características vegetativas*. Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. Venezuela. 275 p.

THE PLANT LIST. 2013. *The Plant List*. Versión 1.1. http://www.theplantlist.org/

TROPICOS. 2019. Tropicos. Missouri Botanical Garden. https://www.tropicos.org/

VAN DER WERFF, H. 2008. A synopsis of the genus Tachigali (Leguminosae: Caesalpinioideae) in Northern South America. Annals of the Missouri Botanical Garden, 95, (4) pp. 618-660.

YAJURE, Y. & GÁMEZ, L. 2011. Determinación de las Bignoniaceae de la ciudad de Mérida (Venezuela) por medio de caracteres vegetativos. Pittieria 35: 13-24.

WYATT-SMITH, J. 1954. Suggested definitions of field characters. Malayan Forester 17: 270-183.

ISSN [e] 2244-8888

Pittieria
44
ENERO-DICIEMBRE 2020 *págs. 128-138*

ANATOMÍA COMPARATIVA DE LOS ELEMENTOS XILEMÁTICOS DE CONDUCCIÓN EN ALETONES Y TALLO DE *PTEROCARPUS OFFICINALIS* JACQ. (FABACEAE)

COMPARATIVE ANATOMY OF XYLEMATIC CONDUCTIVE ELEMENTS IN BUTTRESS AND STEM OF *PTEROCARPUS OFFICINALIS* JACQ. (FABACEAE)

por

WILLIAMS J. LEÓN H.[1], ORIANA MÉNDEZ[2] y ARIANNY B. TÉLLEZ A.[3]

Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
Laboratorio de Anatomía de Maderas. Mérida, Venezuela.
1 wleon@ula.ve
2 orianamendez1998@gmail.com
3 ariannybetzabeth@hotmail.com

RECIBIDO: OCTUBRE 15 DE 2020 / **ACEPTADO:** DICIEMBRE 12 DE 2020

RESUMEN

Se presenta un análisis comparativo de la anatomía de los elementos xilemáticos de conducción entre aletones y tallo principal de *Pterocarpus officinalis* Jacq. (Fabaceae) procedente de bosques de pantano de la reserva forestal Imataca (estado Bolívar, Venezuela). Se determinaron las características cualitativas y cuantitativas de los vasos en el aletón de mayor dimensión y en el tallo principal a nivel de altura de pecho (1,3 m) en cada individuo. También se determinaron índices ecoanatómicos de vulnerabilidad, mesomorfia, agrupamiento de vasos y conductividad hidráulica relativa. Se encontró que en los aletones hay poros de menor diámetro y en menor cantidad, existiendo una reducción del área efectiva de conducción y de la conductividad hidráulica relativa. Tanto aletones como tallo muestran un comportamiento mesomórfico, observándose un incremento de la eficiencia de conducción desde los aletones hacia el tallo principal. La reducción del área de conducción en los aletones posiblemente permite que exista mayor área para el tejido fibroso reforzando la funcionalidad de los aletones como elemento de soporte.

PALABRAS CLAVE: anatomía comparativa, aletones, conductividad xilemática, índices ecoanatómicos.

ABSTRACT

This research is about a comparative study of xylematic conductive elements between buttress and main stem of *Pterocarpus officinalis* Jacq. (Fabaceae) from swamp forests in Imataca forest reserve (Bolívar state, Venezuela). Qualitative and quantitative features of vessels were determined in buttress of higher dimension and in breast high diameter (1,3 m) of main stem in each tree studied. Also were calculated ecoanatomical indexes of vulnerability, mesomorphy, vessels grouping and relative hydraulic condutivity. We found smaller pores in diameter and in lower quantity, with a reduction in efective area of conduction and hydraulic conductvity in buttres. Main stem and buttress shows a mesomorphic type according vulnerability and mesomorphy indexes with a significative increment of conductive efficiency from buttress to main stem. Reduction of cunductive area in buttress possibly is compensed with a higher area for fibrous tissue and higher functional traits like a support element.

KEY WORDS: comparative anatomy, buttress, xylematic conductivity, ecoanatomical indexes.

INTRODUCCIÓN

Los aletones, también conocidos con el nombre de contrafuertes o gambas, son un tipo de raíz que se presenta como expansiones en la base del tronco que pueden extenderse distalmente sobre el tallo y su tamaño se relaciona con altura del árbol, textura y profundidad del suelo (Flores-Vindas 1999). Su desarrollo es una característica que se observa principalmente en el trópico y está presente en 12-35 % de las especies que crecen en diferentes bosques tropicales, especialmente en las zonas correspondientes a bosque húmedo tropical (Woodcock 2000, Newbery *et al.* 2009). También se pueden presentar en climas subtropicales y bosques húmedos templados, de manera menos frecuente, observándose que sus dimensiones y cantidad tienden a aumentar con la latitud y a disminuir con la altitud (He *et al.* 2012). Existen diferentes teorías acerca de la función que cumplen los aletones en los árboles; sin embargo el mayor consenso se orienta hacía la función de soporte o resistencia mecánica (Crook *et al.* 1997, Steege *et al.* 1997, Clair *et al.* 2003), considerándose que proporcionan estabilidad al árbol, especialmente en los casos en donde alcanzan grandes dimensiones o cuando prevalecen fuerzas unidireccionales que se producen como consecuencia de la acción de vientos, copas asimétricas, tallos inclinados o la acción de gravedad en árboles que crecen en zonas de pendiente (He *et al.* 2012). Se han establecido correlaciones entre la presencia de aletones con las dimensiones del árbol (altura, diámetro), textura y profundidad del suelo encontrándose que son más comunes en árboles emergentes y del dosel, además de una mayor tendencia a su desarrollo en suelos poco profundos y pantanosos, donde las raíces primarias no garantizan suficiente anclaje (Crook *et al.* 1997, Newbery *et al.* 2009). Las especies que se establecen en los bosques de pantano deben tener adaptaciones para poder sobrevivir ante diferentes condiciones desfavorables y entre dichas adaptaciones se encuentran el desarrollo de raíces zancos y tabulares (aletones) las cuales ejercen función de sostén en el fango movedizo (Lozada *et al.* 2017). Aun cuando la presencia de aletones está relacionada principalmente con la función de soporte, también se ha encontrado que pueden contribuir con la regulación de la humedad en el suelo, el status de nutrientes y la diversidad de plántulas que crecen cerca de los árboles que desarrollan este tipo de raíces (Tang *et al.* 2011). Adicionalmente, no se debe dejar de lado la importancia que pueden tener en la conducción de agua y sales minerales (Newbery *et al.* 2009) y se debe tomar en consideración que las largas distancias de movilización de agua en el continuum suelo-planta-atmósfera, desde las raíces más finas hasta los extremos de las últimas ramas, va a depender de la eficiencia de toda la red de conducción (Schuldt *et al.* 2013). Son pocos los estudios orientados hacia la función de conducción en aletones y entre estos se encuentran los de Steege *et al.* (1997) y Christensen-Dalsgaard *et al.* (2007) quienes señalaron que el diámetro y área ocupada por los vasos en los aletones es menor que en la madera del tallo.

Desde el punto de vista taxonómico, los aletones se pueden presentar en familias no relacionadas: Dipterocarpaceae, Fabaceae, Malvaceae y Burseraceae incluyen especies donde frecuentemente se desarrollan aletones, mientras que Annonaceae y Fagaceae no desarrollan este tipo de estructura. Dentro de una misma especie pueden existir individuos con aletones e individuos sin aletones (He *et al.* 2012). *P. officinalis* es una especie con una distribución que abarca tanto las costa del Atlántico (México hasta Brasil) como la del Pacífico (Costa Rica hasta Ecuador e Islas del Caribe) que crece en terrenos inundados pudiendo formar rodales monoespecíficos o

combinarse con otras especies dependiendo de los niveles de salinidad y del tiempo de duración del período de inundación (Rivera-Ocasio *et al.* 2007). La especie desarrolla aletones como una estrategia para adaptarse a condiciones de deficiencia de oxígeno e inestabilidad del sustrato de manera que el intercambio de gases entre la atmósfera y la parte inundada del sistema radicular se efectúa a través de las lenticelas que se desarrollan en la superficie de los aletones además de aumentar la estabilidad requerida en suelos inundados (Bonheme *et al.* 1998).

Desde el punto de vista anatómico, es poca la información que se tiene para este tipo de estructura, siendo uno de los más importantes el presentado por Steege *et al.* (1997) para *Caryocar nuciferum*. También se debe mencionar el estudio de Christensen-Dalsgaard *et al.* (2007) quienes relacionan las características de los vasos con mecanismos o estrategias para mejorar la resistencia mecánica en seis especies tropicales e incluyen tres con aletones: *Xylopia nitida* (Annonaceae), *Tachigali melinonii* (Fabaceae) y *Pradocia cochlearia* (Sapotaceae). A pesar de la importancia que representan los aletones para el establecimiento de *P. officinalis* en zonas inundadas, son pocos los estudios que se han realizado en este aspecto para la especie y el único reporte es el presentado por Lewis (1988) donde indica que no existe correlación entre la dimensión de aletones y factores como dirección del viento y asimetría de la copa.

Ante la poca información existente sobre las características de los elementos de conducción en aletones, la presente investigación tiene como objetivo estudiar las características de los elementos xilemáticos de conducción y el tipo de comportamiento (xeromórfico o mesomórfico) en aletones y fuste principal de *Pterocarpus officinalis* Jacq. (Fabaceae) que crece en los bosques de pantano de la unidad V de la Reserva Forestal Imataca (Bolívar, Venezuela).

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio está representado por muestras de madera de cuatro individuos de *P. officinalis* (Fabaceae) colectados en bosques de pantano de la unidad V de la Reserva Forestal Imataca (estado Bolívar, Venezuela) (CUADRO 1), ubicada al Sueste de Venezuela, entre las coordenadas 6° 00´ y 8° 30´ de Latitud Norte y 59° 50´ y 62° 10´ de Longitud Oeste (Lozada *et al.* 2017). Desde el punto de vista fitogeográfico, la zona de estudio pertenece a la Región Guayana, Provincia Guayana Oriental. Tiene una flora muy

CUADRO 1. Número de muestra en xiloteca MER y colectores.

Árbol	Porción	Número de xiloteca	Colectores
1	Fuste	X7102A	W. León H., L. Gámez, G. Rodríguez, J. Parra, M. Mora
1	Aletón	X7102B	W. León H., L. Gámez, G. Rodríguez, J. Parra, M. Mora
2	Fuste	X7103A	W. León H., L. Gámez, G. Rodríguez, J. Parra, M. Mora
2	Aletón	X7103B	W. León H., L. Gámez, G. Rodríguez, J. Parra, M. Mora
3	Fuste	X7104A	W. León H., L. Gámez, G. Rodríguez, J. Parra, M. Mora
3	Aletón	X7104B	W. León H., L. Gámez, G. Rodríguez, J. Parra, M. Mora
4	Fuste	X7105A	W. León H., L. Gámez, G. Rodríguez, J. Parra, M. Mora
4	Aletón	X7105B	W. León H., L. Gámez, G. Rodríguez, J. Parra, M. Mora

relacionada con los vecinos Guyana, Surinam, Guayana Francesa y con el norte del estado brasileño de Amapá;. algunas de las especies más abundantes en este sector son: *Carapa guianensis*, *Alexa imperatricis*, *Eschweilera subglandulosa*, *Catostemma commune* y *Sterculia pruriens*. En el Sistema de Holdridge, el área pertenece a la zona de vida bosque húmedo tropical y desde el punto de vista fisionómico y estructural es un bosque alto siempreverde (Lozada *et al*. 2007). De acuerdo a la clasificación de los sistemas ecológicos realizada para la reserva por MARN-UCV (2003), el área pertenece al macroecosistema 18 "bosque siempreverde húmedo tropical alto", ubicado en una peniplanicie baja suavemente ondulada, megaecosistema lomeríos bajos con peniplanicie, de la sub-región Pastora-Nuria. En diferentes áreas de la reserva y de la Unidad V se han reportado bosques de pantano en sitios donde existe una condición de saturación de humedad en el suelo de manera casi permanente; estos ecosistemas se diferencian de los bosques de lodazal, o pantano estacional, en que la saturación es constante y no depende de la existencia de una época de lluvias; tampoco presentan una marcada fluctuación diaria en la inundación, como ocurre en los manglares (Lozada *et al*. 2017). Las especies que se establecen en los bosques de pantano deben tener adaptaciones para poder sobrevivir ante diferentes condiciones desfavorables; *P. officinalis* es una de las especies típicas de estos terrenos saturados y exhibe raíces tabulares sinuosas que le permiten el sostén en esas condiciones (Lozada *et al*. 2017).

En cada individuo se recolectaron muestras en el aletón de mayor dimensión y en áreas de fuste, a nivel de la altura de pecho (1,3 m) o 10-20 cm por encima de la zona de incidencia de aletones en caso que estos alcanzaran la altura de pecho (FIGURA 1). Se sometieron a un proceso de secado al aire para luego ser trasladadas y depositadas en la xiloteca MERw del laboratorio de anatomía de maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela). Se extrajeron piezas de 1,5-2 cm^3 para ser sometidas a un proceso de ablandamiento en agua hirviendo durante dos horas. Se obtuvieron secciones transversales, tangenciales y radiales de 25-30 µm de espesor con el uso de un micrótomo de deslizamiento. Las secciones obtenidas fueron preparadas siguiendo la metodología indicada por Corothie (1967) con modificaciones en los tiempos indicados para cada fase realizándose la tinción con safranina (6-12 h), deshidratación en baños sucesivos de alcohol en concentraciones de 50 % (15 min), 70 % (15 min), 75 % (15 min), 95 % (4 h), una mezcla alcohol-xilol en proporción 1:1 (30 min) y xilol (2-4 h). El montaje se realizó utilizando bálsamo de Canadá como medio de

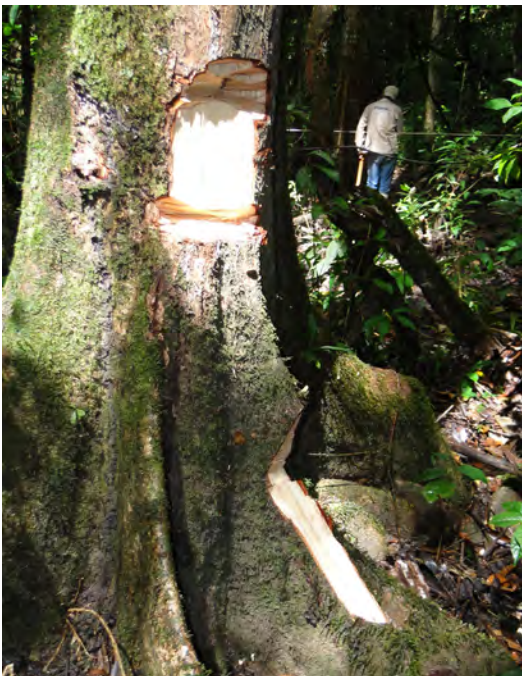


FIGURA 1. *Pterocarpus officinalis* Jacq. Toma de muestras en fuste y aletón.

adhesión. Se estudiaron las características de los elementos xilemáticos de conducción siguiendo lo estipulado por IAWA Committee (1989). Los caracteres cuantitativos estudiados fueron frecuencia y diámetro de poros, diámetro de punteaduras y longitud de elementos de los vasos. Esta última se determinó en tejido macerado o disociado preparado de acuerdo a la metodología de Franklin (1936) pero modificando la proporción peróxido de hidrógeno-ácido acético en 1:1 y el tratamiento calorífico en estufa (12 h, 60 °C). Para las características cuantitativas (frecuencia y diámetro de vasos, diámetro de punteaduras, longitud de elementos de los vasos) se realizó el número de mediciones indicadas por IAWA Committee (1989), se determinó la estadística básica (promedio, desviación, máximo, mínimo) y se realizó el respectivo análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) diferencia de medias para conocer si existen diferencias estadísticamente significativas entre aletones y fuste. Se calcularon los índices ecoanatómicos propuestos por Carlquist (1977, 2001) y el índice de agrupamiento de vasos (Carlquist 2001) mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$IV = Dp / Fp$$

$$IM = IV * LEV$$

$$IVg = (\text{Número total de poros}) / (\text{Número de grupos de poros})$$

donde:

IV = índice de vulnerabilidad; Dv = diámetro de vasos o poros (µm); Fp = frecuencia de poros (poros/mm^2); IM = índice de mesomorfia; LEV = longitud de elementos de los vasos (µm); IVg = índice de agrupamiento de vasos.

De acuerdo a los valores de IV e IM se determinó el tipo de comportamiento del sistema de conducción clasificándose como xeromórfico (IV < 1; IM < 75) o mesomórfico (IV > 1; IM > 200). Finalmente, se calculó la conductividad hidráulica relativa (CHr) mediante la aplicación de la ecuación modificada de Hagen-Poseuille (Reyes-Santamaría *et al.* 2002):

$$CHr = Fp * Rp^4$$

donde:

CHr = conductividad hidráulica relativa; Fp = frecuencia de poros; Rp = radio de poros

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

Porosidad desde difusa hasta con tendencia a semicircular en fuste (FIGURA 2A) y claramente difusa en aletones (FIGURA 2B). Poros sin patrón definido de disposición; solitarios, múltiples radiales de 2-4 (6) y arracimados (FIGURA 2). Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Estos aspectos coinciden con lo reportado por Detienne & Jacquet (1983) y León (2020).

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS

La frecuencia (FIGURA 3) y diámetro de poros (FIGURA 4) mostraron un comportamiento uniforme en el sentido que todos los individuos estudiados se caracterizaron por un incremento desde la zona de aletones hacia el tallo. En el 50 % de los casos, el incremento en frecuencia manifestó diferencias estadísticamente significativas ($\alpha = 0,05$), mientras que el diámetro mostró diferencias significativas en el 75 % de los casos (CUADRO 2). La presencia de menor cantidad de poros por mm^2 y la disminución de su diámetro trae como resultado una menor área de conducción en aletones en comparación con el fuste, lo cual coincide con lo indicado por Christensen-Dalsgaard *et al.* (2007) quienes señalaron que los aletones son una de las partes del árbol que tiene menor área de vasos y menores conductividades específicas; mientras que Stahel (1971) indicó que en los aletones se

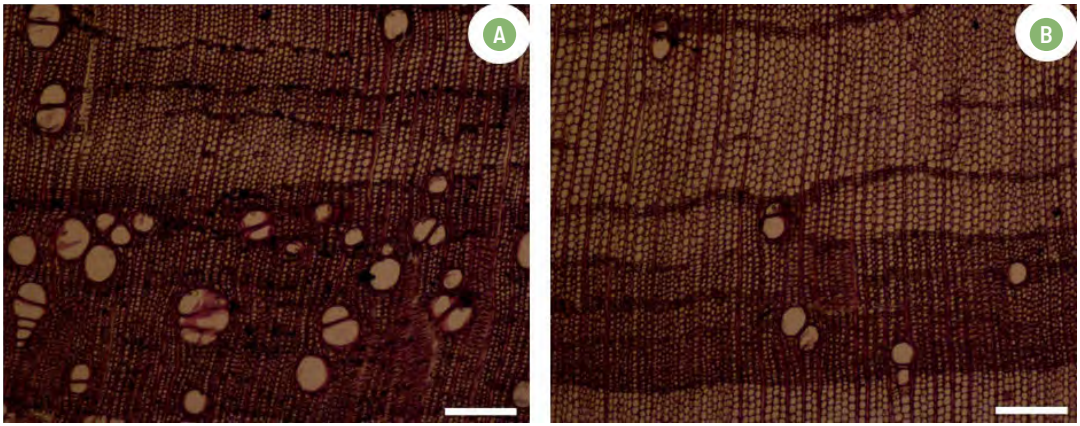


FIGURA 2. *Pterocarpus officinalis* Jacq. Diferencia en frecuencia, tamaño y agrupación de vasos entre **(A)** fuste y **(B)** aletón (Barra = 300 µm).

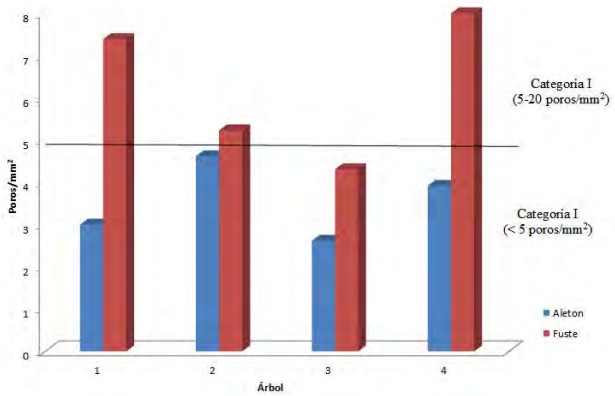


FIGURA 3. Distribución de frecuencia de vasos (poros/mm^2) de acuerdo a las categorías de IAWA Committee (1989) en aletones y fuste de *Pterocarpus officinalis* Jacq.

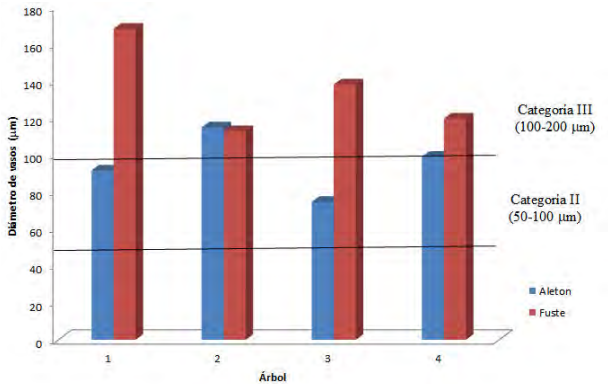


FIGURA 4. Distribución de diámetro de vasos de acuerdo a las categorías de IAWA Committee (1989) en aletones y fuste de *Pterocarpus officinalis* Jacq.

CUADRO 2. Frecuencia de poros, índice de agrupamiento de vasos (IVg), diámetro de poros, diámetro de punteaduras y longitud de elementos de vasos (LEV) en fuste y aletones de *Pterocarpus officinalis* Jacq. (mínimo, promedio, desviación, máximo).

Árbol, porción	Poros/mm²	IVg	Dporos (µm)	Dpunteaduras (µm)	LEV (µm)
Árbol 1					
Fuste	(3,85) 7,39b ± 2,77 (10,77)	(1,67) 2,5^{b} ± 0,99 (4)	(120) 167,8^{b} ± 22,5 (230)	(2,5) 3,625^{a} ± 0,395 (3,75)	(160) 231^{a} ± 34 (320)
Aletón	(2,31) 3^{a} ± 0,5 (3,46)	(1) 1,2^{a} ± 0,18 (4)	(75) 91,4^{a} ± 11,77 (120)	(3,75) 4,375^{b} ± 0,659 (5)	(145) 246^{a} ± 48,78 (380)
Árbol 2					
Fuste	(2,31) 5,23^{a} ± 1,73 (6,92)	(1,2) 2,24^{a} ± 0,63 (2,8)	(90) 112,6^{a} ± 15,08 (140)	(3,75) 4,375^{a} ± 0,659 (5)	(135) 228^{a} ± 42,94 (340)
Aletón	(2,69) 4,62^{a} ± 1,68 (6,54)	(1,25) 1,6^{a} ± 0,33 (2,13)	(85) 114,6^{a} ± 16,83(145)	(5) 5,375^{b} ± 0,604 (6,25)	(130) 220,8^{a} ± 46,14 (300)
Árbol 3					
Fuste	(3,85) 4,31^{b} ± 0,5 (5)	(1,67) 2,08^{a} ± 0,56 (4)	(90) 137,8^{b} ± 23,01 (185)	(2,5) 4^{a} ± 0,791 (5)	(120) 205,6^{a} ± 33,18 (275)
Aletón	(1,54) 2,62^{a} ± 0,88 (3,85)	(1) 1,45^{a} ± 0,26 (1,67)	(60) 74,4^{a} ± 10,54 (90)	(5) 5,125^{b} ± 0,395 (6,25)	(100) 217,83^{a} ± 40,5 (315)
Árbol 4					
Fuste	(3,85) 8^{a} ± 4,7 (13,46)	(1,25) 1,62^{a} ± 0,25 (1,88)	(90) 119,4^{b} ± 22,74 (180)	(3,75) 4,75^{a} ± 0,791 (6,25)	(160) 235,4^{a} ± 39,08 (340)
Aletón	(3,08) 3,92^{a} ± 0,5 (4,23)	(1,11) 1,35^{a} ± 0,16 (1,57)	(80) 98,8^{a} ± 11,66 (125)	(5) 5^{a} ± 0 (5)	(170) 239,2^{a} ± 34,84 (305)

presentan vasos de menor diámetro y una reducción del área de conducción. Sin embargo, contrasta con lo reportado por Steege *et al.* (1997) para *Caryocar nuciferum* donde encontraron una mayor frecuencia de vasos en los aletones y poca diferencia de diámetro entre las dos porciones estudiadas. Con respecto al tamaño de las punteaduras, desde los aletones hacia el fuste se encontró una reducción del diámetro (CUADRO 2, FIGURA 5) y en el 75 % de los casos fue significativa. Igual patrón de comportamiento se observó en la longitud de elementos de los vasos (FIGURA 6), pero las variaciones fueron no significativas, y se puede considerar que este carácter es el único de los estudiados que se mantiene constante entre las dos porciones (CUADRO 2). Tomando en consideración las categorías dimensionales establecidas por IAWA Committee (1989), las variaciones que ocurren entre aletones y fuste, en algunos casos, representan categorías diferentes, especialmente en el diámetro de vasos donde pasan de la categoría de pequeños desde la zona de aletones a medianos hacia el fuste (FIGURA 4). La reducción del área ocupada por tejido de conducción en los aletones podría indicar un mayor espacio para el desarrollo de tejido fibroso y reforzar la capacidad de soporte o resistencia mecánica, tal como lo mencionan Crook *et al.* (1997), Christensen-Dalsgaard *et al.* (2007) y He *et al.* (2012) al señalar que el principal rol de los aletones es de tipo mecánico.

Los índices ecoanatómicos (CUADRO 3) indican un comportamiento mesomórfico, es decir, orientado hacia la eficiencia en el movimiento de líquidos la cual aumenta al pasar de los aletones al fuste. Es importante indicar que no hay reportes de índices ecoanatómicos en aletones para poder establecer comparaciones. El índice de agrupamiento de vasos aumentó desde los aletones hacia el fuste, pero no de manera significativa (CUADRO 2). El aumento en diámetro y frecuencia de vasos también se traducen en mayores tasas de conductividad hidráulica relativa en el fuste; mientras que el incremento en eficiencia

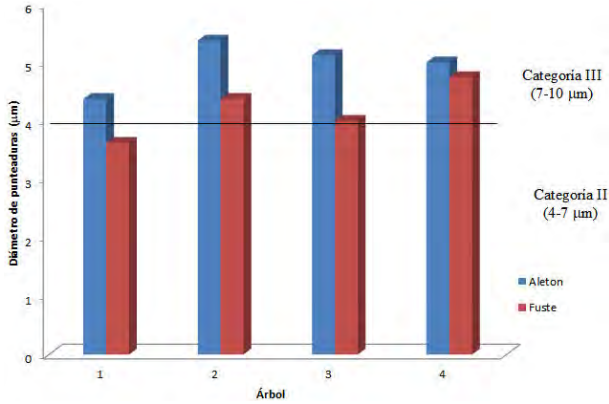


FIGURA 5. Distribución de diámetro de punteaduras de acuerdo a las categorías de IAWA Committee (1989) en aletones y fuste de *Pterocarpus officinalis* Jacq.

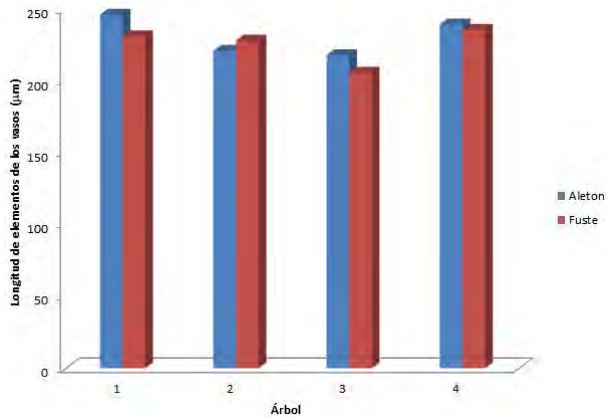


FIGURA 6. Distribución de longitud de elementos de los vasos de acuerdo a las categorías de IAWA Committee (1989) en aletones y fuste de *Pterocarpus officinalis* Jacq.

CUADRO 3. Índices de vulnerabilidad (IV), mesomorfía (IM) y conductividad hidráulica relativa (CHr) en fuste y aletones de *Pterocarpus officinalis* Jacq.

Árbol	Porción	IV	IM	CHr ($\mu m^4 \times 10^6$)
1a	Fuste	22,71	5245,17	366,18
1b	Aletón	30,47	7494,80	13,09
2a	Fuste	21,53	4908,76	52,55
2b	Aletón	24,81	5476,99	49,80
3a	Fuste	31,97	6573,48	97,13
3b	Aletón	28,40	6185,71	5,02
4a	Fuste	14,93	3513,35	101,62
4b	Aletón	25,20	6028,82	23,34

y conductividad hidráulica son resultado directo del aumento de diámetro de los vasos e indica una adecuada continuidad de los elementos de conducción desde la porción correspondiente a aletones hacia el fuste principal.

CONCLUSIONES

Las principales variaciones de los elementos de conducción entre aletones y fuste de *P. officinalis* son los cambios en diámetro y frecuencia de vasos, observándose un aumento del diámetro y cantidad de poros/mm^2 desde los aletones hacia el fuste. Estos cambios afectan el área de conducción y la tasa de conductividad hidráulica relativa notándose los valores menores en los aletones.

Los índices ecoanatómicos reflejan un similar comportamiento entre las dos porciones estudiadas pero con un incremento de la eficiencia en el movimiento de líquidos en el fuste.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONHEME, I., A. ROUSTEAU, D. IMBERT & É. SAUR. 1998. La foret marécageuse á *Pterocarpus officinalis*. Sa situation en Guadeloupe. *Bois et Forets des Trop*. 258(4): 59-68.

CARLQUIST, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *Amer. J. Bot*. 64: 887-896.

CARLQUIST, S. 2001. *Comparative wood anatomy*. Springer Verlag. 2nd edition. New York, USA. 448 p.

CHRISTENSEN-DALSGAARD, K., M. FOURNIER, A. ENNOS & A. BARFOD. 2007. Changes in vessel anatomy in response to mechanical loading in six species of tropical tres. *New Phytol.* 176: 610-622.

CLAIR, B.; M. FOURNIER, M. PREVOST, J. BEAUCHENE & S. BARDET. 2003. Biomechanics of buttressed trees: bending strains and stresses. *Am. J. Bot*. 90: 1349-1356.

COROTHIE, H. 1967. *Estructura anatómica de 47 maderas de la Guayana venezolana*. Ministerio de Agricultura y Cría-Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 125 p.

CROOK, M.; A. ENNOS & J. BANKS. 1997. The function of buttress roots: comparative study of the anchorage systems of buttressed (*Aglaia* and *Nephelium ramboutan* species) and non-buttressed (*Mallotus wrayi*) tropical trees. *J. Exp. Bot*. 48: 1703-1716.

DETIENNE, P. & P. JACQUET. 1983. *Atlas d´identification des bois de l´Amazonie et des regions voiseines*. Centre Technique Forestier Tropical. Nogent s/Maine. 640 p.

FLORES-VINDAS, E. 1999. *La planta: estructura y función. Volumen II*. Libro Universitario Regional. San José, Costa Rica.

FRANKLIN, G. 1936. Permanent preparations of macerated wood fibres. *Trop. Woods* 49: 21-22.

HE, Z., Y. TANG, X. DENG & M. CAO. 2012. Buttress trees in a 20-hectare tropical dipterocarp rainforest in Xishuangbanna, SW China. *J. Plant Ecol*. 6: 187-192.

IAWA Committe. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s*. 10: 219-332.

LEWIS, A. 1988. Buttress arrangement in *Pterocarpus officinalis* Jacq. (Fabaceae): Effects of crown assimetry and wind. *Biotropica* 20: 280-285.

LEÓN H., W. 2020. *Anatomía de maderas de 130 especies de Venezuela*. Pittieria. Serie publicaciones especiales PE2. Mérida, Venezuela. 367 p.

LOZADA, J., P. SORIANO & M. COSTA. 2007. Bosques de colinas y lomas en la zona central de la Reserva Forestal Imataca, Venezuela. *Rev. For. Lat*. 42: 105-131.

LOZADA, J., P. SORIANO & M. COSTA. 2017. Bosques de pantano en la zona central de la Reserva Forestal Imataca, Venezuela. *Rev. For. Venez*. 61: 9-28.

MARNR-UCV. 2003. Bases técnicas para el ordenamiento de la Reserva Forestal Imataca. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renpvables-Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

NEWBERY, D., S. SCHWAN, G. CHUYONG & X. VAN DER BURGT. 2009. Buttress form of the central African rain forest tree *Microberlinia bisulcata*, and its possible role in nutrient acquisition. *Trees* 23: 219-234.

REYES-SANTAMARÍA, I.; T. TERRAZAS; A. BARRIENTOS & C. TREJO. 2002. Xylem conductivity and vulnerability in cultivars and races of avocado. *Sci. Hort*. 92: 97-105.

RIVERA-OCASIO, E., T. MITCHELL AIDE & N. RÍOS-LÓPEZ. 2007. The effects of salinity on the dynamics of a *Pterocarpus officinalis* forest stand in Puerto Rico. *J. Trop. Ecol*. 23: 559-568.

SCHULDT, B., C. LEUSCHNER, N. BROCK & V. HORNA. 2013. Changes in wood density, wood anatomy and hydraulic properties of the xylem along the root-to-shoot flow path in tropical rainforest trees. *Tree Physiol.* 33: 161-174.

STAHEL, J. 1971. Anatomische untersuchungen an brettwurzeln von *Khaya ivorensis* A. Chev. und *Piptadeniastrum africanum* (Hook. f.) Brenan. *Holz Als Roh-und Werks.* 29: 314-318.

STEEGE, H. TER, B. TER WELLE & P. LAMING. 1997. The possible function of buttresses in *Caryocar nuciferum* (Caryocaraceae) in Guyana: ecological and wood anatomical observations. *IAWA J*. 18: 415-431.

TANG, Y., X. YANG, M.CAO, C. BASKIN & J. BASKIN. 2011. Buttress trees elevate soil heterogeneity and regulate seedling diversity in a tropical rainforest. *Plant Soil* 338: 301-309. DOI 10.1007/s11104-010-0546-4

WOODCOCK, D., G. DOS SANTOS & D. TAYLOR. 2000. The buttressed blue marble tree: Wood and growth characteristics of *Elaeocarpus angustifolius* (Elaeocarpaceae). *Ann. Bot.* 85: 1-6.

ISSN [e] 2244-8888

Pittieria
44
ENERO-DICIEMBRE 2020 *págs. 140-160*

EPONIMIA BOTÁNICA DEL DR. PROF. LEANDRO ARISTEGUIETA

DR. PROF. LEANDRO ARISTEGUIETA'S BOTANICAL EPONYMY

por

ARGELIA SILVA RÍOS[1], JOSÉ RAMÓN GRANDE ALLENDE[2-3] y MARÍA ALEJANDRA GUILLÉN[1]

1 Instituto Experimental Jardín Botánico "Dr. Tobías Lasser". Universidad Central de Venezuela. Distrito Capital, Caracas, Venezuela.
argeliasil@gmail.com, marialeguillen@gmail.com
2 Postgrado en Botánica. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Distrito Capital, Caracas, Venezuela.
3 Herbario MERF. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
jose.r.grande@gmail.com

RECIBIDO: NOVIEMBRE 15 DE 2020 / **ACEPTADO:** ENERO 05 DE 2021

RESUMEN

En este trabajo se presenta, como homenaje al maestro botánico Leandro Aristeguieta Capella († 06 octubre 2012), un estudio crítico de su eponimia taxonómica. En total, 64 nombres de plantas vasculares, incluyendo un género (*Aristeguietia* R.M. King & H. Rob.) y 41 especies, han sido establecidos en su honor. Producto de la revisión crítica de la colección de tipos nomenclaturales y la literatura, se reconocen 32 especies de México y Sudamérica tropical, 75% de las cuales son endémicas de Venezuela, y 21 combinaciones en *Aristeguietia*, correspondientes a especies de Colombia, Ecuador, Perú y Chile. Se corrigen tres de los epítetos, se ilustran 32 pliegos (incluyendo 29 nombres aceptados y dos sinónimos) y se actualizan los datos sobre endemismo. Los taxones considerados forman parte de una amplia gama de ecosistemas a nivel nacional, lo que sumado a su potencial ornamental y alto grado de endemismo, les confiere una gran importancia como objetos de conservación y un gran interés para su empleo en jardinería.

PALABRAS CLAVE: colecciones botánicas, eponimia, Leandro Aristeguieta, Herbario Nacional de Venezuela, muestras tipo, nomenclatura.

ABSTRACT

This work presents, as a tribute to the botanical master Leandro Aristeguieta Capella († October 6th, 2012), a critical study of his taxonomic eponymy. In all, 64 vascular plant names, including a genus (*Aristeguietia* R.M. King & H. Rob.) and 41 species, have been established in his honor. After a critical revision of the nomenclatural types and literature, 32 species from Mexico and tropical South America, 75% of which are endemic to Venezuela, and 21 combinations in *Aristeguietia* from Colombia, Ecuador, Perú, and Chile, are here accepted. Three of the epithets are corrected, 32 sheets from 31 species (including 29 accepted names and two synonyms) are illustrated, and data on endemism is updated. The taxa here considered are part of a wide range of ecosystems nationwide, which added to their ornamental potential and high degree of endemism gives them great importance as conservation objects, and a great interest for their use in gardening.

KEY WORDS: Botanical collections, eponymy, Leandro Aristeguieta, nomenclature, type specimens, Venezuelan National Herbarium.

INTRODUCCIÓN

Comunes desde la antigüedad, y de notoria abundancia en los lenguajes de especialidades, los epónimos ocupan un lugar de honor en nuestro idioma (Moya 2004, Esteban 2012).

En el presente trabajo, se consideran los epónimos botánicos dedicados al Dr. Leandro Aristeguieta Capella, destacado profesor e investigador venezolano que contribuyó de manera notable con el avance de la botánica en el país. Nacido en Guasipati (estado Bolívar) el 20 de noviembre de 1923, desde muy joven se inclinó por el estudio de la naturaleza, obteniendo su titulación en Biología en 1950 –junto al Hermano Ginés y la Dra. Zoraida Luces de Febres– como parte de la primera promoción de Licenciados en Ciencias Naturales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Fue alumno de Henri Pittier y Tobías Lasser. Inicia sus estudios de postgrado en la Universidad de Columbia (Nueva York, EE. UU.), y obtiene su diploma de Doctor en Ciencias Biológicas en 1956, en la Facultad de Ciencias de la UCV. A lo largo de su vida trabajó en el Instituto Botánico, en cuyo herbario (actualmente Herbario Nacional de Venezuela) realizó la mayor parte de sus investigaciones en botánica sistemática (en las cuales mostró especial interés por las familias Anacardiaceae, Annonaceae, Asteraceae, Commelinaceae, Heliconiaceae, Salicaceae y Symplocaceae), ocupó el sillón XXV de la Sociedad Venezolana de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, y realizó numerosas expediciones a los distintos ambientes del país, donde llegó a recolectar más de 10.000 especímenes. Recibió en vida condecoraciones y numerosos reconocimientos, incluyendo un doctorado *honoris causa* por la Universidad de Carabobo (2008), y la Facultad de Ciencias de la UCV honró con su nombre una sala de conferencias.

Con el fin de dar a conocer un poco más al Dr. Aristeguieta, se presenta un resumen cronológico de sus principales actividades académicas y técnicas, las cuales seguramente permitirán al lector acercarse a la razón por la que tantos especialistas botánicos dedicaron especies a este insigne investigador venezolano:

- **1950.** Participa de manera activa en la creación de una estación biológica en Macarao, estado Miranda, a partir de la cual y en 1972, el gobierno nacional decreta la zona como Área de Protección Especial, bajo el nombre de "Parque Nacional Macarao".
- **1953.** Inicio de sus labores como docente e investigador en la Escuela de Biología (entonces Escuela de Ciencias) de la Universidad Central de Venezuela. Posteriormente, profesor de la Facultad de Arquitectura de la misma casa de estudios, donde inicia los estudios de paisajismo.
- **1960.** Ingresa al Instituto Pedagógico de Caracas como miembro del personal docente de la Cátedra de Botánica. Entre las diferentes labores realizadas a lo largo de 10 años, resalta la fundación del vivero del instituto, nombrado posteriormente en honor del destacado Dr. Prof. Efraín Moreno.
- **1961.** Colabora activamente, junto al famoso arquitecto brasileño Roberto Burle Marx, en el diseño y desarrollo del Parque del Este (Generalísimo Francisco de Miranda), en Caracas, y el diseño del Jardín Botánico de Maracaibo, en el estado Zulia.
- **1971.** Junto al Prof. Francisco Tamayo funda el herbario del Instituto Pedagógico de Caracas, el cual llevará luego el nombre de dicho investigador.
- **1991.** Promueve la creación del Jardín Botánico de Maracaibo, al cual recientemente le han dado su nombre.

- **1995.** Promueve la creación del Jardín Botánico del Orinoco, en Ciudad Bolívar.
- **2000.** Dirige la creación de la Plaza Docente y ordena los jardines de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela.
- **2005.** Dirige el paisajismo del Jardín Bosque del Paleozoico en el Jardín Botánico de Caracas de la Universidad Central de Venezuela, sector que actualmente lleva su nombre.

Su obra escrita, además de numerosos artículos científicos y de divulgación, incluye las siguientes publicaciones monográficas: *Clave y descripción de las familias de los árboles de Venezuela* (1954), *El género Heliconia en Venezuela* (1961), *Árboles ornamentales de Venezuela* (1962), *Compositae* (Flora de Venezuela, Volumen X, Partes 1 + 2; 1964), *Familias y géneros de los árboles de Venezuela* (1973), *Parque del Este* (1974), *La ciudad de los árboles* (1995) y *Estudio dendrológico de la flora de Venezuela* (2003). Sus publicaciones resultan indispensables para los estudiantes aplicados en el conocimiento de la botánica en sus diferentes disciplinas, especialmente de aquellos que cursan biología o ingeniería forestal, y sus múltiples artículos, junto a su gran legado de colecciones botánicas, depositadas principalmente en el Herbario Nacional de Venezuela (VEN) y el Herbario del Jardín Botánico de Nueva York (NY), serán siempre referencia para profesionales y estudiantes en el área de la botánica y sus disciplinas conexas. Una consulta más amplia de la vida y obra del Dr. Aristeguieta puede hacerse en Lindorf (2008, 2012).

Cabe destacar que la celebración de los congresos de botánica en Venezuela se debe a la iniciativa del Dr. Aristeguieta, quien en febrero de 1971, en Caracas, funge como coordinador general. Desde entonces, y bianualmente, la Sociedad Botánica de Venezuela (SBV) reúne a un importante número de personas con un interés común: el estudio de las plantas desde diversas perspectivas. En la oportunidad de celebrarse el XXI Congreso Venezolano de Botánica (IVIC, 2015) en el Instituto Experimental Jardín Botánico Dr. Tobías Lasser (IEJB) de la UCV, el comité organizador coordinado por la Dra. Argelia Silva Ríos, decide dedicar el evento al profesor Dr. Leandro Aristeguieta, junto a dos grandes figuras botánicas que dedicaron lo mejor de sus vidas al fortalecimiento interno y el progreso de la disciplina en el país, y han permitido el reconocimiento unánime de esta institución más allá de sus fronteras: el profesor Lic. Bruno Manara (†2018) y el profesor Dr. Getulio Agostini (†1989).

Bruno Manara, eminente ilustrador, escritor e investigador, se desempeñó durante varias décadas como dibujante de especímenes botánicos, fue un entusiasta divulgador de las ciencias naturales y nos dejó un importante legado sobre áreas bajo administración especial (ABRAE), sobre todo de la Cordillera de la Costa y particularmente del Parque Nacional Waraira Repano (sic.; Wariarepano)/ El Ávila. El Lic. Manara, una vez más, resaltó sus dotes de ilustrador elaborando a color el dibujo de las dos especies dedicadas al Dr. Aristeguieta (*Quararibea aristeguietae* Cuatrec. y *Cordia aristeguietae* Agostini), utilizadas como emblema gráfico del XXI CVB (IVIC, 2015).

El botánico Dr. Prof. Getulio Agostini trabajó en las familias Boraginaceae, Myrsinaceae y Piperaceae. En el Herbario Nacional (VEN) y en la Escuela de Biología de la UCV compartió cátedra con botánicos y ecólogos prestigiosos como Leandro Aristeguieta, Tobías Lasser, Zoraida Luces de Febres, Ernesto Foldats, Ingrid Roth, Volkmar Vareschi y Ernesto Medina (Moreno 2012).

Es de resaltar el sentido fallecimiento del Dr. Leandro Aristeguieta Capella, el 06 de octubre de 2012, a la edad de 89 años. Este artículo se presenta como homenaje póstumo, en su memoria.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información presentada en este artículo fue recopilada del Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela (Hokche et al. 2008) y las bases de datos en línea *International Plant Names Index* (IPNI; https://ipni.org/) y *Plants of the World Online* (POWO; http://powo.science.kew.org/). *Tibouchina aristeguietae* Wurdack, sin emabrgo, es considerada como un *Andesanthus* P.J.F. Guim. & Michel, y se mantiene la circunscripción tradicional del género *Byttneria* Loefl. Para las angiospermas, se adoptó el sistema de clasificación del APG IV (2016), incluyendo entre paréntesis sus equivalentes en el sistema de Cronquist (1981) –de amplio uso en la literatura de las décadas pasadas– para facilitar las consultas nomenclaturales. Para los helechos se sigue la clasificación empleada en POWO, incluyendo entre paréntesis la del Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela (Hokche et al. 2008). El listado de especies en el CUADRO 2 se presenta en orden alfabético por familia y género, e incluye helechos (Monilophyta), magnólidas (Magnoliidae), monocotiledóneas (Monocotyledoneae) y eudicotiledóneas (Eudicotyledoneae). Cada nombre es seguido del autor y los datos de la publicación original, incluyéndose entre comillas el epíteto original (i.e.: tal como aparece en el protólogo) cuando este es corregido. Se incluye el nombre y número de campo del colector, precedidos por los datos de colecta (localidad y fecha), la categoría nomenclatural asignada (holótipo [HT], isótipo [IT] o parátipo [PT]), y se reporta el herbario y su número de registro más reciente (sin ceros a la izquierda); cuando los nombres con los que se describió el tipo son sinónimos, el nombre aceptado se incluye al final, en negritas. Por último, se indica la distribución geográfica, incluyendo la palabra "ENDÉMICA" para aquellas especies que solo se conocen de Venezuela. En la FIGURA 1 se incluyen fotografías de muestras respresentativas depositadas en el herbario VEN, obtenidas como parte de la *Latin American Plant Initiative* (LAPI) y disponibles en *Jstor-Global Plants* (https://plants.jstor.org/). La literatura completa sobre epónimos aristeguietanos es incluida al final, como parte de las referencias bibliográficas.

RESULTADOS

El Dr. Leandro Aristeguieta fue homenajeado en vida con la dedicación de un género de asteráceas (*Aristeguietia* R.M. King & Rob.), con 22 especies[1] de Colombia, Ecuador, Perú y Chile y 41 especies de plantas vasculares. Todas las especies menos una (*Heliconia aristeguietae* Abalo & G. Morales, un sinónimo taxonómico de *H. scarlatina* Abalo & G. Morales) fueron descritas con material venezolano, y 32 de ellas (o sus posteriores combinaciones) son consideradas aún nombres correctos. El 75% de las especies actualmente aceptadas son endémicas de Venezuela (CUADRO 1).

En el CUADRO 2 se muestran los nombres de las especies que han sido dedicadas al Dr. Leandro Aristeguieta. Tres de ellos (*Ageratina* "*aristeguietii*" R.M. King & H. Rob., *Borreria* "*aristeguietaeana*" Steyerm., *Pterobesleria* "*aristeguitae*" C.V. Morton) presentan una composición irregular del epíteto, y son corregidos de acuerdo con el artículo 60.8 del Código de Nomenclatura (Turland et al. 2018).

La colección de tipos taxonómicos de especies dedicadas al Dr. Aristeguieta supera el centenar de especímenes, y se distribuye en al menos 18 herbarios (4 nacionales y 14 extranjeros; CUADRO 2). De todos estos, VEN es el más completo, y en sus existencias asciende a 55 pliegos, incluyendo 17 holótipos, 17 isótipos y 21 parátipos. De estos, una especie (representada por un pliego) pertenece a las Polypodiopsida o helechos; 42

CUADRO 1. Cuadro resumen de la eponimia taxonómica botánica del Dr. Leandro Aristeguieta. N total se refiere al número total de taxones, N vigentes a los nombres que en la actualidad siguen siendo considerados correctos (estén combinados o no los basónimos), y N endémicos al número de taxones aceptados endémicos de Venezuela.

	N Total	N Vigentes	N Endémicos
Géneros	1(22)	1(21)	—
Especies	41	32	24
	64	54	24

CUADRO 2. Lista completa deespecies dedicadas al Dr. Leandro Aristeguieta. Se incluyen los datos del protólogo y las muestras tipo.

MONILOPHYTA

Aspleniaceae

Lastrea aristeguietae Vareschi. VENEZUELA. Yaracuy. Los Carrelitos, cerca de caserío de San José, 03-04/07/1953, *L. Aristeguieta & F. Pannier 1877* (IT: US-66702). ***Thelypteris straminea*** (Baker) C.F. Reed. Colombia y Venezuela.

Dryopteridaceae (v. Polypodiaceae)

Polypodiaceae

Elaphoglossum aristeguietae Vareschi, Acta Bot. Venez. 1(2): 105-7, f. 12. Venezuela. Sucre: Turumiquire, cerca de Cocoyar (sic.; Cocollar) en rocas, 2000 m snm, *V. Vareschi 6324* (n.v.). ***Elaphoglossum lindigii*** (H. Karst.) T. Moore. Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú. *Polybotrya aristeguietae* Brade, Bradea 1: 19. 1969, tab. 1. VENEZUELA. Miranda-Guárico. Santa Teresa-Altagracia de Orituco, 01-30 VI 1953, *L. Aristeguieta 1780* (HT: VEN-34812). ***Polybotrya osmundacea*** Humb. & Bonpl. ex Willd. Antillas, Mesoamérica y norte de Sudamérica.

Thelypteridaceae (v. Aspleniaceae)

ANGIOSPERMAE

MAGNOLIIDAE

Piperaceae

Peperomia aristeguietae Steyerm., Acta Bot. Venez. 6: 83, fig. 2. 1971. VENEZUELA. Miranda. Plants growing at residence of J.A. Steyermark (Quinta Santa Genoveva, 3ra Avenida, Transversal 1, Santa Eduvigis, Caracas), 17/08/1970, from plants originally collected along shaded bluffs along Río Aguas Calientes, south of Caruao, 50-100 m snm, *J. Steyermark 103733* (HT: VEN-81943; IT: P-463568, US-89757). Vargas. Alrededores de Caruao. Los Caracas, 50-100 m snm, 01/05/1969, *L. Aristeguieta 7117* (PT: VEN-76137). ENDÉMICA. Fig. 1.1.a.

Piper aristeguietae Yunck., Acta Biol. Venez. 2(27): 320, figs. 1, 2. 1958. VENEZUELA. Miranda. Los Guayabitos, ca. 1300 m snm, 11/1957, *L. Aristeguieta 2935* (HT: NY-251119; IT: VEN-41791). ***Piper obliquum*** Ruiz & Pav. Sur de México, Mesoamérica, norte de Sudamérica, Trinidad & Tobago.

MONOCOTYLEDONEAE

Araceae

Caladium aristeguietae G.S. Bunting, Acta Bot. Venez. 10: 282-3. 1975. VENEZUELA. Guárico. Carretera San Juan de los Morros-Calabozo, 2 km al N de Ortiz, al lado de la carretera, 25/07/1971, *G.S. Bunting 4495* (HT: MY; IT: NY-133855, VEN-108435 [x3]). Cojedes. Alrededores de San Carlos, vía Cacao, 0,5 Km de Los Colorados, en potrero pantanoso y en zanja al lado de la carretera, 150 m snm, 30/08/1971, *G.S. Bunting 4521* (PT: K-434768, K-434769, MY, VEN-295042 [x2]). ***Xanthosoma aristeguietae*** (G.S. Bunting) Madison. Venezuela, ¿Surinam?, Amazonía brasileña. Fig. 1.1.b.

Philodendron aristeguietae G.S. Bunting, Acta Bot. Venez. 10: 290. 1975. VENEZUELA. Aragua. Parque Nacional Henri Pittier, carretera Maracay-Choroni, Alto [de] Choroní. 1200 m snm, 19/10/1967, *G.S. Bunting & G. Ferrari 4151* (HT: MY; IT: VEN-108480); vicinity of Rancho Grande, on steep slope immediately behind, above the Rancho, 1200 m snm, 27/03/1967, *G.S. Bunting 1961A* (PT: VEN-108476 [x2]); *G.S. Bunting 1961C* (PT: VEN-108477); *G.S. Bunting 1962J* (PT: VEN-108535); *G.S. Bunting 1962* (PT: VEN-108534). ENDÉMICA. Fig. 1.1.c.

→

Bromeliaceae

Greigia aristeguietae L.B. Sm., Phytologia 7: 106, tab. 1, fig. 1-3. 1960. VENEZUELA. Trujillo. Guirigay, hacia Peña Blanca, 3300 m snm, 08/1958, *L. Aristeguieta & E. Medina 3591* (HT: US-91384; IT: NY-179370, VEN-44830). ENDÉMICA. Fig. 1.1.d.

Puya aristeguietae L.B. Sm., Phytologia 7: 2, tab. 1, fig. 9-12. 1959. VENEZUELA. Trujillo. Alrededores del Guirigay, hacia laguna La Parida, 08/1958, 3500 m snm, *L. Aristeguieta 3539* (HT: US-88591, US-88592; IT: VEN-44421). ENDÉMICA. Fig. 1.2.a.

Cyclanthaceae

Dicranopygium aristeguietae Harling,
Acta Hort. Berg. 18: 305, fig. 79d-g. 1958. VENEZUELA. *J.A. Steyermark 1655*. Barinas. Municipio Pedraza. Cerca de Ciudad Bolivia, comienzos de la Serranía Andina, 01/02/1953 (HT: VEN-43688; IT: NY-688960). ENDÉMICA. Fig. 1.2.b.

Heliconiaceae

Heliconia aristeguietae Abalo & G. Morales, Phytologia 54: 414 (1983). COLOMBIA. Meta. Villavicencio, 5 km hacia el nacimiento del caño Buque, 950 m snm, *G. Morales & J. Abalo 348* (HT: COL-178, COL-179; IT: MY, US-345401, US-345402, US-345403). ***Heliconia scarlatina*** Abalo & G. Morales. Panamá, Colombia y Perú.

Orchidaceae

Maxillaria aristeguietae Foldats, Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 22: 266, fig. 6. 1961. VENEZUELA. Aragua. Parque Nacional Henri Pittier, Cerro Paraíso, 900 m snm, 01/1958, *L. Aristeguieta 3791* (HT: VEN-49211). Aragua. Parque Nacional Henri Pittier, Rancho Grande, 1200 m snm, 08/02/1948, *L. Schnee 378* (PT: VEN-49213). ***Maxillaria histrionica*** (Rchb. f.) L.O. Williams. Colombia y Venezuela.

EUDICOTYLEDONEAE

Acanthaceae

Justicia aristeguietae Leonard, Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 21: 7, fig. 1. 1959. VENEZUELA. Yaracuy. Aroa, VII 1953, *L. Aristeguieta & F. Pannier 1822* (IT: NY-312122, VEN-43910). ENDÉMICA. Fig. 1.2.c.

Araliaceae (Apiaceae)

Hydrocotyle aristeguietae Mathias & Constance, Bull. Torrey Bot. Club 89: 373, fig. 2. 1962. VENEZUELA. Trujillo. Guirigay, hacia Peña Blanca, 3200 m snm, VIII 1958, *L. Aristeguieta & E. Medina 3611* (HT: UC-1179651; IT: NY-405976, US-126910, VEN-44282). ENDÉMICA. Fig. 1.2.d.

Apocynaceae (Asclepiadaceae)

Matelea aristeguietae Morillo, Mem. Soc. Ci. Nat. La Salle 40: 73, fig. 1. 1980. VENEZUELA. Guárico. Carretera Calabozo-Cazorla, cerca del Hato Becerra, S del Río Orituco, 120 m snm, 27 VII 1974, *G. Morillo, D. Austin & S. Austin 4244* (HT: VEN-211143; IT: PORT-4288, VEN-171319). ENDÉMICA. ***Ibatia aristeguietae*** (Morillo) Morillo. Fig. 1.3.a.

Asteraceae

Ageratina aristeguietae R.M. King & H. Rob. ("*aristeguietii*"). Phytologia 35: 497, fig. [1]. 1977. VENEZUELA. Mérida. Sierra Nevada, alrededores de La Laguna Verde [, en un lugar] próximo [a los] picos Humboldt y Bonpland, *ca.* 4025 m snm, 04 XII 1959, *H.G. Barclay & P. Juajibioy 10057* (HT: US-146599). Laguna Coromoto, 3400 m snm, 13 I 1957, *L. Vareschi* & *V. Vareschi 6081* (PT: VEN-40163). Laguna Coromoto-Laguna Verde, 3200 m snm, X 1956, *L. Aristeguieta 2599* (PT: VEN-39617). ENDÉMICA. Figs. 1.3.b-c.

Espeletia aristeguietana Cuatrec., Phytologia 27: 174. 1973. VENEZUELA. Trujillo. Páramo de La Cristalina, in a bushy ravine, 2500-2600 m snm, 30/X/1969, *J. Cuatrecasas, L. Ruiz Terán & M. Lopez Figueiras 28194* (HT: US-131994, US-131999, US-132000, US-132001, US-132002; IT: US-131998); páramo de La Cañada, 2550-2700 m snm, 29/07/1971, *L. Ruiz Terán & M. López Figueiras 2258* (PT: MERF-s.n., US n.v.); 17/02/1973, *J. Cuatrecasas et al. 28559* (PT: MERF-s.n. [x5], US n.v.). ENDÉMICA.

Senecio aristeguietae Cuatrec., Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 15(81): 110. 1954. VENEZUELA. Mérida. Laguna Negra, 09 XI 1952, *L. Aristeguieta 995* (HT: VEN-36758). ENDÉMICA. Fig. 1.3.d.

Vernonia aristeguietae Cuatrec., Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 21: 304, fig. 2. 1960. VENEZUELA. Apure. Guasdualito, vía Guaca. 01/03/1960, *L. Aristeguieta & G. Agostini 4140* (HT: US-147190; IT: F-51791, VEN-46006). ***Critoniopsis aristeguietae*** (Cuatrec.) H. Rob. ENDÉMICA. Fig. 1.4.a.

Berberidaceae

Berberis aristeguietae L.A. Camargo, Caldasia 9(44): 317, fig. [2]. 1966. VENEZUELA. Trujillo. Alrededores de Guirigay, laguna La Parida, 3600 m snm, VIII 1958, *L. Aristeguieta & E. Medina 3549* (HT: VEN-44897; IT: US-103859, VEN-119154). ENDÉMICA. Fig. 1.4.b.

Bombacaceae (v. Malvaceae)

→

Boraginaceae

Cordia aristeguietae G. Agostini. Phytologia 39: 433. 1978. VENEZUELA. Distrito Capital. Agua Negra, 1400 m snm. 18 III 1953, *L. Williams 9932* (PT: VEN-12444). Miranda. Altos de Pipe, 1500 m snm. 10 V 1963, *G. Agostini 165* (HT: VEN-55605; IT: NY-335083, NY-335084). ENDÉMICA. Fig. 1.4.c.

Caesalpiniaceae (v. Fabaceae)

Clusiaceae

Oedematopus aristeguietae Maguire, Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 25: 228. 1965. VENEZUELA. Carabobo. E of Puerto Cabello, 18 X 1962, *L. Aristeguieta & J. Steyermark 4887* (HT: NY-39178; IT: VEN-52921). ***Clusia aristeguietae*** (Maguire) Pipoly. ENDÉMICA. Fig. 1.4.d.

Convolvulaceae

Cuscuta aristeguietae Yunck., Acta Biol. Venez. 3: 99. 1961. VENEZUELA. Guárico. Parque Lazo Marti, Calabozo. 02/1962, *L. Aristeguieta 4487* (IT: VEN-48441). ***Cuscuta colombiana*** Yunck. Colombia y Venezuela. Fig. 1.5.a.

Cuscutaceae (v. Convolvulaceae)

Fabaceae

Acacia aristeguietana L. Cárdenas, Ernstia (n.s.) 2: 31, figs. 1-2. 1992. VENEZUELA. Táchira. Las Dantas, vía entre Peracal y Rubio, 1000 m snm, 25/08/1991, *L. Cárdenas de Guevara, O. Tapias, M. Moncada & O. Cárdenas 3864* (HT: MY; IT: MEXU-633146, K-530832); municipio Palmira, distrito Cárdenas, 08/02/1986, *L. Cárdenas de Guevara & M. Peña 3559* (PT: PORT-23697). ***Senegalia aristeguietana*** (L. Cárdenas) Seigler & Ebinger. Sur de México, Venezuela.

Senna aristeguietae H.S. Irwin & Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35: 502. 1982. VENEZUELA. Zulia. Cerca de Cabimas, carretera de la "Sideroca", 11/1968, L. Aristeguieta, C. Blanco & L.E. Carrillo 6856 (HT: NY-4840, NY-4841; IT: MICH-1104305, US-1732). Venezuela, este de Brasil.

Gesneriaceae

Pterobesleria aristeguietae C.V. Morton ("*aristeguitae*"), Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 26: 156, fig. s.n. 1965. VENEZUELA. Carabobo. Selva entre la planta eléctrica de Borburata y El Tanque, 08/1960, *L. Aristeguieta 4369* (IT: VEN-58067). ***Besleria aristeguietae*** (C. V. Morton) Wiehler. ENDÉMICA. Fig. 1.5.b.

Malpighiaceae

Tetrapterys aristeguietae W.R. Anderson, Mem. New York Bot. Gard. 32: 255, fig. s.n. 1981. VENEZUELA. Bolívar. Bajíos de Ciudad Bolívar, desembocadura del río Maruanta, 08/1962, *L. Aristeguieta 4867* (HT: VEN-134019; IT: F-62789F, MICH-1102306 [fragm. ex VEN], MO-1164550, NY-67736, US-108508, US-610929). ENDÉMICA. Fig. 1.5.c.

Malvaceae

Byttneria aristeguietae Cristóbal, Bonplandia (Corrientes) 4: 93, fig. 20. 1976. VENEZUELA. Guárico. Calabozo, alrededores y dentro de la Estación Biológica, 09/1963, *L. Aristeguieta 5140* (HT: VEN-54087; IT: NY-222183); orillas del río Orituco. Estación Biológica de Calabozo, 10/1963, *L. Aristeguieta 5178* (PT: VEN-89875). Colombia, Venezuela. Fig. 1.5.d.

Quararibea aristeguietae Cuatrec., Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 26: 153, fig. s.n. 1965. VENEZUELA. Yaracuy. Valle de Aroa, 03/07/1953, *L. Aristeguieta & F. Pannier 1905* (HT: VEN-34279; IT: US-102027). Colombia y Venezuela. Fig. 1.6.a.

Melastomataceae

Tibouchina aristeguietae Wurdack, Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 20: 360, fig. s.n. 1959. VENEZUELA. Mérida. Arriba de Santo Domingo, 2600 m snm, 08/1958, *L. Aristeguieta 3263* (HT: VEN-245752; IT: US-120037, US-946241, VEN-43276). ***Andesanthus aristeguietae*** (Wurdack) P.J.F. Guim. & Michel. ENDÉMICA. Fig. 1.6.b.

Menispermaceae

Abuta aristeguietae Krukoff & Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 20: 21. 1970. VENEZUELA. Vargas. Cerro Naiguatá, 1500-1935 m snm, 08/10/1966, *J. Steyermark 97482* (IT: NY-66796, NY-320437, VEN-68719); Cerro Naiguatá, laderas pendientes del lado del mar que miran hacia el N, arriba del pueblo de Naiguatá, Lomas de Las Delicias, entre Quebrada de Basenilla y Quebrada Guayoyo, 9-12 km SO de Hacienda Cocuizal, 1000-1500 m snm, 04/06/1966, *B. Manara s/n* (PT: VEN-82676). Venezuela, Ecuador, Perú. Fig. 1.6.c.

Mimosaceae (v. Fabaceae)

Moraceae

Dorstenia aristeguietae Cuatrec., Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 15(81): 108. 1954. VENEZUELA. Aragua. Lado N del parque Henri Pittier, Rancho Grande, 650 m snm, 08/1953, *L. Aristeguieta 1980* (HT: VEN-34755; IT: RB-541674 [fragm. ex US] US-89757). ENDÉMICA. Fig. 1.6.d.

→

Polygalaceae

Polygala aristeguietae Wurdack, Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 22: 3, fig. s.n. 1961. VENEZUELA. Guárico. Calabozo, Estación Biológica de Los Llanos, 07/1960, *L. Aristeguieta 4242* (IT: US-108904, VEN-47348); Calabozo, Estación Biológica de Los Llanos, 08/1960, *L. Aristeguieta 4329* (PT: VEN-47249). ***Polygala brevialata*** Chodat. Colombia y Venezuela. Fig. 1.7.a.

Rubiaceae

Borreria aristeguietana Steyerm. ("*aristeguietaeana*"), Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 29(119-120): 20, fig. 1. 1971. VENEZUELA. Guárico. Calabozo, Estación Biológica de Los Llanos. 04/09/1965, *E. Castellanos 46* (HT: VEN-78354); Calabozo, Estación Biológica de Los Llanos, 08/1965, *L. Aristeguieta 5718* (PT: VEN-64539). ***Spermacoce aristeguietana*** (Steyerm.) Govaerts. ENDÉMICA. Fig. 1.7.b.

Randia aristeguietae Steyerm., Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 29(119-120): 22. 1971. VENEZUELA. Guárico. Carretera El Rastro, hacia Calabozo, 05/1960, *L. Aristeguieta 4193* (HT: VEN-78281; IT: F-77690F). Sucre. Puerto de Hierro, Güiria, 21/08/1961, *L. Aristeguieta & G. Agostini 4762* (PT: VEN-49375). ENDÉMICA. Fig. 1.7.c.

Rondeletia aristeguietae Steyerm., Mem. New York Bot. Gard. 17: 246. 1967. VENEZUELA. Yaracuy. Alrededores de Aroa, 02/1954, *L. Aristeguieta & C. Montoya 2149* (HT: VEN-36436; IT: F-70907F, NY-133182). ENDÉMICA. Fig. 1.7.d.

Sabicea aristeguietae Steyerm., Mem. New York Bot. Gard. 17: 309, fig. 34. 1967. VENEZUELA. Barinas. Pedraza, comienzo de la serranía andina, cerca de Ciudad Bolivia, 19/02/1953, *L. Aristeguieta 1649* (HT: VEN-33922). Barinitas, Venezuela. State of Barinas. Near Barinitas, 500 m snm, 14/09/1965, *F.J. Breteler 4590* (PT: K-424277, U-1574313, VEN-67325, WAG-3058, WAG-3059), Mérida. Merida: Venezuela. Merida. State of Barinas. 2 km from Barinitas along road to Apartaderos, 600 m snm, 03/09/1964, *F.J. Breteler 4193* (PT: S-S08-17740). Colombia y Venezuela. Fig. 1.8.a.

Sickingia aristeguietae Steyerm., Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 15(81): 112. 1954. VENEZUELA. Yaracuy. Selva de Aroa, 07/1953, *L. Aristeguieta & F. Pannier 1824* (HT: VEN-36766; IT: F-71093F, NY-133298, NY-133299). Falcón. Municipio Jacura, distrito Acosta, margen derecha del río Araurima, base del cerro de La Mina, cerca del Caserío de Riecito. 250 m snm. 29/07/1961, *L. Ruíz Terán 690* (PT: VEN-68268). ***Simira aristeguietae*** (Steyerm.) Steyerm. ENDÉMICA. Fig. 1.8.b.

Sabiaceae

Meliosma aristeguietae Steyerm. & A.H. Gentry, Fl. Venez. 5(1): 206, fig. 1. 1992. VENEZUELA. Miranda. Ocumare, 24/09/1952, *J. García 191* (HT: VEN-49845). Yaracuy. Sierra de Aroa, Cerro Tigre, 10 Km E of Aroa air distance, río Carabobo and adjacent slope up to road, 800-1000 m snm, 30/03/1980, *R. Liesner & A. González 9745* (PT: VEN-210697). Aragua. Arriba de Estación Biológica, Parque Nacional Henri Pittier, 01/01/1977, *J. Steyermark & O. Huber 112860* (PT: VEN-168779). Yaracuy. Sierra de Aroa, Cerro Negro, en las cabeceras afluentes del río Cocorotico, laderas pendientes superiores, arriba de San Felipe, 1100-1200 m snm, 29/07/1961, *J. Steyermark & G. Wessels-Boer 100408* (PT: VEN-210685). Aragua. Colonia Tovar, pica hacia El Limón, haciendas de café, 1700 m snm, 05/1931, *L. Aristeguieta 7123* (PT: MO-260889, VEN-76299). Distrito Capital. La Florida, hacienda El Limón, 1800 m snm, 25/05/1969, *R. Velásquez 325* (PT: VEN-210687). Colombia y Venezuela. Fig. 1.8.c.

Solanaceae

Cestrum aristeguietae Steyerm., Acta Bot. Venez. 6: 86, fig. 3. 1972. VENEZUELA. Carabobo. A lo largo del río San Gián, entre arriba de la planta eléctrica y 2 km debajo de la planta eléctrica, al S de Borburata, 350-550 m snm, 02/04/1966, *J.A. Steyermark 95463* (HT: VEN-69918; IT: G-342919, NY-7367, P-479381, US-27951). ***Cestrum strigilatum*** Ruiz & Pav. Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Brasil, Ecuador, Perú, Bolivia, Perú, Argentina, Uruguay.

Sterculiaceae (v. Malvaceae)

Verbenaceae

Lantana aristeguietae Moldenke, Phytologia 19: 199. 1969. VENEZUELA. Anzoátegui. A unos 25 km de Puerto La Cruz, vía Cumaná, *L. Aristeguieta & R. Labbiente 7306* (HT: LL-375041; IT: LL-375040, MO-503916, NY-137622, VEN-77548). ENDÉMICA. Fig. 1.8.d.

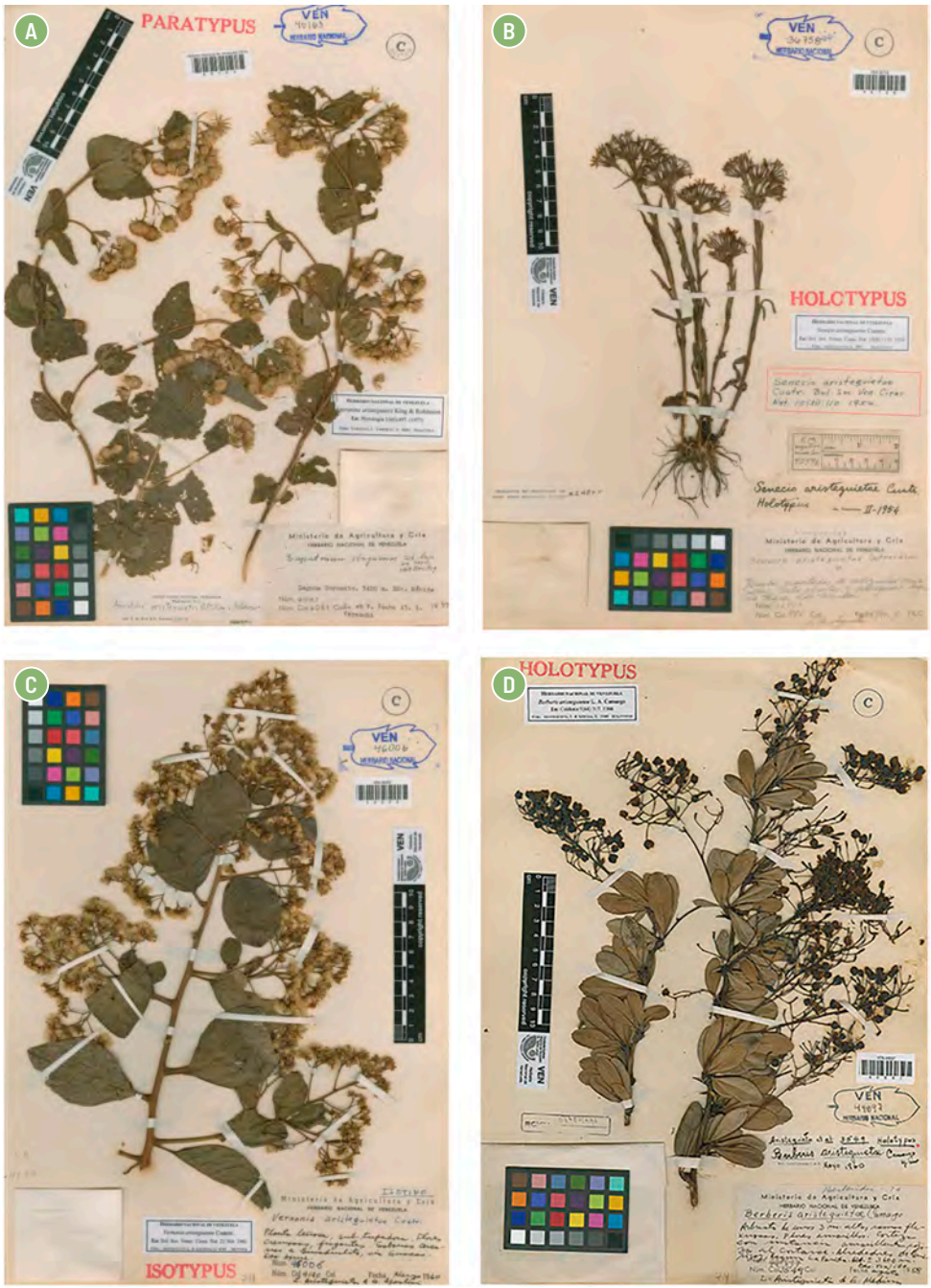
pliegos pertenecen a las Magnoliopsida (o dicotiledóneas, correspondientes a 26 especies) y 12 pliegos a las Liliopsida (o monocotiledóneas, correspondientes a seis especies), para un total de 33 especies. En la FIGURA 1 se muestra una selección de la colección de tipos del herbario VEN.

La eponimia botánica aristeguietana sigue, salvo 4 nombres de especie (viz.: *Abuta aristeguietae* Krukoff & Barneby, *Caladium aristeguietae* G.S. Bunting, *Matelea aristeguietae* Morillo y *Philodendron aristeguietae* G.S. Bunting), las recomendaciones sobre el uso diferencial de los

FIGURA 1. Muestra selecta de la colección de tipos de especies epónimas dedicadas al Dr. Leandro Aristeguieta depositadas en el Herbario Nacional de Venezuela (VEN). Para sus equivalencias con la lista de nombres actualizados véase el CUADRO 2.

A) *Justicia aristeguietae* Leonard. *L. Aristeguieta & F. Pannier 1822* (IT: VEN-43910). **B)** *Hydrocotyle aristeguietae* Mathias & Constance. *L. Aristeguieta & E. Medina 3611* (IT: VEN-44282). **C)** *Matelea aristeguietae* Morillo. *G. Morillo & D. Austin & S. Austin* 4244 (HT: VEN-4244). **D)** *Ageratina aristeguietii* R.M. King & H. Rob. *L. Aristeguieta 2599* (PT: VEN-39617).

FIGURA 1. Muestra selecta de la colección de tipos de especies epónimas... Continuación.

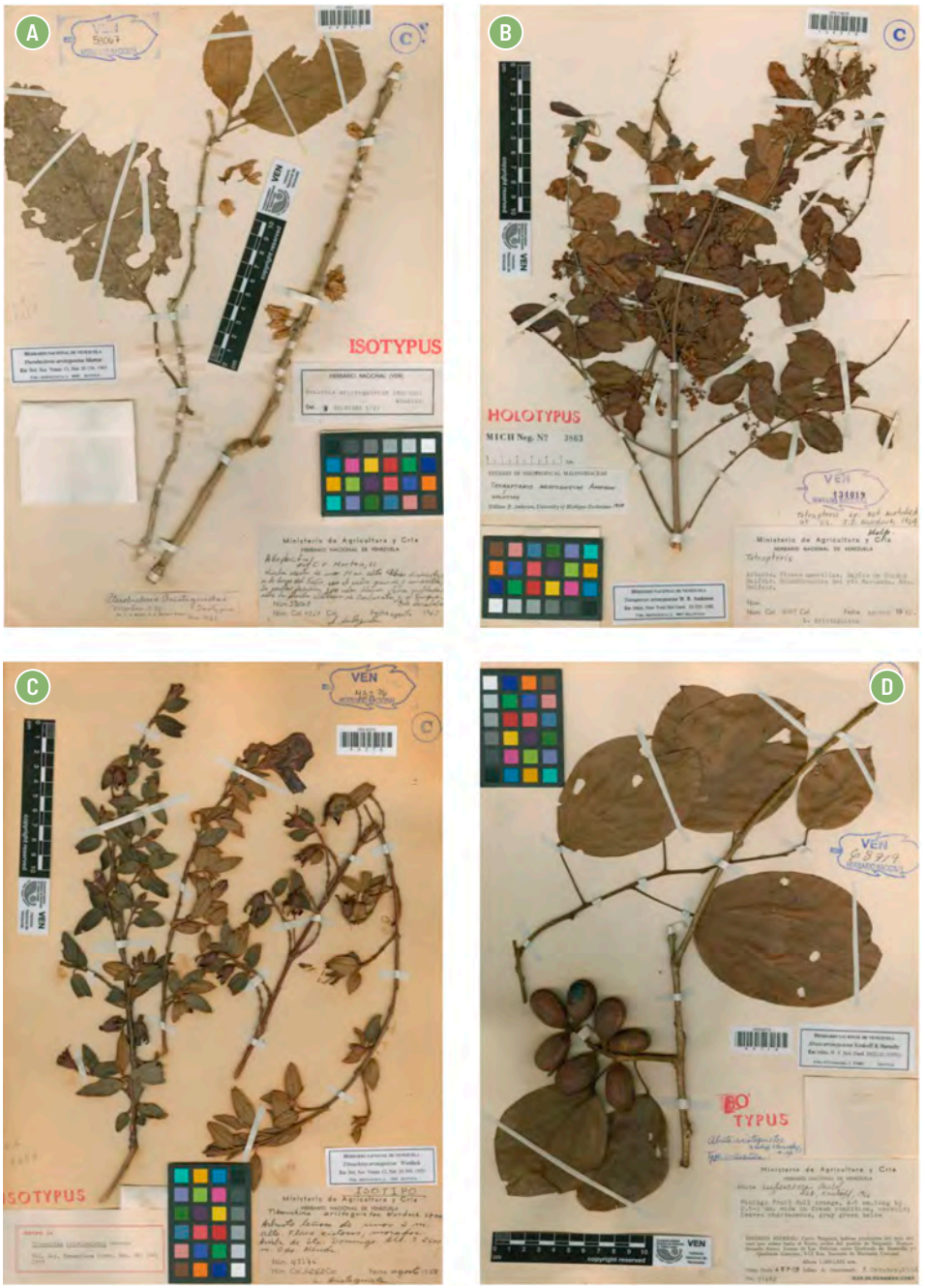


A) *Ageratina aristeguietii* R.M. King & H. Rob. *L. Vareschi & V. Vareschi 6081* (PT: VEN-40163). **B)** *Senecio aristeguietae* Cuatrec. *L. Aristeguieta 995* (HT: VEN-36758). **C)** *Vernonia aristeguietae* Cuatrec. *L. Aristeguieta & G. Agostini 4140* (IT: VEN-46006). **D)** *Berberis aristeguietae* L.A. Camargo. *L. Aristeguieta & E. Medina 3549* (HT: VEN-44897).

FIGURA 1. Muestra selecta de la colección de tipos de especies epónimas... Continuación.

A) *Quararibea aristeguietae* Cuatrec. *L. Aristeguieta & F. Pannier 1905* (HT: VEN-34279). **B)** *Cordia aristeguietae* G. Agostini. *G. Agostini 165* (HT: VEN-55605). **C)** *Oedematopus aristeguietae* Maguire. *L. Aristeguieta & J.A. Steyermark 4887* (IT: VEN-52921). **D)** *Cuscuta aristeguietae* Yunck. *L. Aristeguieta 4487* (IT: VEN-48441).

FIGURA 1. Muestra selecta de la colección de tipos de especies epónimas... Continuación.



A) *Pterobesleria aristeguietae* C.V. Morton. *L. Aristeguieta 4369* (IT: VEN-58067). **B)** *Tetrapterys aristeguietae* W.R. Anderson. *L. Aristeguieta 4867* (HT: VEN-134019). **C)** *Tibouchina aristeguietae* Wurdack. *L. Aristeguieta 3263* (IT: VEN-43276). **D)** *Abuta aristeguietae* Krukoff & Barneby. *J.A. Steyermark 97482* (IT: VEN-68719).

FIGURA 1. Muestra selecta de la colección de tipos de especies epónimas... Continuación.

A) *Dorstenia aristeguietae* Cuatrec. *L. Aristeguieta 1980* (IT: VEN-34755). **B)** *Peperomia aristeguietae* Steyerm. *J.A. Steyermark 103733* (HT: VEN-81943). **C)** *Polygala aristeguietae* Wurdack. *L. Aristeguieta 4242* (IT: VEN-47348). **D)** *Randia aristeguietae* Steyerm. *L. Aristeguieta 4193* (HT: VEN-78281).

FIGURA 1. Muestra selecta de la colección de tipos de especies epónimas... Continuación.

A) *Rondeletia aristeguietae* Steyerm. *L. Aristeguieta & C. Montoya 2149* (HT: VEN-36436). **B)** *Sickingia aristeguietae* Steyerm. *L. Aristeguieta & F. Pannier 1824* (HT: VEN-36766). **C)** *Borreria aristeguietaeana* Steyerm. *E. Castellanos 46* (HT: VEN-78354). **D)** *Sabicea aristeguietae* Steyerm. *L. Aristeguieta 1649* (HT: VEN-33922).

FIGURA 1. Muestra selecta de la colección de tipos de especies epónimas... Continuación.

A) *Meliosma aristeguietae* Steyerm. & A.H. Gentry. *J. García 191* (HT: VEN-49845). **B)** *Byttneria aristeguietae* Cristóbal. *L. Aristeguieta 5140* (HT: VEN-54087). **C)** *Lantana aristeguietae* Moldenke. *L. Aristeguieta & R. Labbiente 7306* (IT: VEN-77548). **D)** *Caladium aristeguietae* G.S. Bunting. *G.S. Bunting 4495* (IT: VEN-108435).

FIGURA 1. Muestra selecta de la colección de tipos de especies epónimas... Continuación.

A) *Philodendron aristeguietae* G.S. Bunting. *G.S. Bunting & G. Ferrari 4151* (IT: VEN-108480). **B)** *Dicranopygium aristeguietae* Harling. *J.A. Steyermark 1655* (HT: VEN-43688). **C)** *Greigia aristeguietae* L. B. Sm. *L. Aristeguieta & E. Medina 3591* (IT: VEN-44830). **D)** *Puya aristeguietae* L. B. Sm. *L. Aristeguieta 3539* (IT: VEN-44421)

genitivos y los adjetivos en la composición de epítetos. Así, mientras los primeros se destinan a epónimos cuyos tipos (preferentemente holótipos) hayan sido recolectados por quien se homenajea, los segundos se usan cuando simplemente se desea hacer un reconocimiento, haya participado o no en el descubrimiento la persona en cuestión (cf. Stearn [2004] 2013).

DISCUSIÓN

Es conocido por los pupilos del Dr. Leandro Aristeguieta su vocación por recolectar y preservar las especies vivas de plantas para futuras generaciones, por ello su afán de construir nuevos jardines botánicos y salvaguardar los existentes. Fe de ello es apreciable tanto en su obra magna *Estudio dendrológico de la flora de Venezuela* (Aristeguieta 2003), como en su incondicional apoyo a la Red Nacional de Jardines Botánicos de Venezuela (REDJBVEN). Esta organización, la cual se plantea como misión promover y coordinar políticas y lineamientos de gestión, con el fin de contribuir con la conservación, investigación y divulgación de la diversidad vegetal, la propagación de especies autóctonas y el uso sustentable de los recursos vegetales de la mano con las comunidades organizadas, coincide con las acciones y lineamientos del propio Dr. Aristeguieta a lo largo de su extensa vida profesional.

En este marco de ideas, se tiene la propuesta hecha por la Dra. Argelia Silva en el marco del XXI Congreso Venezolano de Botánica, de realizar en el Jardín Botánico de la UCV un jardín temático que incluya a las especies dedicadas al Dr. Aristeguieta que puedan establecerse en el clima de la ciudad de Caracas. Con la finalidad de contribuir con este objetivo, se resalta en este trabajo no solo el valor científico de las especies dedicadas al maestro, sino su valor desde el punto de vista ornamental y de divulgación, en sintonía con su propuesta de hacer de los diferentes jardines y plazas un "aula abierta" (Lindorf 2012). Se espera también que este artículo contribuya a impulsar el legado dejado por el profesor en muchas instituciones, colegas y alumnos en cuanto a la valorización y protección de la diversidad biológica de importantes áreas naturales, cuyo uso sustentable permita incorporar plantas nativas, muchas de ellas endémicas, a la horticultura y la restauración ecológica a nivel nacional, propiciada y ejecutada en los jardines botánicos nacionales a través de la Red Nacional de Jardines Botánicos de Venezuela (REDJBVEN).

En nuestra opinión, la mayoría de las especies aristeguietanas presentan potencial ornamental en plazas y jardines (cf. FIGURA 1), por lo que colectarlas en campo y reproducirlas en viveros experimentales se propone como una prioridad para su conservación y aprovechamiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los curadores de los herbarios citados por permitir el acceso a las colecciones tipo y haber facilitado información relevante. La Dra. Leyda Rodríguez (entonces curadora del Herbario Nacional de Venezuela) y el personal técnico de VEN facilitaron el material fotográfico, el Lic. Bruno Manara (†2018) prestó asistencia en el análisis de la composición de los nombres científicos, y el comité editorial de la revista *Acta Botanica Venezuelica*, junto a dos árbitros anónimos, hicieron aportes que permitieron mejoras sustanciales al manuscrito original. Finalmente, agradecemos al Ing. For. Prof. Luis G**á**mez por su edición del artículo y su asistencia en la diagramación de la figura 1.

NOTA

1 *Aristeguietia perezioides* (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob. es transferida, posteriormente, a *Bartlettina* R.M. King & H. Rob. El número definitivo de especies aceptadas es, por lo tanto, 21 (cf. CUADRO 1).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABALO, J. & MORALES, G. 1983. Diez (10) heliconias nuevas de Colombia. *Phytologia* 54: 411-433.

AGOSTINI, G. 1978. Notes on Venezuelan taxa. *Phytologia* 39(6): 433.

ANDERSON, W. 1981. The botany of the Guayana highland. Part XI. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 32: 32:1-39

APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP IV). 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.

ARISTEGUIETA, L. 1954. Clave y descripción de las familias de los árboles de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela. 311 pp.

ARISTEGUIETA, L. 1961. El género *Heliconia* en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela. 64 pp.

ARISTEGUIETA, L. 1962. Árboles ornamentales de Venezuela. Universidad Central de Venezuela–Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. 218 pp.

ARISTEGUIETA, L. 1964. Flora de Venezuela (Compositae). Vol. 10, I–II. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 941 pp.

ARISTEGUIETA, L. 1973. Familias y géneros de los árboles de Venezuela. Edición especial del Instituto Botánico. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela. 845 pp.

ARISTEGUIETA, L. 1974. Parque del Este. Sus plantas y ambientes. Edición del Instituto Nacional de Parques. 159 pp.

ARISTEGUIETA, L. 1995. La ciudad de los árboles. Dirección de Cultura, Gobernación del estado Bolívar. 198 pp.

ARISTEGUIETA, L. 2003. *Estudio dendrológico de la flora de Venezuela*. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas, Venezuela. 556 pp.

BRADE, A. 1969. Duas espécies novas do gênero *Polybotrya* (Polipodiaceae) da Venezuela. *Bradea* 1(2):19-21.

BUNTING, G.S. 1975. Nuevas especies para la revisión de las aráceas venezolanas. *Acta Botanica Venezuelica* 10(1-4): 263-335.

CAMARGO, L.A. 1966. Especies nuevas del género *Berberis* de Colombia, Ecuador y Venezuela. *Caldasia* 9(44): 313-351.

CRISTÓBAL, C.L. 1976. Estudio taxonómico del género *Byttneria* Loefling (Sterculiaceae). *Bonplandia* 4:93-96.

CRONQUIST, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. Nueva York, EE.UU. 1262 pp.

CUATRECASAS, J. 1954. Dos moráceas y dos compuestas nuevas de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 15(81): 107-111.

CUATRECASAS, J. 1960. Dos compuestas nuevas de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 21: 302-306.

CUATRECASAS, J. 1965. Una bombacácea nueva de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 26: 153-155.

ESTEBAN, C. 2012. *La eponimia en el lenguaje científico*. Trabajo de Final de Grado. Facultad de Traducción y Documentación. Universidad de Salamanca, España.

FOLDATS, E. 1961. Contribución a la orquideoflora de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 22: 253-276.

HARLING, G. 1958. Monograph of the Cyclanthaceae. *Acta Horti Bergiani* 18(1): 1-428.

HOKCHE, O., P.E. BERRY & O. HUBER (EDS.). 2008. *Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela. 859 pp.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (IVIC). 2015. *Resúmenes del XXI Congreso Venezolano de Botánica*. Ediciones IVIC, Serie Eventos Científicos, Mayo, Caracas, Distrito Capital, Venezuela.

KING, R.M. & H. ROBINSON. 1975. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CXXXIX, A new genus, *Aristeguietia*. *Phytologia* 30(3): 217-222.

KING, R.M. & H. ROBINSON. 1977. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CLXII, New species and combinations from Venezuela. *Phytologia* 35(6): 497-504.

KRUKOFF, B. & R. BARNEBY. 1970. Supplementary notes on American Menispermaceae. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 20(2): 21-22.

LEONARD, E. 1959. Five new species and one new variety of Acanthaceae recently collected in Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 21: 7-15.

LINDORF, H. 2008. *Primeros tiempos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela*. Fundación Amigos de la Facultad de Ciencias, Fondo Editorial de la Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

LINDORF, H. 2012. Leandro Aristeguieta, un botánico cabal. *Acta Botanica Venezuelica* 35(2): 303-215.

MAGUIRE, B. 1965. Three new Guttiferae for Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 25: 225-230.

MATHIAS, M. & L. CONSTANCE. 1963. Four new or renamed South American Umbelliferae. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 89: 371-380.

MOLDENKE, H. 1969. New species of *Lantana* from Venezuela. *Phytologia* 19: 199-200.

MORENO, E. 2012. *De la estirpe de Ernst: la historia de la Cátedra de Botánica del Instituto Pedagógico de Caracas*. Serie de libros arbitrados del Vicerectorado de Investigación y Postgrado de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Caracas, Venezuela.

MORILLO, G. 1980. Nueva especies sudamericanas del género *Matelea* Aublet (Asclepiadaceae). *Memorias de la Sociedad de Ciencias Natutrales La Salle* 40: 73-74.

MORTON, C.V. 1965. Una Gesneriaceae nueva de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 26: 156-158.

MOYA, V. 2004. Eponimia y traducción. In: González, L. & P. Hernuñez (Coords.). *Las Palabras del Traductor*. Actas del Congreso "El Español letra de Traducción". pp. 101-117. Bruselas Editores, Toledo. Mayo 2004.

SMITH, L. 1959. Notes on Bromeliaceae, XII. *Phytologia* 7: 1-6.

SMITH, L. 1960. Notes on Bromeliaceae, XIII. *Phytologia* 7(3): 105-111.

STEARN, W.T. [2004] 2013. *Botanical Latin*. Fourth Edition. Timber Press, Portland, USA. 546 pp.

STEYERMARK, J.A. 1954. Una nueva especie de *Sickingia* en Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 15(81): 112-113.

STEYERMARK, J.A. 1967. The Botany of the Guayana highland. Part VII. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 17(1): 1-439.

STEYERMARK, J.A. 1971. Novedades venezolanas en los géneros *Peperomia* y *Cestrum*. *Acta Botanica Venezuelica* 6(1-4): 81-88.

STEYERMARK, J.A. 1971. Tres especies nuevas de Rubiaceae para la ciencia. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 29(119-120): 20-36.

STEYERMARK, J.A. 1972. The Botany of the Guayana highland. Part VII. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 23(1): 301-832.

STEYERMARK, J.A. & GENTRY, A.H. 1992. Sabiaceae. *Flora de Venezuela* 5(1): 203-220.

TURLAND, N.J. (presidente), J.H. WERSEMA (secretario), F.R. BARRIE, W. GREUTER, D.L. HAWKSWORTH, P.S. HERENDEEN, S. KNAPP, W.-H. KUSBER, D.-Z. LI, K. MARHOLD, T.W. MAY, J. MCNEILL, A.M. MONRO, J. PRADO, M.J. PRICE & G.F. SMITH (miembros del comité editorial). 2018. *Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (Código de Shenzhen)*, adoptado por el decimonoveno Congreso Internacional de Botánica Shenzhen, China, julio de 2017. Edición en español a cargo de W. Greuter & R. Rankin Rodríguez. Occasional papers from the Herbarium Greuter 4 (Disponible en línea). 322 pp.

WURDACK, J.J. 1959. Una nueva Melastomataceae de Los Andes Venezolanos. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 20: 3-4.

WURDACK, J.J. 1961. Una nueva Polygalaceae de Los Llanos Venezolanos. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 22: 360-370.

YUNCKER, T. 1961. A new species of *Cuscuta* from Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica* 3: 99-101.

Instrucciones a los autores

1. **Pittieria** es la revista del Departamento de Botánica y Ciencias Básicas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela) y publica artículos científicos y notas técnicas de todos los campos de la botánica; haciendo énfasis en investigaciones realizadas en Venezuela. Es una publicación editada en formato impreso y digital; en este último caso es de acceso libre a través de la dirección online http://www.saber.ula.ve/pittieria/
2. Los artículos y notas técnicas recibidas serán sometidos a un proceso de evaluación por parte del Comité Editorial y de dos o más árbitros seleccionados entre personal especializado en el área del cual trate el artículo o la nota técnica correspondiente. Sólo serán publicados aquellos artículos o notas que cumplan con lo exigido en las instrucciones de autor de la revista y que aprueben el proceso de evaluación realizado por los consultores de arbitraje designados.
3. El comité editorial se reserva el derecho de hacer las correcciones y modificaciones necesarias al material enviado para publicación posterior a su evaluación y las corrección por parte del autor o autores, con el fin de adecuar formatos, estilos o grafías erradas; sin embargo, **Pittieria** *no se responsabiliza de errores nomenclaturales, gramaticales y de consistencia entre citas y referencias bibliográficas, siendo todos estos la responsabilidad exclusiva del autor o autores de los contenidos aquí publicados.*
4. Los artículos deben ser el resultado de investigaciones originales cuyos resultados constituyan aportes valiosos en el campo de la botánica.
5. Las notas técnicas incluyen notas de investigación, ensayos y/o revisiones de literatura enfocados hacia el campo de la botánica.
6. El proceso de recepción de trabajos se realiza en tres fases: **(A)** Envío del trabajo en formato digital o impreso para ser sometido a revisión por parte del Comité Editorial con el fin de constatar que el trabajo cumple con los requisitos exigidos por la revista en las instrucciones de autor. Una vez hecha la revisión, se le envía nuevamente a el(los) autor(es) con el fin de hacer las correcciones consideradas pertinentes por parte del Comité Editorial. **(B)** Envío, en formato impreso y digital, de tres ejemplares del trabajo con sus respectivas figuras y cuadros para ser sometido a proceso de arbitraje. Una vez recibidas las evaluaciones de los árbitros, los resultados de la misma serán enviadas a el(los) autor (es). **(C)** Envío, en un plazo no mayor a seis semanas después de haber sido remitido el resultado de la evaluación, de la versión definitiva del trabajo con las modificaciones sugeridas en el proceso de arbitraje. Una vez constatado que el trabajo cumple con las exigencias de la revista, se procederá a la aceptación del mismo para ser publicado en el número siguiente de la revista.
7. El texto debe ser escrito preferiblemente en formato .doc (Word), en hojas tamaño carta, con márgenes de 2,5 cm a cada lado, escritas con espaciamiento de 1,5 líneas y una extensión máxima de 40 páginas, incluyendo cuadros y figuras.
8. Los artículos deben llevar la siguiente estructura: Titulo, titulo en inglés, autor(es), dirección institucional, resumen (no mayor de 250 palabras), palabras clave (entre 5 y 10), abstract (no mayor de 250 palabras), keywords (entre 5 y 10), introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, agradecmientos (opcional), referencias bibliográficas. Los títulos de cada sección se escribirán en letras negritas, sólo la primera letra en mayúsculas y alineados a la izquierda.
9. La información institucional se presentará colocando el nombre de la dependencia a la cual está adscrito el autor, institución, ciudad, país y dirección de contacto electrónica (por ejemplo: Departamento de Botánica y Ciencias Básica. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. login@dominioinstitucional). En caso de más de un autor, cada uno será identificado con un superíndice numérico al lado derecho del apellido y la información institucional debe iniciarse colocando el valor del superíndice asignado.
10. El titulo no debe exceder de 16 palabras, se escribirá en letras mayúsculas y negritas, Times New Roman, tamaño 14 y centrado. El titulo en inglés se escribirá en letras Times New Roman 12, en negritas

y con sólo la primera letra en mayúscula. Para el resto del texto se utilizará letra Times New Roman 12, excepto la información institucional la cual será escrita en Times New Roman 10. En el caso de los nombres científicos se utilizarán letras cursivas.

11. Unidades de medidas y símbolos. Se utilizará el sistema métrico decimal y el sistema internacional de unidades (SI). Los símbolos de unidades de medida no llevan punto y están separados por un espacio de los valores numéricos que le anteceden. Cuando las unidades de medida se escriben con su nombre completo se deben emplear letras minúsculas (centímetro, metro, litro...).

12. En el caso de presentarse claves dicotómicas, por razones de edición y montaje, estas deben ser de tipo paralelo o pareadas, nunca dentadas. *De no cumplirse estas condiciones, se reserva el derecho de aceptación del material.*

13. Cada cuadro y figura deben ser presentados en archivos individuales y deben estar correctamente identificados. En el caso de imágenes digitales, se requiere que sean enviadas en formato .jpg, .png o .tif, con una resolución mínima de 300 dpi y no menores en ninguna de sus dimensiones a 2.000 pixels/pulgada. Adicionalmente, cualquier figura o cuadro que se presente debe estar citado en el texto. En caso de ilustraciones de origen vectorial (aplicaciones CAD o similares) se requiere sean enviadas en su formato original (por ejemplo, .dwg, .ai). *De no cumplirse estas condiciones, se reserva el derecho de aceptación del material y en todo caso la revista no se hace responsable de la calidad de la reproducción final de las ilustraciones y fotografías.*

14. Las citas bibliográficas en el texto se regirán por el siguiente esquema: **(A)** Un autor: Contreras (2009) o (Contreras, 2009), dependiendo del contexto donde se encuentre ubicada. **(B)** Dos autores: Contreras & Hernández (2009) o (Contreras & Hernández, 2009), dependiendo del contexto donde se encuentre ubicada. **(C)** Más de dos autores: Contreras *et al.* (2009) o (Contreras *et al.*, 2009), dependiendo del contexto donde se encuentre ubicada. Cuando dos o más citas aparecen seguidas, deberían listarse desde la más reciente a la más antigua.

15. La presentación de las referencias bibliográficas se hará por orden alfabético y de acuerdo al siguiente esquema:

(A) Libros:

VELÁSQUEZ, J. 1994. *Plantas acuáticas vasculares de Venezuela*. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 992 p.

(B) Capítulos de libros:

HUBER, O. 1995a. History of Botanical Explorations. In: *Flora of the Venezuelan Guayana*. Volume 1. Introduction (P. E. Berry, B. K. Holst and K. Yatskievych, eds.), pp. 63-96. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MI, USA.

(C) Artículos de revistas:

STERN, W. 1957. Guide to institutional wood collections. *Tropical Woods* 106: 1-29.

(D) Tesis o trabajos de ascenso:

PÉREZ, A. 1969. *Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana Venezolana y clave para su identificación*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 122 p. (Trabajo de ascenso).

(E) Publicaciones on line:

WILSON, H. D. 1996. *Field Systematic Botany: Pteridophytes (Ferns and Allies) An Overview*. http://www.csdl.tamu.edu/FLORA/fsb/fsbfern1.html (Jul. 03, 1996). Department of Biology Herbarium, Texas A&M University. Texas, USA.

INTRUCTIONS TO THE AUTHORS

1. **Pittieria** is the journal of the Departamento de Botánica y Ciencias Básicas of the Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales of the Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela; it is intended to serve as a publishing media for the institution members but open to external researchers work. The journal publishes scientific papers and technical notes regarding any botany related field, with emphasis on the research carried on Venezuela. It is annual in periodicity and published in either printed and digital formats, the last one of free access at http://www.saber.ula.ve/pittieria/
2. Submitted papers and notes are subject to evaluation by the Editorial Committee plus two or more specialists in the field of the works. Only those works that fulfill the journal requirements and pass the evaluation process will be published.
3. The editorial committee holds the rights to correct and modify according to necessity all the submitted material, after the review process if formatting, styles, and writing defects are found; nonetheless **Pittieria** *is no responsible of nomenclatural misspellings, grammar and consistency errors between citations and their references, these being solely the author or authors responsibility.*
4. Papers must be the outcome of original research which results constitute a valuable contribution in the field of botany.
5. Technical notes are short communications, essays and/or literature reviews focused on botany.
6. Admission of works occur in three stages: **(A)** submission of work either digitally (pittieria@ula.ve) or printed (Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Departamento de Botánica y Ciencias Básicas, Revista Pittieria, Mérida, Venezuela, Código Postal 5101) for evaluation by the Editorial Committee to verify it accomplishes the requirements of instructions. Once evaluated, it is returned to the author o authors for them to make any corrections suggested by the Editorial Committee. **(B)** Submission of three complete copies of the work, digitally or printed, for arbitration. Once received the results of arbitration, they will be sent back to the author(s). **(C)** Submission of the final version of work with the modifications suggested during arbitration, within the next six week after the results of arbitration were sent back. Once verified the accomplishment of all the requirements of the journal, the work will be accepted for publication on the next journal issue.
7. Text must be preferably submitted in .doc format (Word), American-letter size, margins of 2,5 cm each, line spacing of 1,5, and up to 40 pages in length including figures and tables.
8. Papers must have: Title in Spanish, an English title under the Spanish title, author(s) name(s), he, she, their institutional addresses, abstract in Spanish (up to 250 words), Spanish keywords (5 to 10), English abstract (up to250 words), English keywords (5 to 10), introduction, materials and methods, results, discussion of the results, conclusions, acknowledgements (optional), and references quoted. Each section titles must be in bold-face letters, only first letter capital, left justified.
9. Institutional information must be written according to the following: name of the author's adscription dependency, institution, city, country, and electronic contact information (as an example: Department of Botany, MRC 166, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 20013-7012, U.S.A. authorsname@institutionaldomain). When there is more than one author, each must be identified with a numeric super-index to the right side of the author's surname and the institutional information must start with the corresponding super-index.
10. Texts must be written in Times New Roman font. The title must not exceed 16 words, written in size 14 bold-face capital letters, centered. English title must be written in size 12 bold-face letters, only first letter capital, centered. Institutional information must be in plain letters, size 10. Remaining texts must be size 12. Scientific names must be written in italics.

11. Measurement units and symbols. The decimal metric system and the International Units System must be used. Units' names abbreviations do not end with period and have to be separated by a space from the value they identify. When the complete name of any unit is given it should be lower case (centimeter, meter, liter,...).

12. In the case of presenting dichotomic key, due to editing and layout issues, the keys must be of the linked type NOT nested. *If author or authors fail to observe these conditions, the editors reserve the right to accept the material.*

13. Each table and figure must be submitted as individual files correctly identified. In case of digital raster-type images, .jpg, .png or .tif are the preferred formats, with a resolution of 300 dpi, no less than 2.000 pixels/inch in size the smallest side. Vector illustrations (produce of CAD applications or similar) must be submitted in their original format (i.e. .dwg, .ai). Any figure or table that is submitted must be cited on the text. *If author or authors fail to observe these conditions, the editors reserve the right to accept the material and in any case the journal is not responsible for the quality of the final reproduction of the illustrations and photographs.*

14. Citations on the text body must be according to the following: **(A)** One author: Contreras (2009) or (Contreras, 2009), depending on the context where located. **(B)** Two authors: Contreras & Hernández (2009) or (Contreras & Hernández, 2009), depending on the context where located. **(C)** More than two authors: Contreras et al. (2009) or (Contreras et al., 2009), depending on the context where located. When two or more citations appear together, these should be listed from the recentmost to the oldermost one.

15. References will be shown in alphabetical order and according to the following:

(A) Books:

VELÁSQUEZ, J. 1994. *Plantas acuáticas vasculares de Venezuela*. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 992 p.

(B) Books chapters:

HUBER, O. 1995a. History of Botanical Explorations. In: *Flora of the Venezuelan Guayana*. Volume 1. Introduction (P. E. Berry, B. K. Holst and K. Yatskievych, eds.), pp. 63-96. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MI, USA.

(C) Articles in magazines or journals:

STERN, W. 1957. Guide to institutional wood collections. *Tropical Woods* 106: 1-29.

(D) Thesis or similar:

PÉREZ, A. 1969. *Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana Venezolana y clave para su identificación*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 122 p. (Trabajo de ascenso).

(E) On line publications:

WILSON, H. D. 1996. *Field Systematic Botany: Pteridophytes (Ferns and Allies) An Overview*. http://www.csdl.tamu.edu/FLORA/fsb/fsbfern1.html (Jul. 03, 1996). Department of Biology Herbarium, Texas A&M University. Texas, USA.

Pittieria

LA REVISTA DEL DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA Y CIENCIAS BÁSICAS

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

ISSN[e] **2244-8888**