



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

**SISTEMÁTICA DEL COMPLEJO *PITCAIRNIA KARWINSKYANA*
(BROMELIACEAE: PITCAIRNIOIDEAE)**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

PRESENTA

M. en B. Edith González Rocha

MATRICULA: 2151800183

COMITÉ TUTORAL

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Mario Adolfo Espejo Serna

ASESORA: Dra. Susana Aurora Magallón Puebla

ASESOR: Dr. Manuel Arnoldo Castillo Rivera

JURADO

PRESIDENTE: Dr. Mario Adolfo Espejo Serna

SECRETARIA: Dra. Susana Aurora Magallón Puebla

VOCAL: Dr. Daniel Mota Rojas

VOCAL: Dr. Arturo Castro Castro

VOCAL: Dr. Pablo Carrillo Reyes

Iztapalapa, Ciudad de México, 27 de marzo del 2023

El Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana es un posgrado multisede, consolidado, orientado a investigación y pertenece al Padrón de Posgrados de Excelencia del CONACyT con registro 001480

El jurado designado por la Comisión Académica del Doctorado en Ciencias
Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana aprobó la Tesis
que presentó:

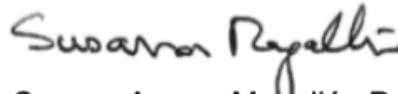
Edith González Rocha

El día 27 de marzo del 2023

JURADO



Dr. Mario Adolfo Espejo Serna
Presidente



Dra. Susana Aurora Magallón Puebla
Secretaria



Dr. Daniel Mota Rojas
Vocal



Dr. Arturo Castro Castro
Vocal



Dr. Pablo Carrillo Reyes
Vocal

El presente trabajo fue realizado en el Herbario Metropolitano “Ramon Riba y Nava Esparza, UAMIZ” bajo la dirección de la M. en C. Ana Rosa López Ferrari y el Dr. Adolfo Espejo Serna y en el Laboratorio Divisional de Biología Molecular bajo la dirección de la Dra. Alejandra Serrato Díaz; ambos del Departamento de Biología, de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la UAM-Iztapalapa. Una parte experimental fue realizada en el Laboratorio de Marcadores Moleculares del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, bajo la dirección del Dr. Efraín Tóvar Sánchez.

El asesoramiento del presente trabajo estuvo a cargo de la Dra. Susana Magallón Puebla de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Dr. Manuel Castillo Rivera de la Universidad Autónoma Metropolitana.

La autora agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para sus estudios de doctorado, con el número de registro 265753, que comprendió del periodo de enero del 2015 a diciembre del 2019. El Doctorado de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana pertenece al Sistema Nacional de Posgrados del CONACyT, con número de referencia 001480.

Dedicatorias

*A mi amado esposo Fernando Bonilla Badía
y a mi hermoso hijo Fernando Fahrid,
los amo con todo mi corazón, gracias por ser parte de esta aventura*

*A mi madre, Lucila Rocha Muñoz
por ser un pilar en mi educación y en mi vida, te amo mamita!
Y a mi padre, Alejandro González García
por darme la vida.*

*A mis hermanos, Maricruz, Alejandro y Enrique,
por creer en mí en todo momento, por todo su amor y cariño*

*A Dios
que nunca soltó mi mano, aún en momentos difíciles*

AGRADECIMIENTOS

Al Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud y al Lic. Vicente Cuauhtonal Gallegos Meza, por todo su apoyo brindado para poder titularme.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada.

De manera especial a mi director de tesis, el Dr. Adolfo Espejo por la gran confianza que depositó en mí desde la Maestría, por sus invaluable aportaciones académicas, por inculcarme las buenas prácticas y enseñanzas en este proceso, por hacerme una mejor estudiante y persona, por enseñarme que la botánica, la taxonomía y la ciencia son divertidas, siempre y cuando se hagan con curiosidad, pasión y amor. ¡Muchas gracias maestríto por siempre alentarme a ser mejor!

Agradecimientos especiales a la Mtra. Ana Rosa López Ferrari, por su dedicación y su apoyo, además de ser un ejemplo como profesionista y persona, con una gran calidad humana y un gran pilar en mi formación académica. A veces los grandes regalos se llevan en el corazón y yo me llevo la satisfacción de ser su estudiante y de conocer a tan extraordinaria botánica y persona, gracias infinitas maestríta, definitivamente esta tesis no hubiera sido culminada sin su apoyo y guía.

Mi reconocimiento y agradecimiento de manera sincera a la Dra. Rosa Cerros Tlatilpa por ser mi codirectora, por ser una maestra de vida, gracias me llevo lo mejor.

Agradezco a los miembros de mi Comité tutorial, la Dra. Susana Magallón Puebla y el Dr. Manuel Castillo Rivera. Asimismo, agradezco el tiempo y esfuerzo de los revisores externos, a los Drs. Arturo Castro Castro y Pablo Carrillo Reyes por apoyarme en la revisión de mi tesis, por sus aportaciones y excelentes sugerencias que sin duda enriquecieron el manuscrito final.

Esta tesis no hubiera sido posible sin el apoyo desinteresado de la Dra. Alejandra Serrato Díaz, quien me apoyó en la secuenciación de todas las muestras de este proyecto. Además, fue un pilar importante en mi crecimiento personal y profesional, con su personalidad, siempre con palabras de aliento y amor. Ale donde quiera que estés, estoy infinitamente agradecida, te envío un gran beso y un abrazo con mucho cariño.

Agradecimientos sinceros a quienes me brindaron su gran apoyo y ayuda en las salidas a campo: al Dr. Adolfo Espejo, M. en C. Ana Rosa López-Ferrari, Dr. Sergio Zamudio Ruíz, Dr. Pablo Carrillo Reyes, M. en B. Jimena Hernández Barón, M. en B. Luis Gil Galván González,

M. en C. Julián Hernández Rendón, M. en C. Fernando Bonilla Badía, Edgar Salmeron Barrera y a mi hermanito Alejandro González.

Agradezco la amabilidad del Dr. Efraín Tovar por brindarme la oportunidad de trabajar en el laboratorio de marcadores de CIByC de la UAEM.

Agradecimientos sinceros a la Dras. Elizabeth Arellano, Elizabeth Nava, Maricarmen Torres Quintero y Diana Laura Martínez de Castro Jiménez, gracias por brindarme su apoyo, con materiales y consejos en técnicas de biología molecular.

A todos mis compañeros del herbario UAMIZ y del gametofito, que compartieron conmigo distintas experiencias y coincidimos en diferentes momentos en el herbario y en campo, gracias: Alejandra, Felipe, Gil, Ivonne, Isabel, Iveth, Jimena, Nancy y Rodrigo.

Asimismo, agradezco el apoyo que me otorgaron en el Laboratorio de Biología Molecular de la UAM, por siempre mostrarse dispuestas a enseñar a los nuevos estudiantes, ser amigables y apoyarme en todo momento con su experiencia, con palabras de aliento y persistencia e incluso con materiales: Ángeles, Aline, Maye y Yanin.

A la página de Naturalista México, por permitirme contactar a varios naturalistas, biólogos, fotógrafos y a fines que con sus hermosas fotografías enriquecieron las láminas de algunas especies que sólo conocía de herbario. Gracias a Dante Figueroa, Edgar Salmerón Barrera, Emmanuel Guevara, Gil Ruíz, Heriberto Ávila González, Jennie Lovell, Juan Carlos Pérez Magaña. Agradezco también a Alejandra Flores Argüelles, Jimena Hernández Barón, Adolfo Espejo Serna y Rosa Cerros Tlatilpa por prestarme sus fotos que embellecieron este trabajo.

A mis roomies bellas: Brenda Buendía, Areli y Lorena Casas. Gracias por llenar mis días de alegría y amena convivencia.

Agradezco la amistad sincera de Alejandra Ocampo, Leslie Alba, Jimena Hernández, Everardo Jiménez, Diana Laura Martínez y Miriam Montes de Oca, gracias por ser y estar en todo momento, gracias infinitas los quiero muchísimo.

A mi amada familia González-Rocha por ser un pilar importante en mi vida, en mi crecimiento, gracias por siempre apoyarme.

A mi esposo e hijo, Fernando y Fahrid que junto conmigo fueron partícipes en esta etapa de mi vida, gracias por su paciencia y amor.

A todas las personas que quizá no mencioné, pero que apoyaron directa o indirectamente este proyecto.

RESUMEN

Se presenta la revisión sistemática del complejo de especies *Pitcairnia karwinskyana* (Bromeliaceae: Pitcairnioideae) el cual incluía a saber 17 nombres: *Pitcairnia colimensis* L.B. Sm., *P. compostelae* McVaugh, *P. cylindrostachya* L.B. Sm., *P. flexuosa* L.B. Sm., *P. foliacea* L.B. Sm., *P. jaliscana* S. Watson, *P. karwinskyana* Schult. & Schult. f., *P. micheliana* André, *P. micropoda* L.B. Sm., *P. militaris* L.B. Sm., *P. monticola* Brandegees, *P. palmeri* S. Watson, *P. palmeri* var. *longebracteata* L.B. Sm., *P. pteropoda* L.B. Sm., *P. ringens* Link, Klotzsch & Otto, *P. sordida* L.B. Sm. y *P. vallisoleitana* Lex. Entre los cuales el nombre más antiguo es *Pitcairnia karwinskyana*, por lo que en adelante a este grupo lo nombraremos como complejo *Pitcairnia karwinskyana*, referido aquí como complejo PK. El problema de circunscripción taxonómica de este grupo de especies se ha complicado aún más debido a la publicación de nuevos taxa con características morfológicas similares. Con el fin de revisar y delimitar el número de especies que conforman este grupo, se analizaron 1 173 ejemplares botánicos, depositados en 41 herbarios, tanto mexicanos como extranjeros, así como la revisión detallada del material tipo de todos los nombres involucrados. Se detectaron errores de identificación, y se aclararon problemas nomenclaturales y de delimitación taxonómica, así como el reconocimiento de tres taxa no descritos para la ciencia.

Como resultado del trabajo de campo, de la revisión de herbario, de análisis multivariados y filogenéticos empleando datos morfológicos y moleculares, se concluye que el complejo PK está conformado por 19 especies, todas estrictamente mexicanas, cifra que representa el 27% de los taxa del género reportados para el país. Todas las especies del complejo se reconocen por la presencia de hojas heteromorfas, por las láminas foliares de las hojas fotosintéticas de forma linear y de 2 a 14 mm de ancho, frecuentemente deciduas por una línea transversal situada por arriba de las vainas foliares (una línea de abscisión) y por la presencia de las láminas espinosas de las hojas no fotosintéticas. El pedúnculo de la inflorescencia está bien desarrollado; las flores son zigomorfas y pueden ser pediceladas a sésiles, tubiformes, secundas y polísticamente dispuestas, con los pétalos de 4 a 6 cm de largo, rojo escarlata, anaranjados o rosados y sin apéndices basales.

El complejo PK se distribuye en la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre del Sur, Tierras Bajas del Pacífico, la Cuenca del Balsas y el Faja Volcánica Transmexicana. De las 32 entidades federativas que conforman México, solo 20 (62.5%) cuentan con registros de estas especies depositados en alguna colección institucional

nacional o extranjera. En el estado de Jalisco se presentan siete especies, seguido de Michoacán y Guerrero con cinco cada una. En 10 estados se registra una sola especie.

Con el propósito de obtener información más precisa para la delimitación de las especies, se realizaron análisis factoriales de datos mixtos (FAMD) utilizando 337 especímenes o unidades de estudio (UE) y 75 caracteres morfológicos: 22 variables cualitativas y 53 cuantitativas. Trece UE corresponden al grupo externo: *Fosterella micrantha* (Lindl.) L.B. Sm. (2), *Pitcairnia amblyosperma* L.B. Sm. (5), *P. anarosae* Gonz.-Rocha, Mejía-Marín & Espejo (2) y *P. heterophylla* (Lindl.) Beer (4). Un análisis de discriminantes (AD) mostró que los caracteres morfológicos utilizados presentan diferencias significativas entre los taxa ($P < 0.001$), y que las variables más importantes para diferenciarlos son el porcentaje de brácteas florales que sobrepasan el tamaño de los pedicelos, el porcentaje de brácteas florales que sobrepasan el tamaño de los sépalos y el porcentaje de brácteas florales que igualan el tamaño de los sépalos. De acuerdo con el dendrograma derivado del análisis de agrupamiento jerárquico (HCPC), se distinguen tres grandes grupos, a su vez divididos en 17 subgrupos, mediante el método de k-medias ($k = 18$ especies *a priori*), las especies evaluadas forman conjuntos separados entre sí por poca distancia, pero bien definidas.

También se realizó un análisis filogenético en el que se incluyeron 27 caracteres morfológicos codificados de 26 especies, 19 de ellas pertenecientes al complejo PK y siete al grupo externo. El análisis mostró que los taxa de *Pitcairnia* incluidos forman un grupo monofilético y que en éste, se observa una politomía con tres clados con un soporte bajo, dos de ellos pertenecen a las especies de *Pitcairnia* del grupo externo y el tercer clado está formado por las 19 especies del complejo PK, sin embargo las relaciones entre ellas no quedaron totalmente resueltas en los cladogramas obtenidos.

El análisis filogenético de secuencias de ADN de núcleo *phyC* y de cloroplasto *ycf1-b*, soporta la monofilia del complejo PK. Se incluyeron 44 terminales para *ycf1-b*, correspondientes a 16 taxa del complejo PK y siete especies del grupo externo; mientras que para *phyC* se incluyeron 24 terminales, correspondientes a 11 taxa del complejo PK y cinco especies del grupo externo. Dichas diferencias dificultan la comparación detallada de las topologías generadas en los análisis filogenéticos. Tres especies del complejo PK no fueron incluidas en los análisis filogenéticos: *Pitcairnia cylindrostachya*, *P. compostelae* y *P. monitcola*, debido a que fue imposible conseguir material vivo para la extracción de ADN. Las diferentes matrices generadas se analizaron por separado y en conjunto con Parsimonia, Máxima verosimilitud e Inferencia Bayesiana. Los árboles obtenidos con Máxima verosimilitud (MV) e Inferencia bayesiana (IB) utilizando las secuencias de cloroplasto *ycf1-b* mantienen a *Pitcairnia ringens*

como hermana del resto de las especies del complejo PK. Sin embargo, las relaciones entre el resto de las especies no quedan adecuadamente resueltas.

Finalmente, se presenta el tratamiento taxonómico del complejo PK, incluyendo una clave de identificación de todos los taxones involucrados y para cada una de las especies se proporcionan los siguientes datos: nombre de la especie, datos de la publicación original con información del tipo nomenclatural (localidad, fecha, nombre del colector y número de colecta, acrónimo de la o las colecciones donde se encuentra(n) depositado(s), etimología del epíteto específico, en caso de existir se incluyen también los sinónimos taxonómicos y nomenclaturales, descripción morfológica completa, fenología, datos de distribución en México, hábitat, altitud y tipo de vegetación así como la lista completa de los ejemplares de respaldo examinados, y comentarios diversos, complementándolos con una lámina ilustrativa y un mapa de distribución. Se confirma el estatus de *P. palmeri* var. *longebracteata* como especie válida y diferente de *P. palmeri*, nombrada como *Pitcairnia robert-downsii* Gonz.-Rocha, Espejo, López-Ferr. & Cast.-Riv. en 2018. Además se proponen tres especies como nuevas para la ciencia.

ABSTRACT

A systematic revision of the *Pitcairnia karwinskyana* (Bromeliaceae: Pitcairnioideae) species complex is presented, which included 17 names: *Pitcairnia colimensis* L.B. Sm., *P. compostelae* McVaugh, *P. cylindrostachya* L.B. Sm., *P. flexuosa* L.B. Sm., *P. foliacea* L.B. Sm., *P. jaliscana* S. Watson, *P. karwinskyana* Schult. & Schult. f., *P. micheliana* André, *P. micropoda* L.B. Sm., *P. militaris* L.B. Sm., *P. monticola* Brandegees, *P. palmeri* S. Watson, *P. palmeri* var. *longebracteata* L.B. Sm., *P. pteropoda* L.B. Sm., *P. ringens* Link, Klotzsch & Otto, *P. sordida* L.B. Sm. y *P. vallisoletana* Lex. The oldest name is *Pitcairnia karwinskyana* so henceforth this group is called, complex *Pitcairnia karwinskyana* (referred to here as the complex PK). The problem of taxonomic delimitation of this group of species has been further complicated by the publication of new taxa with similar morphological features. To review and delimit the number of species comprising this group under study, a total of 1 173 botanical specimens deposited in 41 herbaria were reviewed, including the type material of all the names involved. This analysis allowed us to detect identification errors, as well as to clarify nomenclatural and taxonomic delimitation problems and the recognition of three taxa not described by science. As a result of fieldwork, herbarium review, multivariate and phylogenetic analysis using morphological and molecular data, it is concluded that the PK complex comprises 19 species, all Mexican, representing 27% of the taxa of the genus reported for the country. The species of the complex can be recognized by the heteromorphic leaves, the linear-shaped blades of the photosynthetic leaves and 2 to 14 mm wide, often deciduous along a straight transverse line above the sheath (an abscission line), and by the presence of the spiny blades of non-photosynthetic leaves. The peduncle of the inflorescence is well developed; the flowers are zygomorphic pedicellate to sessile, tubiform, secund and polystically arranged, with petals 4 to 6 cm long, scarlet red, orange, or pink, and without basal appendages.

The PK complex is distributed in the Sierra Madre Occidental province, the Sierra Madre Oriental province, the Sierra Madre del Sur province, the Pacific Lowlands province, the Balsas Basin province, and the Transmexican Volcanic Belt province. Of the 32 states of Mexico, only 20 (62.5%) have records of the species of the PK complex deposited in a national or foreign institutional collection. The state of Jalisco has seven species, followed by Michoacán and Guerrero with five each. Ten states have only one species.

To obtain more precise information for the delimitation of the species, factor analyzes of mixed data (FAMD) was carried out using 337 specimens or units of study (UE) and 75 morphological

features: 22 qualitative and 53 quantitative variables. Thirteen UE corresponds to the external group: *Fosterella micrantha* (Lindl.) L.B. Sm. (2), *Pitcairnia amblyosperma* L.B. Sm. (5), *P. anarosae* Gonz.-Rocha, Mejía-Marín & Espejo (2) and *P. heterophylla* (Lindl.) Beer (4). A discriminant analysis (DA) showed that the morphological features used show significant differences between the taxa ($P < 0.001$), and the most important variables to differentiate of these taxa are the percentage of floral bracts that exceed the length of the pedicels, the percentage of floral bracts that exceed the length of the sepals and the percentage of floral bracts that equal the size of the sepals. According to the dendrogram derived from the hierarchical clustering analysis (HCPC), three large groups are distinguished, in turn, divided into 17 subgroups, using the k-means method ($k = 18$ species *a priori*), the species evaluated form sets separated by a short distance, but well defined.

A cladistic analysis was also performed, including 27 coded morphological features from 26 species, 19 of them belonging to the PK complex and seven to the outgroup. The analysis showed that the included *Pitcairnia* taxa form a monophyletic group and that in this, a polytomy with three clades with low support is observed, two of them belong to the *Pitcairnia* species of the external group and the third clade is formed by the 19 species of the PK complex, however, the relationships between them were not fully resolved in the cladograms obtained.

Phylogenetic analysis of *phyC* core and *ycf1-b* chloroplast DNA sequences supports the monophyly of the PK complex. For *ycf1-b*, 44 terminals were included, corresponding to 16 species of the PK complex and seven species of the outgroup; while for *phyC*, 24 terminals were included, corresponding to 11 species from the PK complex and five species from the outgroup. These differences make it difficult to compare in detail the topologies generated in the phylogenetic analyses. Three species of the PK complex were not included in the phylogenetic analyses: *Pitcairnia cylindrostachya*, *P. compostelae* and *P. monitcola*, because it was impossible to obtain fresh material for DNA extraction.

The different matrices generated were analyzed with Parsimony, Maximum Likelihood, and Bayesian Inference. The trees obtained with Maximum Likelihood (ML) and Bayesian Inference (BI) using the *ycf1-b* chloroplast sequences maintain *Pitcairnia ringens* as sister to the rest of the species of the PK complex, however, the relationship between the other species are not adequately resolved.

Finally, the taxonomic treatment of the PK complex is presented, including an identification key for the taxa involved, and the following information is provided for each of the species: species name, original publication data, including information on the nomenclatural type (locality, date, collector's name and collection number, acronym of the collection(s) where it is

deposited, the etymology of the specific epithet, including taxonomic and nomenclatural synonyms, complete morphological description, phenology, distribution data in Mexico, habitat, altitude and vegetation type as well as the complete list of supporting specimens examined, and various comments, complemented by an illustrative plate and a distribution map. The status of *P. palmeri* var. *longebracteata* is confirmed as valid species distinct from *P. palmeri*, named as *Pitcairnia robert-downsii* Gonz-Rocha, Espejo, López-Ferr. & Cast.-Riv in 2018. In addition, three species are proposed as new to science.

ÍNDICE

ÍNDICE	I
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
2.1. <i>PITCAIRNIA</i> L'HÉR.	6
2.2. SISTEMÁTICA DEL GÉNERO <i>PITCAIRNIA</i>	7
2.3. COMPLEJOS DE ESPECIES	10
2.4. HISTORIA TAXONÓMICA DEL COMPLEJO <i>PITCAIRNIA KARWINSKYANA</i> (PK).....	14
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. HIPÓTESIS	18
5. OBJETIVO GENERAL	18
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
7. MÉTODOS	19
7.1. REVISIÓN DE LITERATURA	19
7.2. REVISIÓN DE HERBARIO	19
7.3. DATOS GEOGRÁFICOS	21
7.4. TRABAJO DE CAMPO	21
7.5. CARACTERES MORFOLÓGICOS	22
7.6. ANÁLISIS MULTIVARIADO	23
7.6.1. SELECCIÓN DE GRUPO EXTERNO.....	23
7.6.2. GRUPO INTERNO: SELECCIÓN DE ESPECÍMENES Y VARIABLES CUALITATIVAS/ CUANTITATIVAS	23
7.6.3. VARIABLES FLORALES.....	23
7.6.4. ANÁLISIS EXPLORATORIO	24
7.6.5. ANÁLISIS FACTORIAL DE DATOS MIXTOS	27
7.6.6. ANÁLISIS DE DISCRIMINANTES.....	27
7.6.7. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO JERÁRQUICO	27
7.7. TRABAJO DE LABORATORIO	28
7.7.1. OBTENCIÓN DE MUESTRAS	28
7.7.2. SELECCIÓN DE GRUPO EXTERNO	28
7.7.3. SELECCIÓN DE GRUPO INTERNO.....	28

7.7.4. SELECCIÓN DE MARCADORES MOLECULARES	28
7.7.5. EXTRACCIÓN DE ADN	30
7.7.6. CUANTIFICACIÓN DE ADN.....	30
7.7.7. AMPLIFICACIÓN DE LOS GENES PHYC Y YCF1-B MEDIANTE LA REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA (PCR)	30
7.7.8. ELECTROFORESIS EN AGAROSA	31
7.7.9. PURIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA PCR	31
7.7.10. SECUENCIACIÓN.....	31
7.7.11. ALINEAMIENTO	31
7.8. SELECCIÓN Y CODIFICACIÓN DE CARACTERES MORFOLÓGICOS	32
7.9. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS	36
7.9.1. ESTIMACIONES FILOGENÉTICAS	36
7.9.2. PARSIMONIA	36
7.9.3. MÁXIMA VEROSIMILITUD	36
7.9.4. INFERENCIA BAYESIANA.....	36
7.10. TRATAMIENTO TAXONÓMICO	37
8. RESULTADOS	38
8.1. REVISIÓN DE HERBARIO Y TRABAJO DE CAMPO	38
8.2. DISTRIBUCIÓN	44
8.3. ALTITUD.....	46
8.4. FENOLOGÍA.....	47
8.5. ANÁLISIS MULTIVARIADO	48
8.5.1. DATOS GENERALES	48
8.5.2. ANÁLISIS EXPLORATORIO	48
8.5.3. ANÁLISIS FACTORIALES DE DATOS MIXTOS (FAMD).....	49
A. ANÁLISIS CON LAS VARIABLES FLORALES	49
B. ANÁLISIS CON TODOS LOS DATOS GENERADOS Y TODAS LAS VARIABLES.....	53
C. ANÁLISIS CON LOS DATOS DEL GRUPO INTERNO (SOLO LAS UE DEL COMPLEJO PK)	56
D. DESCRIPCIÓN DE LAS DIMENSIONES 1, 2 Y 3	56
8.5.4. ANÁLISIS DE FACTORES MÚLTIPLES (MFA).....	62
8.5.5. ANÁLISIS DE DISCRIMINANTES (AD).....	66
8.5.6. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO JERÁRQUICO (HCPC)	70
8.6 ANÁLISIS FILOGENÉTICOS.....	74
8.6.1. DATOS MOLECULARES.....	74

A. ANÁLISIS DEL MARCADOR YCF1-B.....	74
B. MARCADOR PHYC.....	80
C. MARCADORES YCF1-B + PHYC.....	84
8.6.2. DATOS MORFOLÓGICOS	88
8.6.3. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS MOLECULARES + MORFOLÓGICOS	90
9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	94
9.1. TAXONOMÍA DEL COMPLEJO PK Y CIRCUNSCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES.....	94
9.2. ANÁLISIS MULTIVARIADOS.....	94
9.3. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS CON DATOS MOLECULARES.....	97
9.4. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS CON DATOS MORFOLÓGICOS.....	100
9.5. CONCLUSIÓN.....	100
10. PERSPECTIVAS	101
10.1. RECOMENDACIONES PARA RECOLECTORES EN CAMPO.....	102
11. TRATAMIENTO TAXONÓMICO DEL COMPLEJO <i>PITCAIRNIA KARWINSKYANA</i>	103
DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO <i>PITCAIRNIA KARWINSKYANA</i> (PK)	105
CLAVE DICOTÓMICA PARA IDENTIFICAR LAS ESPECIES DEL COMPLEJO PK.....	106
<i>PITCAIRNIA COLIMENSIS</i> L.B. SM.	109
<i>PITCAIRNIA COMPOSTELAE</i> McVAUGH.	114
<i>PITCAIRNIA CYLINDROSTACHYA</i> L.B. SM.....	117
<i>PITCAIRNIA FLEXUOSA</i> L.B. SM.....	122
<i>PITCAIRNIA FOLIACEA</i> L.B. SM.....	126
<i>PITCAIRNIA JALISCANA</i> S. WATSON	130
<i>PITCAIRNIA KARWINSKYANA</i> SCHULT. & SCHULT. F..	138
<i>PITCAIRNIA MICHELIANA</i> ANDRE.	146
<i>PITCAIRNIA MONTICOLA</i> BRANDEGEE	151
<i>PITCAIRNIA PALMERI</i> S. WATSON.	156
<i>PITCAIRNIA PTEROPODA</i> L. B. SM..	163
<i>PITCAIRNIA RINGENS</i> KLOTZSCH	168
<i>PITCAIRNIA ROBERT-DOWNSII</i> GONZ.-ROCHA, ESPEJO, LÓPEZ-FERR. & CAST.-RIV.....	177
<i>PITCAIRNIA ROSEANA</i> L. B. SM.	181
<i>PITCAIRNIA SORDIDA</i> L. B. SM.	185
<i>PITCAIRNIA VALLISOLETANA</i> LEX.	189
ESPECIES NUEVAS PROPUESTAS	193

<i>PITCAIRNIA SPEC. 1</i>	194
<i>PITCAIRNIA SPEC. 2</i>	199
<i>PITCAIRNIA SPEC. 3</i>	203
12. BIBLIOGRAFÍA	207
13. ANEXOS	217

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Características presentes en *Pitcairnia*. Hojas: A) con las láminas espinosas protegiendo los brotes de las hojas fotosintéticas; B) con las láminas enteras, por debajo de la línea de abscisión presentan el margen espinoso en algunas especies; C) Pedúnculo bien desarrollado y evidente en *Pitcairnia leprosa*; D) *P. heterophylla* (Lindl.) Beer con el pedúnculo reducido o ausente; E) Inflorescencia racemosa de *P. xanthocalyx* con las flores laxamente dispuestas; F) Inflorescencia con las flores apretadamente dispuestas en *P. imbricata*. Flores G) pediceladas y actinomorfas en *P. anarosae*; H) sésiles y zigomorfas en *P. vallisoleitana* y pétalos con I) escama en *P. undulatosepala* y J) desnudo en *P. vallisoleitana*; K) Cápsula y semillas, con los pétalos removidos en *P. vallisoleitana*; y L) Semilla bicaudada de *P. karwinskyana* 35X. Fotos E. González, A.R. López-Ferrari, A. Espejo, R. Cerros y L.J. Hernández-Baron.9

FIGURA 2. Distribución conocida de las especies pertenecientes al complejo PK en México de acuerdo a las Provincias biogeográficas propuestas por Morrone *et al.* 2017.....12

FIGURA 3. Características de las especies pertenecientes al complejo PK. A) hábito, B) vainas foliares vista del lado abaxial y del C) lado adaxial, D) bulbo. Hojas con láminas heteromorfas: E) remanente de una hoja que protege a los brotes nuevos de hojas; F) espinosa con la lámina filiforme; G) hoja con la lámina verde, entera, en la base con el margen espinoso. Plantas con H) el pedúnculo desarrollado y floreciendo con las hojas verdes y I) sin ellas. J) flores zigomorfas, sésiles y pediceladas junto con sus respectivas brácteas florales. K) disección de una flor, bráctea floral, sépalos, pétalos (sin apéndices en la base), androceo y gineceo. Fotos E. González y A. Espejo.13

FIGURA 4. Matriz básica de datos (MBD), en las filas se registraron 337 unidades de estudio (UE), mientras que en las columnas se incluyeron 75 variables: de las cuales 22 son variables cualitativas y 53 son cuantitativas. Misma que fueron agrupadas de acuerdo con las estructuras asociadas en las que fueron medidas u observadas, 17 asociadas a las hojas, 11 al pedúnculo, 23 a la inflorescencia y 17 a las flores.24

FIGURA 5. Algunos de los caracteres cuantitativos utilizados en los análisis multivariados. Ab: ancho del bulbo, Lb: largo del bulbo, LP: largo del pedúnculo, Linf: largo de la inflorescencia, Lbpd: largo de la bráctea distal del pedúnculo, Lped: largo del pedicelo, Lbf: largo de la bráctea floral, Abf: ancho de la bráctea floral, Lsep: largo de los sépalos, Asep: ancho de los sépalos, Lpet: largo de los pétalos, Apet: ancho de los pétalos, Lant: largo de las anteras, Lfil: largo de los filamentos, Lest: largo del estilo, Lov: largo del ovario, Aov: ancho del ovario. Ilustración original: R. Jiménez Machorro, modificada por E. González.25

FIGURA 6. Variables florales obtenidas de 112 ejemplares herborizados como de colectas en campo. Se obtuvieron las siguientes medidas. L.BF: largo de la bráctea floral, A.BF: ancho de la bráctea floral, L.SEP: largo de los sépalos, A.SEP: ancho de los sépalos, L.PET: largo de los pétalos, A.PET: ancho de los pétalos, L.ANT: largo de las anteras, LF: largo de los filamentos, LEST: largo del estilo, LOV: largo del ovario, AOV: ancho del ovario26

FIGURA 7. Número de ejemplares revisados (en azul) y el número de especies (en rojo) encontrados en las 41 colecciones institucionales revisadas en este estudio.....39

FIGURA 8. Número de ejemplares recolectados (sin duplicados) por año de colecta. En 1827 se tiene el primer registro de colecta de <i>Pitcairnia</i> en México. Entre 1986 y 1994 se tiene el mayor número de ejemplares colectados pertenecientes al complejo <i>Pitcairnia karwinskyana</i> . En años recientes (2015-2018) se tiene un número de recolecta por debajo de los 5.	40
FIGURA 9. Número de especímenes (o pliegos) revisados por especie, con su respectivo número de registro (número de colectas, sin duplicados).	43
FIGURA 10. Número de especies del complejo <i>Pitcairnia karwinskyana</i> por entidad federativa. El estado de Jalisco cuenta con el mayor número de especies (Ver <u>TABLA 3</u>).	44
FIGURA 11. Número de especies por provincia biogeográfica. La Faja Volcánica Transmexicana cuenta con el mayor número de especies (Ver <u>TABLA 3</u>).	45
FIGURA 12. Intervalos altitudinales en los cuales crecen las especies pertenecientes al complejo PK.	46
FIGURA 13. Estructura de la Matriz básica de datos (MBD), en las filas se muestra el número de individuos (UE) y en las columnas las 75 variables utilizadas. Las celdas azules muestran el número de individuos con datos completos, mientras que las celdas rosas muestran el número de individuos y cuáles variables tienen datos ausentes (NA).	48
FIGURA 14. Visualización del FAMD aplicado a las flores de 112 UE. Se grafican los espacios de los factores de las dimensiones 1 y 2. Se muestra el mapa factorial de los individuos (UE) y variables cualitativas. Las UE más cercanas a $\cos^2$ igual a 1, reflejan una mayor contribución en la construcción del plano.	50
FIGURA 15. Mapa factorial de las variables cualitativas (en rojo) y cuantitativas (en negro). Las más cercanas a 1, reflejan la mayor contribución para la construcción del plano.	51
FIGURA 16. Circulo de correlación entre las variables cuantitativas de las flores. Entre más cercano estén las rectas del círculo ($\cos^2 = 1$), la variable está mejor representada en los componentes graficados.	51
FIGURA 17. Análisis de agrupamiento jerárquico. Se obtuvieron tres grupos, el 1) formado por las UE pertenecientes a <i>Fosterella micrantha</i> y <i>Pitcairnia anarosae</i> . Mientras que el 2) está formado por <i>P. amblyosperma</i> , <i>P. chiapensis</i> y <i>P. heterophylla</i> . Finalmente el 3) formado por las UE del complejo PK.	52
FIGURA 18. Visualización del FAMD aplicado a la MBD del complejo PK. Se grafican los espacios de los factores de A) las dimensiones 1 y 2 y B) de las dimensiones 2 y 3. (Los puntos azules reflejan a los individuos pertenecientes al grupo interno, en rosa los individuos pertenecientes al grupo externo. C) Mapa factorial de los individuos y algunas variables cualitativas, los más cercanos a $\cos^2$ igual a 1, reflejan una mayor contribución en la construcción del plano.	54
FIGURA 19. Círculo de correlación aplicado a la MBD del complejo PK. Los códigos corresponden a los caracteres del ANEXO II. Las variables próximas están muy correlacionadas entre sí, por ejemplo ald.mm (ancho de la lámina foliar por debajo de la línea de abscisión) y ala.mm (ancho de la lámina foliar por arriba de la línea de abscisión). Asimismo, ambas variables están cercanas a la	

periferia del círculo lo que indican que la suma de sus correlaciones con sus componentes principales ($\cos^2$) son muy cercanas a 1, lo que indica que sus componentes principales explican una alta proporción de las variables al análisis.....55

FIGURA 20. Círculo de correlación de las variables cuantitativas del FAMD. Las variables próximas entre sí están muy correlacionadas entre sí. En tonalidades anaranjadas se muestran las variables que contribuyen en la separación de las UE.....57

FIGURA 21. Variables cualitativas reflejadas en el 1er y 2do componentes. En anaranjado se muestran las variables que contribuyen a la separación de las UE.....57

FIGURA 22. Gráficas que representan las variables y sus contribuciones en las dimensiones A) 1, B) 2 y C)3. En cada dimensión se presentan sólo las primeras 25 variables.59

FIGURA 23. Visualización del AFDM aplicado a la MBD del grupo interno del complejo PK. Mapa factorial de las UE, del primer y segundo componentes.60

FIGURA 24. Visualización del FAMD aplicado a la MBD del grupo interno del complejo PK. Mapa factorial de las UE, del primer y tercer componentes.....61

FIGURA 25. Gráfico obtenido del MFA que ilustra la correlación entre grupos de variables y las dimensiones.63

FIGURA 26. Círculo de correlaciones entre variables cuantitativas obtenidos del análisis factorial múltiple. Los grupos de variables se muestran por color, de las hojas en color verde, las del pedúnculo en lila, inflorescencias en azul claro y de las flores en color coral. Las variables suplementarias en líneas punteadas color azul oscuro.64

FIGURA 27. Representación de las variables categóricas en el plano de la dos primeras dimensiones. Las UE se muestran en el plano bajo cierta variable cualitativa. En este caso de izquierda a derecha: Por época de floración, la orientación de las espinas, la presencia de las hojas cuando las plantas florecen y el tipo de hojas.....65

FIGURA 28. A-B) Se grafican la primera y segunda funciones discriminantes de acuerdo con las 38 variables cuantitativas y la variable clasificatoria es la especie.68

FIGURA 29. Histograma apilado de los valores del análisis de discriminantes lineal (LDA) donde se muestra la distribución de las especies sobre la primer función discriminante.69

FIGURA 30. Dendograma derivado del análisis de agrupamiento jerárquico, agrupado con la técnica de agrupamiento UPGMA y $k=18$. El + indica los tipos nomenclaturales.....73

FIGURA 31. Árbol de consenso estricto ($L= 116$, $CI= 0.62$, $RI=0.76$) obtenido con parsimonia de 966 árboles igualmente parsimoniosos del marcador *ycf1-b*. Los valores de bootstrap (>50) de 1 000 réplicas se muestran al lado de los nodos. El complejo PK tiene un soporte de rama del 91 %.77

FIGURA 32. Árbol de máxima verosimilitud (ML) (log likelihood: -1938.868, 4059.737 AIC, modelo de evolución de secuencia K3Pu+F+I) basado en el análisis de 975 pares de bases del marcador

ycf1-b. Se muestran los valores de soporte de bootstrap (%) en la parte superior de las ramas cuando son superiores a 50%.78

FIGURA 33. Árbol consenso de mayoría del 50 % obtenido con el análisis de inferencia bayesiana (IB) del marcador *ycf1-b*. Se muestran los valores de probabilidad posterior sobre las ramas.79

FIGURA 34. Árbol de consenso estricto (L= 122, CI= 0.86, RI=0.70) obtenido con parsimonia de 36 árboles igualmente parsimoniosos del marcador *phyC*. Los valores de bootstrap (>50) de 1 000 réplicas se muestran sobre las ramas. El complejo PK tiene un soporte de rama del 60%.81

FIGURA 35. Árbol de máxima verosimilitud (ML) (log likelihood: -2350.7, 4793.399 AIC, modelo de evolución de secuencia TIM3+I) basado en el análisis de 1180 pares de bases del marcador *phyC*. Se muestran los valores de soporte de bootstrap (%) en la parte superior de las ramas cuando son superiores a 50%.82

FIGURA 36. Árbol consenso de mayoría del 50 % obtenido con el análisis de inferencia bayesiana (BI) del marcador *phyC*. Se muestran también los valores de probabilidad posterior sobre las ramas.83

FIGURA 37. Árbol de consenso estricto (L= 248, CI= 0.71, RI=0.70) obtenido con parsimonia de 773 árboles igualmente parsimoniosos de los marcadores *ycf1-b* + *phyC*. Los valores de bootstrap (>50) de 1 000 réplicas se muestran sobre las ramas. El complejo PK tiene un soporte de rama del 94%.85

FIGURA 38. Árbol de Máxima Verosimilitud (ML) basado en el análisis combinado de los marcadores *ycf1-b* + *phyC*. Se muestran los valores de soporte de bootstrap (%) en la parte superior de las ramas cuando son superiores a 50%.86

FIGURA 39. Árbol consenso de mayoría del 50 % obtenido con el análisis de inferencia bayesiana (IB) de los marcadores *ycf1-b* + *phyC*. Se muestran también los valores de probabilidad posterior sobre las ramas.87

FIGURA 40. Árbol de consenso estricto (L= 93, CI= 0.43, RI=0.48) obtenido con parsimonia de 40 árboles igualmente parsimoniosos con caracteres morfológicos. Los valores de bootstrap (>50) de 1 000 réplicas se muestran al lado de los nodos. El complejo PK tiene un soporte de rama del 66 %. Los círculos blancos son: homoplasias y los círculos negros son: caracteres no homoplásicos. Los números arriba de los círculos representan el número de carácter y abajo los estados de carácter (ANEXO III).89

FIGURA 41. Árbol de consenso estricto (CI= 0.59, RI=0.66) obtenido con parsimonia de 681 árboles igualmente parsimoniosos con caracteres morfológicos. Los valores de bootstrap (>50) de 1 000 réplicas se muestran al lado de los nodos. El complejo PK tiene un soporte de rama del 93 %.91

FIGURA 42. Árbol de máxima verosimilitud (ML) (log likelihood: -4781.385, 9790.77 AIC), basado en el análisis empleando los datos morfológicos + moleculares (*ycf1-b* + *phyC*). Se muestran los valores de soporte de bootstrap (%) en la parte superior de las ramas cuando son superiores a 50%92

FIGURA 43. Árbol consenso de mayoría del 50 % obtenido con el análisis de inferencia bayesiana (IB) de los datos morfológicos + moleculares (<i>ycf1-b</i> + <i>phyC</i>). Se muestran también los valores de probabilidad posterior sobre las ramas.	93
FIGURA 44. <i>Pitcairnia colimensis</i> L.B. Sm., A) planta en su hábitat, B) acercamiento de la inflorescencia, se aprecian los sépalos alados, C) cápsulas cubiertas con los remanentes de los pétalos, D) flor y E) holotipo R. McVaugh 15509 (MICH!). Fotos A-B: A. Díaz Torres.	112
FIGURA 45. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de <i>Pitcairnia colimensis</i> , <i>P. compostelae</i> , <i>P. flexuosa</i> y <i>P. foliacea</i>	113
FIGURA 46. <i>Pitcairnia compostelae</i> McVaugh, A) topotipo, A. Espejo y A. R. López-Ferrari (UAMIZ!), B) acercamiento de la inflorescencia, C) del bulbo, D) de las cápsulas y E) holotipo H. S. Gentry y C. L. Gilly 10835 (MICH!). Fotos: E. González-Rocha.	116
FIGURA 47. <i>Pitcairnia cylindrostachya</i> L.B. Sm., A) planta en su hábitat cerca de la localidad tipo, B) acercamiento de las flores, C) acercamiento de las flores del ejemplar A. Espejo 5262 y A. R. López-Ferrari (UAMIZ!) y D) holotipo (GH!). Fotos: Emmanuel Guevara Lazcano (A-B) y E. González-Rocha (C-D).	120
FIGURA 48. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de <i>Pitcairnia cylindrostachya</i> , <i>P. micheliana</i> y <i>P. roseana</i>	121
FIGURA 49. <i>Pitcairnia flexuosa</i> L.B. Sm., A) acercamiento de la flor, B) planta, C) flor vista lateral, D) partes florales: sépalos, pétalos, androceo y gineceo, E) bulbo con nuevas hojas verdes fotosintéticas, en la base con las hojas espinosas y los remanentes basales con el margen espinoso de las hojas verdes y F) hábitat (E. González-Rocha, A. González e Y. González 392, UAMIZ!). Fotos: A. Espejo (A-E) y E. González (F).	125
FIGURA 50. <i>Pitcairnia foliacea</i> L.B. Sm., A) planta completa, B) acercamiento de la inflorescencia (J.L. Rodríguez et al. 284, ZEA!), C) del bulbo (J.G. Morales 94, ZEA!) y de D) la flor (R. Cuevas 2176, ZEA!), E) holotipo, G.B. Hinton 15941 (US!). Fotos: E. González-Rocha.	129
FIGURA 51. <i>Pitcairnia jaliscana</i> S. Watson, A) planta completa, B y D) acercamiento de las flores en antesis, C) hábitat y E) flores después de la antesis. Fotos: L.J. Hernández Barón (A. Flores Argüelles et al. 1178, UAMIZ!, A, B y E), A. Flores Argüelles (C) y Chris Lloyd (D).	136
FIGURA 52. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de <i>Pitcairnia jaliscana</i> y <i>P. karwinskyana</i>	137
FIGURA 53. <i>Pitcairnia karwinskyana</i> Schult. & Schult. f., A) vista lateral de la flor, B) acercamiento de la planta, C) detalle de la inflorescencia pasada la antesis, D) flor disecada, E) hábitat y F) acercamiento de las flores (E. González-Rocha et al. 362, UAMIZ!). Fotos E. González-Rocha.	145
FIGURA 54. <i>Pitcairnia micheliana</i> . A) ejemplar F. J. Santana Michel y E. O. Padilla 9553 (ZEA), B) acercamiento a la inflorescencia, C) a la base del pedúnculo, D) planta (A. R. López-Ferrari, A. Espejo, J. Ceja y A. Mendoza R. 2057, UAMIZ!) y E) hábitat. Fotos: A. Espejo (D) y Milton Ruíz (E).	150

FIGURA 55. <i>Pitcairnia monticola</i> Brandegees, A) planta, B y D) acercamiento inflorescencia, C) disección floral y E) hábitat. Fotos y ejemplares de F. Pío León 115, 116 (CIDIIR!)	154
FIGURA 56. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de <i>P. sordida</i> y <i>P. monticola</i>	155
FIGURA 57. <i>Pitcairnia palmeri</i> S. Watson, A-B) acercamiento de las flores, C) planta y D) flor disecada del ejemplar E. González y F. Bonilla 394 (UAMIZ), E y F) planta en su hábitat, con las flores ascendentes a erectas y secundas. Fotos: A. Dávalos-Martínez (E: Sierra de Quila, Tecolotlán, Jalisco) y E. González-Rocha (A-D y F).	161
FIGURA 58. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de <i>Pitcairnia palmeri</i> , <i>P. pteropoda</i> y <i>P. robert-downsii</i>	162
FIGURA 59. <i>Pitcairnia pteropoda</i> L.B. Sm., A) planta con flores, detalle de B) la flor y C) de la inflorescencia, A. Espejo, A. R. López-Ferrari, B. Pérez G., J. Ceja y A. Mendoza R. 5224 (UAMIZ!), D) frutos, holotipo E. Holway 3619 (GH!) y E) hábitat, se observan los pedicelos escuarrosos después de la antesis. Fotos: A. Espejo (A-D) y Juan Carlos Pérez Magaña (E).	167
FIGURA 60. <i>Pitcairnia ringens</i> Klotzsch, A) planta con flores, detalle de B) la flor, vista lateral, C) de la inflorescencia, D) flor disecada, A. Espejo et al. 3362 (UAMIZ!), E) hábitat y F) base de las hojas, se observa la porción basal remanente enrolladas cuando las hojas fotosintéticas caducan. Fotos: E. González-Rocha (A-D, F) y S. Zamudio (E). A	175
FIGURA 61. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de <i>Pitcairnia ringens</i> y <i>P. vallsioletana</i>	176
FIGURA 62. <i>Pitcairnia robert-downsii</i> Gonz.-Rocha, Espejo, López-Ferr. & Cast.-Riv., A) bráctea floral y flor, B) planta con flores, C) detalle de la inflorescencia, D) flor disecada, E) planta y F) hábitat, L. J. Hernández-Barón, A. Espejo-Serna, A. R. LópezFerrari y R. Cerros-Tlatilpa 183 (UAMIZ!). Fotos: A. Espejo (A-D, F) y H. Ávila González (E).	180
FIGURA 63. <i>Pitcairnia roseana</i> L. B. Sm., A) planta con flores, detalle de la B) inflorescencia, C) de la base de las hojas y D) de las flores, E) holotipo, J. N. Rose 2325 (GH!).....	184
FIGURA 64. <i>Pitcairnia sordida</i> L.B. Sm., A) planta, B) vista lateral de una flor y su bráctea floral, C) acercamiento de la inflorescencia, D) flor disecada, E y F) hábitat, E. González-Rocha et al. 411 (UAMIZ!). Fotos E. González-Rocha (A-E) y E. Salmerón (F).	188
FIGURA 65. <i>Pitcairnia vallsioletana</i> Lex., A,C) detalle de las flores, vista lateral, B) planta con flores, D) flor disecada, E) base de las hojas, F) hábitat y G) acercamiento de las flores, E. González et al. 388 (UAMIZ!). Fotos A. Espejo (C) y E. González-Rocha.	192
FIGURA 66. <i>Pitcairnia spec. 1</i> , A) detalle de las flores, vista lateral, B) planta con flores (A. Espejo 7400, UAMIZ!), C) inflorescencia (E. González et al. 234, UAMIZ!), D) flor disecada (E. González 91, UAMIZ!), E, F) hábitat (A. Espejo 6089, UAMIZ!, E. González-Rocha 113, UAMIZ!). Fotos A. Espejo (A, B, E) y E. González-Rocha (C, D, F).	197

FIGURA 67. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de *Pitcairnia spec.* 1, *P. spec.* 2. y *P. spec.* 3198

FIGURA 68. *Pitcairnia spec.* 2, A) vista lateral de la bráctea floral y una flor, B) planta con flores, C) acercamiento de las flores, D) flor disecada, E) hábitat e F) inflorescencia, *E. González-Rocha* y *P. Carrillo-Reyes* 403, 404 (UAMIZ!). Fotos: E. González y P. Carrillo.202

FIGURA 69. *Pitcairnia spec.* 3, A,C) vista lateral de la bráctea floral y una flor, B) planta con flores, C) acercamiento de una flor, D) flor disecada, E) hábitat y F) base de las hojas, *E. González et al.* 249 bis (UAMIZ). Fotos A. Espejo (E) y E. González-Rocha (A-D, F).206

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Marcadores moleculares e iniciadores empleados en el análisis filogenético del complejo <i>Pitcairnia karwinskyana</i> (Bromeliaceae, Pitcairnioideae).....	29
TABLA 2. Comparación histórica del complejo <i>Pitcairnia karwinskyana</i> y este estudio. = sinónimo taxonómico, ♣ nuevo registro.....	41
TABLA 3. Listado de las especies pertenecientes al complejo <i>Pitcairnia karwinskyana</i> , incluyendo datos de tipo de vegetación <i>sensu</i> Rzedowski (1978), distribución estatal y provincia biogeográfica <i>sensu</i> Morrone <i>et al.</i> (2017). BC (incluyendo bosque de pino-encino), BEsp (bosque espinoso), BQ (bosque de <i>Quercus</i>), BTC (bosque tropical caducifolio), BTSC (bosque tropical subcaducifolio), BTSP (bosque tropical subperennifolio), BMM (bosque mesófilo de montaña), MX (matorral xerófilo). Provincia biogeográfica: Tierras bajas del Pacífico (TPac), Cuenca del Balsas (CBal), Desierto Chihuahuense (DCh), Faja Volcánica Transmexicana (FVTmx), Sierra Madre del Sur (SMS), Sierra Madre Occidental (SMOcc), Sierra Madre Oriental (SMOr)	42
TABLA 4. Fenología de las especies del complejo <i>Pitcairnia karwinskyana</i> . Se representa en morado, los meses que se han registrado los especímenes en floración y en azul en fructificación.	47
TABLA 5. Valores propios en los primeros 5 componentes.....	59
TABLA 6. Coeficientes de la primer y segunda función discriminante obtenidos en el AD.	67
TABLA 7. Descripción de las matrices de los marcadores de cloroplasto (<i>ycf1-b</i>) y de núcleo (<i>phyc</i>), de los combinados de ambos marcadores y morfológica. Se anexan los resultados obtenidos con parsimonia, la longitud del árbol (L), el índice de consistencia (CI) y el índice de retención (RI) de los árboles más parsimoniosos.	76

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. Ejemplares herborizados utilizados para construir la matriz básica de datos usados en los análisis factoriales.	219
ANEXO II. Variables usadas en los análisis factoriales, con sus nombres cortos y sus estados del del grupo externo y del grupo de estudio. Las variables que presentan + son variables complementarias.	228
ANEXO III. Matriz morfológica utilizada en los análisis filogenéticos del complejo PK. Algunos caracteres del grupo externo están basados en sus descripciones originales, fotografías de los tipos nomenclaturales, así como en las descripciones (Smith y Downs, 1974; Espejo y López-Ferrari, 2005).....	231
ANEXO IV. Resumen del material botánico utilizado para los análisis moleculares del complejo PK. Todas las siguientes secuencias fueron generadas en este estudio. (Material: Acrónimo del herbario y (año de colecta); V: material fresco).....	232

1. INTRODUCCIÓN

Bromeliaceae Juss. es una de las familias más grandes de plantas con flores, ya que agrupa cerca de 82 géneros y 3 740 especies (Gouda *et al.*, [2023](#) [actualizado continuamente]) distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales del centro y sur de América, con excepción de una especie nativa de África occidental (Smith y Downs, [1974](#); Porembski y Barthlott, [1999](#)).

La familia incluye especies herbáceas terrestres, saxícolas, epífitas e incluso algunas acuáticas, desde plantas muy pequeñas como *Tillandsia usneoides* (L.) L., hasta plantas que llegan a medir ca. 10 metros de altura, como *Puya raimondii* Harms (Smith y Downs, [1974](#); [1977](#)). Además, la familia muestra una diversidad ecológica interesante por tener especies méxicas, semiméxicas y xéricas (Gilmartin, [1983](#); Benzing, [2000](#)).

Los representantes de las Bromeliaceae han desarrollado varias adaptaciones para colonizar diferentes hábitats, desde bosques húmedos hasta desiertos (Givnish *et al.*, [2011](#)). En las bromelias llamadas tanque, las rosetas forman uno o varios fitotelmata o reservorio(s) de agua que generan microambientes en los cuales habitan diversos animales, especialmente invertebrados (Pittendrigh, [1948](#); Ospina-Bautista *et al.*, [2008](#); Sabagh y Rocha, [2014](#); Silvestro *et al.*, [2014](#); Zotz y Trautspurger, [2016](#); Sabagh *et al.*, [2017](#); Villamar-Duque *et al.*, [2019](#)). Los representantes terrestres tienen un sistema de raíces bien desarrollado, mientras que las especies epífitas apenas lo presentan (Benzing, [2000](#)). La reducción del sistema radicular en bromelias epífitas, que generalmente es útil sólo como un medio de fijación al forófito, se ha compensado en estas plantas con el desarrollo de un sistema de absorción de agua y de nutrientes por medio de tricomas peltados (Benzing *et al.*, [1976](#); Stefano *et al.*, [2008](#)).

Los representantes de la familia presentan en general inflorescencias vistosas, bracteadas, generalmente ubicadas en el centro de la roseta, y a veces con un pedúnculo bien desarrollado. Después de su primera floración, en algunos casos las plantas mueren, o bien, tienen propagación vegetativa, condición común en la familia (Benzing, [2000](#)). Las flores pueden ser epíginas o hipóginas, tienen un perianto diferenciado en tres sépalos y tres pétalos, seis estambres y tres carpelos en un gineceo sincárpico. Por sus brácteas y flores, que son a menudo llamativas e inodoras y de antesis diurna, la polinización por vertebrados predomina sobre la de los insectos, siendo la ornitofilia el síndrome de polinización principal. Sin embargo, la polinización por murciélagos, insectos o incluso viento también ha sido

documentada para algunos representantes de la familia (Aguilar-Rodríguez *et al.*, [2014](#); Kessler y Krömer, [2000](#); Marques *et al.*, [2015](#); Muchhala y Jarrín, [2002](#); Aguilar-Rodríguez *et al.*, [2020](#); Velásquez-Noriega *et al.*, [2020](#)). Los frutos son bayas o cápsulas que producen semillas generalmente plumosas, caudadas o aladas.

Otro carácter que permitió a los miembros de la familia la colonización exitosa de diferentes hábitats asociados a estrés por sequía es el tipo de fotosíntesis que presentan, denominado metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM). Muchas especies cuentan con esta vía fotosintética, aunque existen otras con el tipo de fotosíntesis C₃ (Crayn *et al.*, [2004](#)). Givnish *et al.* ([2007](#)) sugirieron que la fotosíntesis CAM en la familia surgió independientemente al menos cuatro veces a partir de un ancestro con metabolismo C₃.

La estructura y función, así como la relevancia taxonómica y evolutiva de una amplia variedad de caracteres morfológicos y anatómicos, han propiciado que las bromeliáceas hayan sido estudiadas intensamente durante los dos últimos siglos, incluyendo el análisis de caracteres tan diversos como los apéndices de los pétalos (Brown y Terry, [1992](#)), los nectarios florales (Sajo *et al.*, [2004](#)), los estigmas (Brown y Gilmartin, [1984](#); [1989](#)), las semillas (Varadarajan y Gilmartin, [1988a](#)), así como la morfología de las escamas (Varadarajan y Gilmartin, [1987](#); Pierce *et al.*, [2001](#)) y la anatomía de las hojas (Robinson, [1969](#); de Sousa *et al.*, [2005](#); Rodrigues Pereira *et al.*, [2011](#); Santos-Silva *et al.*, [2013](#)). Además numerosos estudios se han centrado en diversos aspectos de la ecofisiología, reproducción y biogeografía de los representantes de la familia (Medina *et al.*, [1977](#); Nyman *et al.*, [1987](#); Kessler y Krömer, [2000](#); Wendt *et al.*, [2001](#), [2002](#); Popp *et al.*, [2003](#); Schulte *et al.*, [2005](#)).

Con respecto a su clasificación, las Bromeliaceae tradicionalmente se habían dividido en tres subfamilias, Pitcairnioideae, Bromelioideae y Tillandsioideae, considerando para ello el tipo de fruto y las características de la semilla (Smith, [1934](#); Smith y Downs, [1974](#); [1977](#); [1979](#)). En Tillandsioideae se ubicaron los representantes con los frutos capsulares y las semillas con apéndices plumosos. En Pitcairnioideae se encontraban representantes también con frutos capsulares, pero con las semillas aladas. Finalmente, en Bromelioideae se ubicaron los miembros con frutos abayados y semillas sin apéndices.

En los últimos años se han estudiado las relaciones evolutivas entre dichas subfamilias, proporcionando diversas hipótesis filogenéticas sobre el origen, la radiación adaptativa, la diversificación geográfica y la evolución de la familia (Smith, [1934](#); Varadarajan y Gilmartin, [1988b](#); Ranker *et al.*, [1990](#); Givnish *et al.*, [1990](#); [2004](#); [2007](#); [2008](#); [2011](#); Terry y Brown, [1996](#);

Terry *et al.*, 1997; Crayn *et al.*, 2000; 2004; Horres *et al.*, 2000; 2007; Reinert *et al.*, 2003; de Faria *et al.*, 2004; Barfuss *et al.*, 2004; 2005; Schulte y Zizka, 2008; Schulte *et al.*, 2009).

Entre los primeros acercamientos relativos a las relaciones ancestro-descendiente de la familia están los trabajos de Ranker *et al.* (1990) y Givnish *et al.* (1990), quienes usaron para sus análisis sitios de restricción de cloroplasto y concluyeron que las subfamilias Bromelioideae y Tillandsioideae son monofiléticas, mientras que Pitcairnioideae es parafilética.

En 1996, Terry y Brown examinaron las relaciones entre las subfamilias con base en secuencias del locus *ndhF* y analizaron el surgimiento del epifitismo en la familia. Los autores proponen cuatro linajes que podrían reconocerse como subfamilias: 1) *Brocchinia* Schult. f., 2) *Tillandsioideae*, resultó monofilética y se reconocieron tres clados: *Glomeropitcairnia* (Mez) Mez, *Catopsis* Griseb., y los demás géneros de *Tillandsioideae*, 3) *Pitcairnioideae sensu stricto* (clado que comprende a: *Dyckia* Schult. f., *Encholirium* Mart. ex Schult., *Fosterella* L.B. Sm., *Pepinia* Brongn. ex André, *Pitcairnia* L'Hér. y *Navia* Schult. f.) y 4) *Bromelioideae sensu lato* (incluyendo a *Puya* Molina). La ubicación de *Brocchinia* como grupo hermano del resto de la familia, corrobora la hipótesis de que las Bromeliaceae ancestrales tenían aspectos morfológicos y preferencias ecológicas similares a las de las Pitcairnioideae (Terry y Brown, 1996).

Explorando el potencial del espaciador intergénico *trnT*(UGU)-*trnL*(UAA) y el intrón *trnL*(UAA), para explicar posibles relaciones filogenéticas, Horres *et al.* (2000), evaluaron las relaciones entre 62 especies de Bromeliaceae, representando a 32 géneros de las tres subfamilias tradicionales. Los autores reconocieron cuatro clados principales: 1) un clado conformado por *Brocchinia* y *Ayensua* L.B. Sm., sugiriendo su relación como grupo hermano del resto de la familia. Todas las demás especies están divididas en una politomía irresoluta de tres linajes: 2) un linaje comprende a todos los miembros de la subfamilia *Tillandsioideae*, 3) un segundo linaje compuesto por tres especies de *Hechtia* Klotzsch, y 4) un tercero, que contiene todas las Bromelioideae y el resto de Pitcairnioideae. En este último clado, se puede mencionar que al igual que *Hechtia*, el género *Puya* nunca formó parte de Pitcairnioideae *sensu stricto*, en ninguno de los árboles obtenidos. Algunos géneros como *Abromeitiella* Mez, *Aechmea* Ruiz & Pav., *Deuterocohnia* Mez, *Dyckia*, *Guzmania* Ruiz & Pav., *Pitcairnia*, *Tillandsia* L. y *Vriesea* Lindl. resultaron no monofiléticos.

Diferentes aspectos evolutivos de la familia han sido evaluados, entre ellos el origen de la fotosíntesis CAM y su relación con el epifitismo (Crayn *et al.*, [2000](#); [2004](#)). Generalmente se hipotetiza que las plantas que tienen fotosíntesis CAM han evolucionado de ancestros con C₃. La fotosíntesis CAM está presente en 34 familias y aproximadamente en el 7 % de todas las especies de plantas vasculares (Holtum *et al.* [2007](#); Hermida-Carrera *et al.* [2020](#)). En [2004](#), Crayn y colaboradores trataron de explicar dicho aspecto en las Bromeliaceae, a partir de una filogenia obtenida con secuencias de *matK* y *rps16* utilizando una muestra de 27 géneros. En este estudio sugirieron que la fotosíntesis C₃ y el hábito terrestre son plesiomórficos en Bromeliaceae, que hay una clara correlación entre el hábitat de clima árido y la presencia de CAM, pero que esta vía metabólica se distribuye ampliamente en especies tanto terrestres como epífitas.

En [2007](#), Givnish *et al.* propusieron una nueva clasificación infrafamiliar, basándose en evidencia molecular del gen de cloroplasto *ndhF*, apoyando la monofilia de la familia, así como su surgimiento hace aproximadamente 69.5 m.a., además sugirieron que la fotosíntesis C₃ es el estado ancestral y el tipo CAM surgió cuatro veces en la familia de manera independiente. Asimismo, dividieron a Pitcairnioideae *sensu lato*, en seis subfamilias monofiléticas. Como resultado de lo previamente expuesto, actualmente se considera que la familia Bromeliaceae incluye ocho subfamilias: Brocchinioideae, Bromelioideae, Hechtioideae, Lindmanioideae, Navioideae, Pitcairnioideae, Puyoideae y Tillandsioideae (Givnish *et al.*, [2007](#); [2008](#); [2011](#)).

En México, las Bromeliáceas están representadas por cuatro de las ocho subfamilias reconocidas: Bromelioideae, Hechtioideae, Pitcairnioideae y Tillandsioideae, por 19 géneros y cerca de 450 especies (Espejo-Serna y López-Ferrari, [2018](#); Espejo *et al.*, [2021](#); Aguilar-Rodríguez *et al.*, [2020](#); Beutelspacher y García-Martínez, [2019](#); Hernández-Cárdenas *et al.*, [2018](#); Hernández-Cárdenas *et al.*, [2020](#); Flores-Argüelles, *et al.*, [2020](#); Mejía-Marín *et al.*, [2020](#)) y están distribuidas en todos los tipos de vegetación *sensu* Rzedowski ([1978](#)), debido al éxito para la colonización de diversos ambientes que poseen sus taxa. Se les puede encontrar principalmente en bosque de conífera, bosque de *Quercus*, bosque tropical, bosque mesófilo de montaña y bosque tropical perennifolio (Espejo Serna y López-Ferrari, [1998](#)).

La importancia de este grupo de monocotiledóneas radica en la amplia distribución que tienen en todo el Neotrópico y en el alto número de especies estrictamente endémicas de México, ya que de las ca. 450 especies que se conocen en el país, 335 (74.4 %) restringen su distribución al territorio nacional (Espejo Serna, [2012](#); Espejo-Serna y López-Ferrari, [2018](#)). Una gran parte de los taxa (234; 52 %) son componentes epífitos de bosques húmedos

(Espejo-Serna *et al.*, 2021). Debido a la disposición arrosetada de sus hojas, las plantas de la familia desempeñan un papel muy importante en la dinámica de las comunidades en las que prosperan, misma que se refleja en la riqueza y diversidad de la flora y fauna asociadas (Benzing, 2000; Ceja-Romero *et al.*, 2008; Sabagh y Rocha, 2014; Silvestro *et al.*, 2014; Zotz y Traunspurger, 2016; Sabagh *et al.*, 2017; Villamar-Duque *et al.*, 2019). En cuanto al aspecto económico, las bromeliáceas poseen valor comercial como plantas ornamentales, medicinales y/o alimenticias (Espejo Serna y López-Ferrari, 2003; Espejo-Serna *et al.*, 2005; Mondragón, 2008; Jiménez-López *et al.*, 2019).

2. ANTECEDENTES

Si bien la clasificación infrafamiliar de Bromeliaceae propuesta por Givnish *et al.* (2007; 2008; 2011) ha sido reconocida ampliamente por la comunidad científica, todavía existe incertidumbre con respecto a la monofilia de los grandes géneros, así como de las posibles relaciones entre y dentro de ellos. No obstante, con el avance de las herramientas metodológicas o de análisis, así como el uso de datos anatómicos, citogenéticos, ecológicos, palinológicos, reproductivos, morfológicos y moleculares, el esfuerzo por dilucidar estas posibles relaciones ha ido en aumento, especialmente en Bromelioideae (de Faria *et al.*, 2004; de Sousa *et al.*, 2007; Almeida *et al.*, 2009; Sass y Specht, 2010) y Tillandsioideae (Barfuss *et al.*, 2004; 2005), en tanto que los estudios filogenéticos y evolutivos en Pitcairnioideae han sido más paulatinos.

En la monografía más reciente que se tiene de la subfamilia Pitcairnioideae, Smith y Downs (1974) reconocieron 13 géneros. Sin embargo, en 1984, Smith adicionó dos más y Varadarajan y Gilmartin (1988c), consideraron a *Pepinia* como un género más, contemplando en total 16 géneros en Pitcairnioideae *sensu lato*: *Abromeitiella*, *Ayensua*, *Brewcaria* L.B. Sm., Steyer, & H. Rob., *Brocchinia*, *Connellia* N. E. Br., *Cottendorfia* Schult. & Schult. f., *Deuterocohnia*, *Dyckia*, *Encholirium*, *Fosterella*, *Hechtia*, *Navia*, *Pepinia*, *Pitcairnia*, *Puya* y *Steyerbromelia* L.B. Sm. El estudio de las Pitcairnioideae *sensu lato* fue abordado considerando diferentes aspectos, incluyendo morfología de las escamas foliares (Varadarajan y Gilmartin, 1987) y de las semillas (Varadarajan y Gilmartin, 1988a). Con base en caracteres morfológicos y anatómicos, Varadarajan y Gilmartin (1988b; 1988c) realizaron también el primer análisis sobre las relaciones filogenéticas de los 16 géneros de la subfamilia y propusieron dividirla en tres grupos monofiléticos: Brocchinieae Varadarajan et Gilmarti, Pitcairnieae Mez y Puyeeae Mez.

Estudios posteriores (Terry y Brown, [1996](#); Terry *et al.*, [1997](#); Crayn *et al.*, [2000](#), [2004](#); Barfuss *et al.*, [2004](#), [2005](#); Givnish *et al.*, [2004](#)) han señalado a Pitcairnioideae como parafilética bajo la propuesta de clasificación de Varadarajan y Gilmartin. En [2007](#), Givnish y colaboradores dividieron a Pitcairnioideae *sensu lato*, en seis subfamilias monofiléticas: Brocchinioideae, Lindmanioideae, Navioideae, Hechtioideae, Pitcairnioideae *sensu stricto* y Puyoideae.

La circunscripción actual de la subfamilia Pitcairnioideae *sensu stricto* incluye cerca de 681 especies (Gouda *et al.*, [2023](#) [actualizado continuamente]) y constituye un grupo muy diverso que se distribuye en los trópicos y subtrópicos de América, con excepción de una especie, localizada en África occidental (Porembski y Barthlott, [1999](#)). La subfamilia comprende cinco géneros: *Deuterocohnia* con 17 especies, *Dyckia* con 179, *Encholirium* con 40, *Fosterella* con 34 y *Pitcairnia* con 411 (Gouda *et al.*, [2023](#) [actualizado continuamente]). Existen revisiones taxonómicas recientes para *Encholirium* (Forzza, [2005](#)), *Fosterella* (Peters, [2009](#)), *Deuterocohnia* (Schütz, [2012](#)), *Dyckia* (Krapp *et al.*, [2014](#)) pero aún no se cuenta con un trabajo integral para el género *Pitcairnia*. De acuerdo con la estimación basada en reloj molecular de la familia (Givnish *et al.*, [2007](#); 2011; 2014), Pitcairnioideae *sensu stricto* se originó hace 14 m.a. aproximadamente, mientras que la radiación de *Pitcairnia* tuvo lugar hace 12.5 m.a.

2.1. PITCAIRNIA L'HÉR.

El género *Pitcairnia* incluyendo *Pepinia* (Pereira Saraiva *et al.*, [2015](#)), es uno de los más numerosos de la familia, ocupando el segundo lugar después de *Tillandsia*. De las Pitcairnioideae, es el género más rico y con la distribución más amplia, con cerca de 411 especies (Pereira-Saraiva *et al.*, [2015](#); Gouda *et al.*, [2023](#) [actualizado continuamente]), sin embargo, este número sigue incrementándose gracias al descubrimiento reciente de nuevos taxa (Espejo-Serna y López-Ferrari, [2015](#); Flores-Argüelles *et al.*, [2017](#); Beutelspacher y García-Martínez, [2019](#); Mejía-Marín *et al.*, [2020](#); Flores-Argüelles *et al.*, [2022](#)). Las especies de *Pitcairnia* se distribuyen desde México, Centroamérica y Sudamérica hasta el norte de Argentina, con *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Mildbraed, disyunta en África occidental (Smith y Till, [1998](#); Benzing, [2000](#)). Casi todos los representantes del género son terrestres o saxícolas, prefiriendo áreas sombreadas (umbrófilas), húmedas o de climas cálidos (Benzing, [2000](#)), sin embargo, también hay especies epífitas e incluso algunas acuáticas (Smith y Till, [1998](#); Espejo y López-Ferrari, [2013](#)).

Las plantas de *Pitcairnia*, en muchas de las especies mexicanas, son acaules y presentan hojas arrosetadas, cuyas vainas forman un bulbo. Una adaptación única e interesante del género, es la heterofilia que presentan algunas especies (Tomlinson, 1969) con tres tipos de láminas foliares, a) unas con función fotosintética, verdes, lineares, enteras, a veces con espinas en la base, frecuentemente deciduas en época de sequía por una línea de abscisión; b) otras, que sirven de protección, son verdes pero con el tiempo se vuelven pardas claras, enteras, a veces con el margen de la porción apical serrado, persistentes y c) otras no fotosintéticas, lineares o aciculadas, pardas oscuras, espinosas o serradas en el margen y persistentes. La inflorescencia es terminal, racemosa o espigada, simple o compuesta, con el pedúnculo generalmente bien desarrollado, en ocasiones reducido o ausente; las flores son perfectas, con la corola zigomorfa (en algunas especies es ligeramente actinomorfa), pediceladas o sésiles, apretada o laxamente dispuestas en el raquis; los sépalos son convolutos, libres, a veces ligeramente connados en la base; los pétalos son libres, desnudos o con un apéndice escumiforme adaxial, usualmente rojos, raramente blancos, anaranjados o amarillos; los estambres más largos o más cortos que los pétalos; con las anteras lineares; el ovario semiínfero; el estilo largo y aplanado y el fruto una cápsula, con las semillas bicaudadas o desnudas (FIGURA 1).

2.2. SISTEMÁTICA DEL GÉNERO *PITCAIRNIA*

El género fue descrito por Charles Louis L'Héritier de Brutelle (L'Heritier, 1789), nombrándolo en honor del inglés William Pitcairn (1711-1791). La especie tipo es *Pitcairnia bromeliifolia* L'Hér., originaria de Jamaica.

El género *Pitcairnia* es el género tipo de la subfamilia Pitcairnioideae (Smith y Downs, 1974) y ha sido abordado en varios estudios a nivel taxonómico y filogenético (Smith y Downs, 1974; Varadarajan y Gilmartin, 1988a; Givnish *et al.*, 2007; 2011; Pereira-Saraiva *et al.*, 2015; Schubert, 2017).

En 1974, Smith y Downs dividieron *Pitcairnia* en dos subgéneros, diferenciándolos por las características de sus semillas: *Pitcairnia* subgénero *Pitcairnia*, que se distinguía por presentar semillas bicaudadas y *Pitcairnia* subgénero *Pepinia* que agrupaba a las especies con semillas sin apéndices. Varadarajan y Gilmartin (1988b), consideraron al subgénero *Pepinia* como un género distinto de *Pitcairnia*, diferenciándolos por su distribución geográfica, por su hábito y por el tipo de semilla que presentan. Ambos géneros fueron asignados a la tribu Pitcairnieae, junto con *Ayensua*, *Connellia*, *Cottendorfia*, *Fosterella*, *Navia* y *Steyerbromelia*. Dicha

clasificación fue adoptada por Smith y Till (1998). Sin embargo, Robinson y Taylor (1999) cuestionaron dicha separación y rechazaron su estatus genérico, transfiriendo las especies de *Pepinia* a *Pitcairnia*. De igual modo, diferentes estudios han aceptado o rechazado, el estatus de *Pepinia* (Smith y Till, 1998; Benzing, 2000; Reinert et al., 2003).

Con respecto a los estudios que han tratado de dilucidar las relaciones evolutivas en la familia, podemos decir que el género *Pitcairnia* no había sido objeto de interés y los estudios se habían enfocado en resolver las relaciones de otras subfamilias y otros géneros (Terry et al., 1997; Crayn et al., 2000, Horres et al., 2000, Horres et al., 2007; Givnish et al., 2004, 2007, 2011). En dichos análisis filogenéticos se han empleado menos de 10 especies (<2.36 %), de las ca. 450 de las que consta el género. Algunos estudios señalan que *Pitcairnia* es parafilético (Crayn et al., 2000, 2004; Horres et al., 2007), mientras que otros sugieren que es un grupo monofilético (Givnish et al., 2007, 2011; Horres et al., 2007).

Fue durante los últimos años que los estudios enfocados en evolución, filogenia, filogeografía e incluso de biología de la reproducción de *Pitcairnia* han tomado gran interés. En 2015, Pereira Saraiva et al. realizaron un estudio filogenético, basado en caracteres morfológicos y anatómicos, para analizar las relaciones entre 67 especies de *Pitcairnia* distribuidas en Brasil y de los subgéneros propuestos por Varadarajan y Gilmartin (1988b). Sus resultados apoyan la monofilia de *Pitcairnia*, incluyendo los subgéneros *Pitcairnia* y *Pepinia*. Recientemente, Schubert (2017) realizó un estudio filogenético empleando 141 especies de *Pitcairnia*, con cuatro marcadores de cloroplasto (*matK*, *rpl32-trnL*, *rps16-trnK* y *ycf1*) y tres de núcleo (*phyC*, *rpb2*, *g3pdh*), los árboles generados muestran a *Pitcairnia* como un género monofilético, dividiéndolo en dos grandes clados e identificó seis subgrupos monofiléticos dentro de cada clado pero con varias ramas no resueltas, asimismo confirmó el estatus de *Pepinia* (*sensu* Varadajan y Gilmartin, 1988b) como un género no monofilético y confirmó los resultados obtenidos por Pereira Saraiva et al. (2015). Es el estudio sistemático de Schubert (2017) el que ha empleado el mayor número de especies del género y ha generado la filogenia global de *Pitcairnia*; sin embargo expresa que existen algunos grupos de especies o de regiones geográficas que necesitan ser evaluados, por ejemplo en Brasil, México, Cuba, Los Andes, Ecuador o Colombia.

En cuanto a las investigaciones a nivel específico del género, podemos mencionar que lo trabajos de biología de reproducción en algunas especies de *Pitcairnia* han evidenciado la alta capacidad de autofecundación y autocompatibilidad entre las flores de *P. heterophylla* con

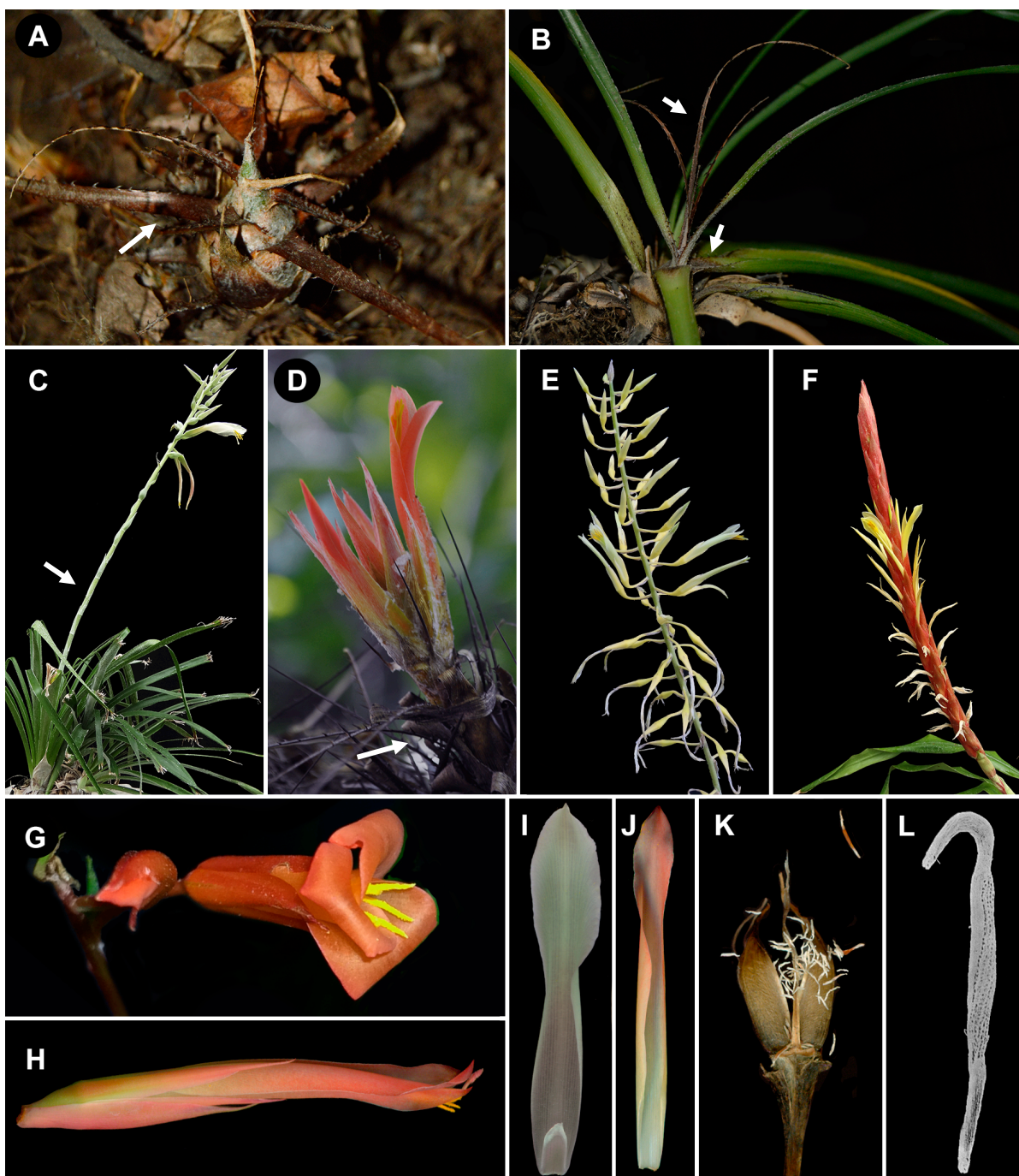


FIGURA 1. Características presentes en *Pitcairnia*. Hojas: A) con las láminas espinosas protegiendo los brotes de las hojas fotosintéticas; B) con las láminas enteras, por debajo de la línea de abscisión presentan el margen espinoso en algunas especies; C) Pedúnculo bien desarrollado y evidente en *Pitcairnia leprosa*; D) *P. heterophylla* (Lindl.) Beer con el pedúnculo reducido o ausente; E) Inflorescencia racemosa de *P. xanthocalyx* con las flores laxamente dispuestas; F) Inflorescencia con las flores apretadamente dispuestas en *P. imbricata*. Flores G) pediceladas y actinomorfas en *P. anarosae*; H) sésiles y zigomorfas en *P. vallisoleta* y pétalos con I) escama en *P. undulatosepala* y J) desnudo en *P. vallisoleta*; K) Cápsula y semillas, con los pétalos removidos en *P. vallisoleta*; y L) Semilla bicaudada de *P. karwinskyana* 35X. Fotos E. González, A.R. López-Ferrari, A. Espejo, R. Cerros y L.J. Hernández-Baron.

pocas visitas de polinizadores (Ríos y Cascante-Marín, [2017](#)) e incluso algunas especies son capaces de formar híbridos de forma natural y artificial (Wendt *et al.*, [2000](#); [2002](#)). Otros estudios filogeográficos se han enfocado en comprender los patrones históricos de diversificación en algunas especies de *Pitcairnia* (Palma-Silva *et al.*, [2011](#)); o en investigar los niveles de diferenciación genética y de especiación entre diferentes poblaciones fragmentadas naturalmente de *P. flammea* en la Mata Atlántica, Brasil (Mota *et al.*, [2020](#)) y en *P. lanuginosa*, especie distribuida en Brasil y Perú (Leal, [2018](#))

En México, están presentes 54 especies de *Pitcairnia* (incluyendo *Pepinia*), de las cuales 47 (87 %) son endémicas del país (Espejo Serna, [2012](#); Espejo-Serna y López-Ferrari, [2018](#); Beutelspacher y García-Martínez, [2019](#); Mejía-Marín *et al.*, [2020](#); Flores-Argüelles *et al.*, [2022](#)). Como parte del proyecto sobre la flora bromeliológica mexicana, el género ha sido tratado en listados a nivel nacional (Espejo-Serna *et al.*, [2004](#); Espejo Serna, [2012](#); Espejo-Serna y López-Ferrari, [2018](#)), se ha incluido en algunos tratamientos taxonómicos regionales o estatales como la Flora Novo-Galiciana (McVaugh, [1989](#)), la Flora Fanerogámica del Valle de México (Victoria, [2001](#); Espejo Serna y López-Ferrari, [2004](#)), la Flora de Veracruz (Espejo *et al.*, [2005](#)), la Flora del Bajío y Regiones adyacentes (Espejo-Serna *et al.*, [2010](#)) y la Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (López-Ferrari y Espejo-Serna, [2014](#)). Existen además algunas otras contribuciones relativas al análisis de la riqueza y distribución en algunas entidades del país, entre ellas Oaxaca (Arellano, [2002](#); Espejo-Serna *et al.*, [2007](#)), Guerrero (Pulido-Esparza *et al.*, [2004](#)), Yucatán (Ramírez-Morillo *et al.*, [2004](#)), Veracruz (Espejo-Serna *et al.*, [2005](#)) e Hidalgo (Ceja-Romero *et al.*, [2010](#)).

2.3. COMPLEJOS DE ESPECIES

La identificación, delimitación y descripción de especies ha sido controvertido en los campos de la biología Sistemática y Evolutiva (Pinheiro *et al.*, [2019](#)). La mayor dificultad para delimitar especies ocurre al comienzo de la formación de las mismas, como lo señala Pinheiro *et al.*, (2019): 1) cuando la diversificación surge con pocos cambios morfológicos, 2) cuando las especies exhiben una amplia diversidad morfológica y poca divergencia genética, lo que ocurre en las radiaciones evolutivas, y 3) cuando un subconjunto de poblaciones se vuelve morfológica y genéticamente distinta, formando un nuevo linaje a partir de tipos de población ancestrales (especiación progenitora-derivada).

Como se ha mencionado, Bromeliaceae presenta una gran diversidad de especies, por lo que varios trabajos se han enfocado en generar conocimiento sobre diferentes grupos o complejos

de especies en la familia, mismos que han sido abordados desde una perspectiva taxonómica (complejo *Aechmea multiflora*: Ferreira Canela *et al.*, [2003](#); complejo *Tillandsia viridiflora*: Krömer *et al.*, [2012](#)); o bien, empleando análisis morfométricos (complejo *Aechmea multiflora*: da Costa *et al.*, [2009](#); complejo *Tillandsia utriculata*: Pinzón *et al.*, [2011](#)) y anatómicos (complejo *Hechtia podhantha* (Martínez-Correa, [2008](#)), desde una perspectiva filogenética (complejo *Tillandsia macdougallii*: Granados, [2008](#); especies pseudobulbosas en *Tillandsia*: Chew *et al.*, [2010](#); complejo *Tillandsia utriculata*: Pinzón *et al.*, [2016](#); complejo *Tillandsia ionantha*: Ancona *et al.*, [2022](#)).

En México se presentan algunos grupos de especies del género *Pitcairnia* con problemas en su delimitación específica. Este es el caso de un grupo de taxa endémicos a México y distribuidos en las provincias biogeográficas (de acuerdo a la regionalización propuesta por Morrone *et al.*, [2017](#)): Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre del Sur, Tierras bajas del Pacífico, la Cuenca del Balsas y la Faja Volcánica Transmexicana ([FIGURA 2](#)) aquí denominado como complejo *Pitcairnia karwinskyana* (PK). En 1989, McVaugh ya había identificado dicho complejo, señalando que cerca de 14 especies mexicanas, reconocidas por Smith & Downs ([1974](#)), entre las cuales el nombre más antiguo es *Pitcairnia karwinskyana* Schult. & Schult. f., evidenciando que se necesitaba un estudio más detallado de las poblaciones, así como la evaluación de los caracteres usados para separar dichas especies, especialmente la consistencia de algunos caracteres como los sépalos alados o carinados, el tamaño y las características de las brácteas del pedúnculo. El problema de delimitación taxonómica de este grupo de especies, no sólo no se ha resuelto, sino que se ha complicado con la publicación de nuevos taxa con características morfológicas similares.

El complejo PK como se reconoce en este estudio, incluye a saber, los siguientes nombres, tanto los reconocidos por Smith y Downs ([1974](#)) y McVaugh ([1989](#)), como los publicados posteriormente: *Pitcairnia colimensis* L.B. Sm., *P. compostelae* McVaugh, *P. cylindrostachya* L.B. Sm., *P. flexuosa* L.B. Sm., *P. foliacea* L.B. Sm., *P. jaliscana* S. Watson, *P. karwinskyana*, *P. micheliana* André, *P. micropoda* L.B. Sm., *P. militaris* L.B. Sm., *P. monticola* Brandegees, *P. palmeri* S. Watson, *P. palmeri* var. *longebracteata* L.B. Sm., *P. pteropoda* L.B. Sm., *P. ringens* Link, Klotzsch & Otto, *P. sordida* L.B. Sm y *P. vallisoletana* Lex.

Los miembros de este grupo son confundidos frecuentemente, particularmente en ejemplares de herbario, porque presentan similitudes morfológicas: son plantas de 10 a 45 cm de alto, que crecen ya sea terrestres o sobre riscos o paredes rocosas en lugares sombreados. Las

vainas foliares forman un bulbo; las láminas foliares son heteromorfas, reconociéndose tres tipos distintos, unas son verdes, largas, lineares y deciduas en época de secas, mediante una línea de abscisión transversal ubicada arriba de la vaina foliar por debajo de la cual presentan el margen espinoso serrado (algunas especies las conservan cuando florecen y otras no). Otras son pardas, con las láminas filiformes, serradas o espinosas en el margen que protegen a las hojas fotosintéticas y un tercer tipo que incluye láminas reducidas a vainas verdes, que con el tiempo se vuelven pardas claras y que protegen los brotes de las hojas verdes. El pedúnculo de la inflorescencia está bien desarrollado; las flores son zigomorfas y pueden ser pediceladas o sésiles a subsésiles, los pétalos, de 4 a 6 cm de largo, son rojo-escarlatas, anaranjados o rosados y sin apéndices basales, y las brácteas florales son de tamaño variable en relación con el de los pedicelos o el de los sépalos (FIGURA 3).

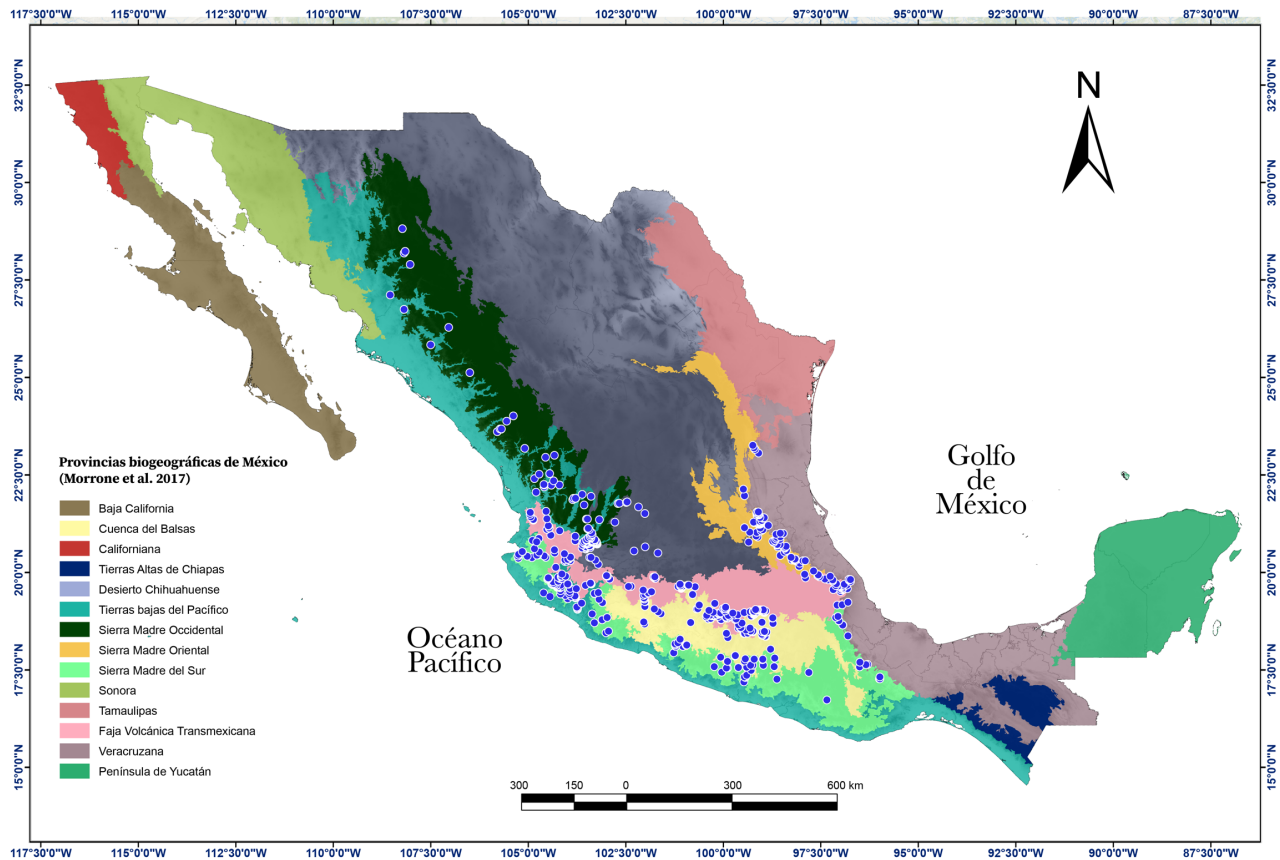


FIGURA 2. Distribución conocida de las especies pertenecientes al complejo *Pitcairnia karwinskyana* en México de acuerdo a las Provincias biogeográficas propuestas por Morrone *et al.* 2017.

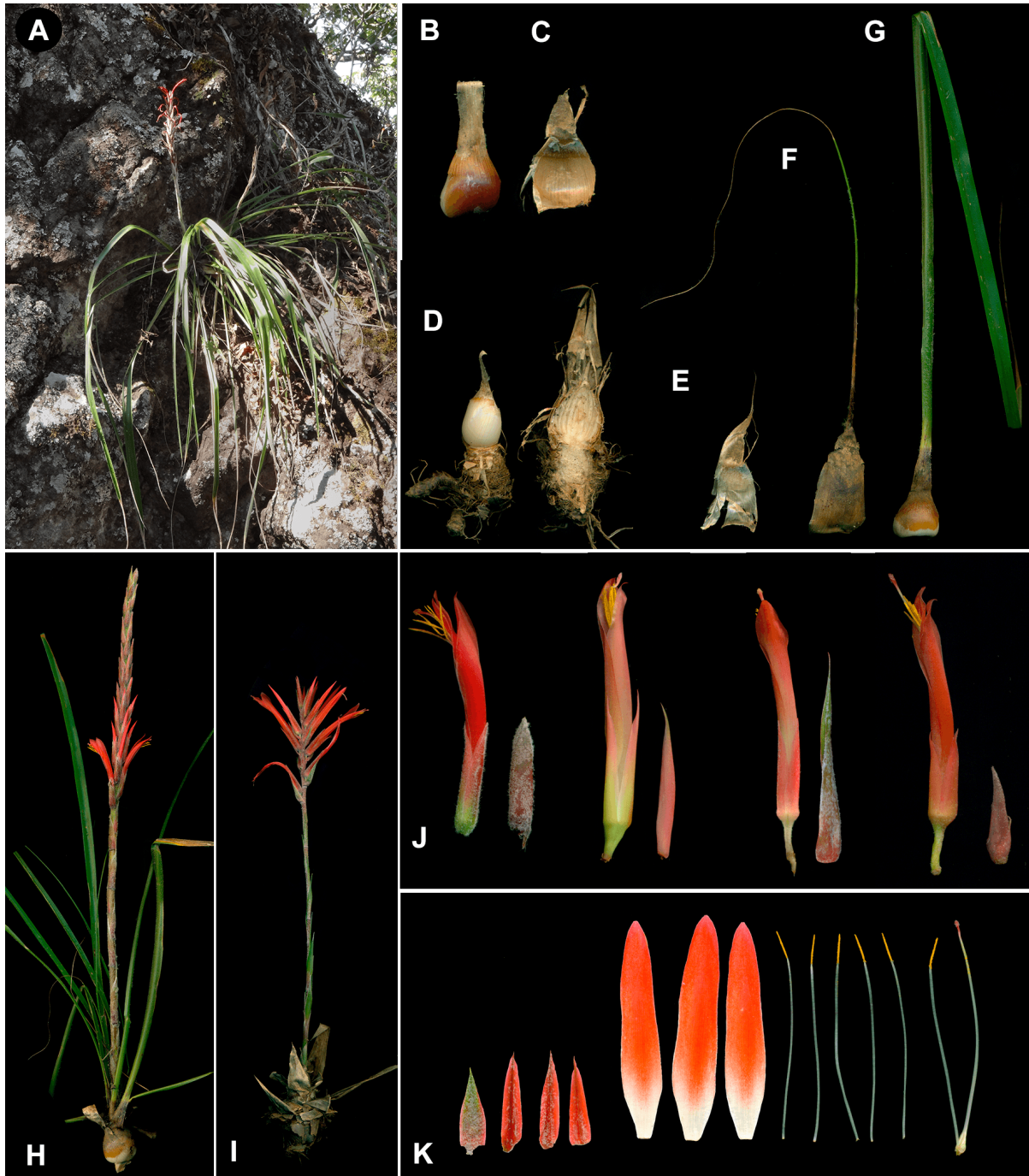


FIGURA 3. Características de las especies pertenecientes al complejo PK. A) hábito, B) vainas foliares vista del lado abaxial y del C) lado adaxial, D) bulbo. Hojas con láminas heteromorfas: E) remanente de una hoja que protege a los brotes nuevos de hojas; F) espinosa con la lámina filiforme; G) hoja con la lámina verde, entera, en la base con el margen espinoso. Plantas con H) el pedúnculo desarrollado y floreciendo con las hojas verdes y I) sin ellas. J) flores zigomorfas, sésiles y pediceladas junto con sus respectivas brácteas florales. K) disección de una flor, bráctea floral, sépalos, pétalos (sin apéndices en la base), androceo y gineceo. Fotos E. González y A. Espejo.

2.4. HISTORIA TAXONÓMICA DEL COMPLEJO *PITCAIRNIA KARWINSKYANA* (PK)

El nombre más antiguo en el grupo de plantas en cuestión es *Pitcairnia vallisoleta* y fue propuesto por J. J. Martínez de Lexarza (1824). Sin embargo, el material tipo que respalda este nombre se encuentra perdido, por lo que Espejo *et al.* (1993) lo neotipificaron con material procedente de los alrededores de Jesús del Monte, Morelia, Michoacán (M. Flores-Cruz *et al.* 740, UAMIZ!).

El nombre *Pitcairnia karwinskyana*, fue publicado por J. A. Schultes y J. H. Schultes (1830) y el material tipo fue recolectado por el barón Karwinski von Karwin, quien cita la siguiente localidad: “in calidis Cristo, republ. Mexican”, que actualmente se ubicada en las cercanías de Sultepec, Estado de México. El material tipo se encuentra depositado en M! (Botanische Staatssammlung München). Por otro lado, *Pitcairnia jaliscana* fue publicado por S. Watson (1887) basándose en un espécimen recolectado por E. Palmer 348, en las cercanías de Río Blanco, Jalisco. Sin embargo, Smith y Downs (1974), consideraron a *P. jaliscana* como sinónimo taxonómico de *P. karwinskyana* e incluyeron bajo este nombre ejemplares provenientes de Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Guerrero, Estado de México, Morelos, Puebla, Oaxaca y Chiapas. En 1989, R. McVaugh consideró a *P. karwinskyana sensu lato*, como una especie de características vegetativas variables e incluyó a *P. jaliscana* como un sinónimo taxonómico de la misma, sugiriendo que se necesitaba un estudio detallado de las poblaciones porque los límites específicos no eran claros ni suficientemente conocidos en un grupo amplio que incluía además otros nombres como: *P. pteropoda*, *P. foliacea* y *P. ringens*.

Pitcairnia ringens fue publicado en 1842 por J. F. Klotzsch. El ejemplar tipo fue una planta cultivada presuntamente proveniente de México, sin embargo fue probablemente destruido (B), por lo que el nombre está tipificado por la descripción original y el dibujo que la acompaña (Smith y Downs, 1974).

Pitcairnia palmeri fue publicado por S. Watson (1887) basándose en un ejemplar recolectado por E. Palmer 16, en las cercanías de Río Blanco, Jalisco. En 1960, L. B. Smith con material proveniente del municipio de Pueblo Nuevo, Durango (H. S. Gentry & C. L. Gilly 10625, LL!), propuso *P. palmeri* var. *longebracteata*, señalando que este taxon se diferenciaba de la variedad típica por sus brácteas florales del mismo tamaño o más largas que los pedicelos. Posteriormente, en Flora Neotropica, Smith y Downs (1974) incluyeron en *P. palmeri* var. *longebracteta* diversos ejemplares procedentes de Chihuahua (H. Leseur 1258, GH!; Pennington 113, US!), Jalisco (E. Holway no. A, GH), Michoacán (R.M. King & T.S.

Soderstrom 4846, US!), Morelos (C.G. Pringle 9181, GH!, US!; O. Nagel 8092, GH!), y Nayarit (R. McVaugh 16496, MICH!, US!), los cuales han sido reidentificados posteriormente con otros nombres (McVaugh, 1989), como *P. palmeri* (H. Leseur 1258; Pennington 113), *P. pteropoda* (R.M. King & T.S. Soderstrom 4846) y *P. compostelae* (R. McVaugh 16496). Sin embargo, con base en los resultados de un análisis multivariado, González-Rocha *et al.* (2018), concluyeron que, lo que se había considerado como *P. palmeri* var. *longebracteata*, era en realidad una especie diferente y la nombraron *P. robert-downsii*.

En 1901, É. F. André describió *Pitcairnia micheliana* con material cultivado en Ginebra en el jardín de M. Micheli, a partir de semillas recolectadas en 1898 por Eugène Langlassé cerca de Inguarán, Michoacán, el cual está aparentemente perdido. Smith y Downs (1974) señalaron que la descripción y el dibujo originales pueden considerarse como tipo de *P. micheliana*. Por otro lado, en 1937a, L. B. Smith publicó *P. cylindrostachya* basándose en material procedente de los acantilados de la barranca cercana a Guadalajara (C. G. Pringle 3884, H!). Asimismo, Smith (1937c) publicó *P. roseana* con material recolectado en Huasemota, Durango (J. N. Rose 2325, GH!). Las plantas de dichas especies son muy similares y se caracterizan por tener las inflorescencias espigadas con las flores sésiles y apretadamente dispuestas a lo largo del raquis de la inflorescencia, Smith las diferenció sólo por las características vegetativas de las brácteas del pedúnculo, de las brácteas florales y del indumento. Sin embargo, existen problemas con la identificación de material herborizado proveniente de Michoacán, Jalisco y alrededores y sólo se han separado por diferencias en la época de floración (McVaugh, 1989; Espejo *et al.*, 1993).

En 1905, Brandegees describió *P. monticola* con material procedente de Culiacán, Sinaloa (T. Brandegees s.n., depositado en UC!).

Pitcairnia flexuosa fue publicado por L. B. Smith (1936) cuyo material tipo fue recolectado por G. B. Hinton 3948 en el Guayabal, distrito de Temascaltepec, Estado de México (depositado en K!), diferenciándola de *P. palmeri* por sus flores ascendentes y por su inflorescencia glabra. En 1937b, L. B. Smith publicó *P. pteropoda* con material procedente de Uruapan, Michoacán (Holway 3619, GH!) mencionando que se relacionaba con *P. palmeri* por sus flores secundas, pero que se diferenciaba por sus brácteas florales más largas y pedicelos aplanados y alados. Posteriormente, R. McVaugh (1989) señaló que los ejemplares de Gregory y Eiten 113, citados por Smith (1974) como *P. karwinskyana* y la colecta de McVaugh 13091 referida como *P. pteropoda*, ambos provenientes de localidades cercanas a Uruapan, seguramente pertenecen a la misma especie, requiriéndose un estudio más detallado de los mismos.

Por otro lado, *Pitcairnia militaris* y *P. sordida* fueron descritas en 1946 por L.B. Smith, con material procedente de la zona ubicada entre Trincheras y Vinatita, en el distrito de Mina, Guerrero (Hinton *et al.* 10127, GH!) y de Toro Muerto (Hinton *et al.* 14248, GH!) respectivamente, ambas localidades ubicadas en la misma zona del estado de Guerrero. Sin embargo, Smith y Downs (1974) consideraron a *P. militaris* como sinónimo taxonómico de *P. pteropoda* e incluyeron en dicha especie ejemplares provenientes de Jalisco, Michoacán y Guerrero. En 2004, Espejo *et al.* consideraron a *P. militaris* como sinónimo de *P. sordida*.

En 1964, L. B. Smith describió *Pitcairnia foliacea*, con material tipo recolectado por G. B. Hinton 15941 en Naranjillo, Coalcomán, Michoacán (depositado en US!) y a *P. micropoda* con material proveniente de Puerto Salitre, distrito de Temascaltepec, Estado de México (G. B. Hinton 936, US!). Ambas especies se conocen sólo del material tipo.

Pitcairnia colimensis fue publicada por L. B. Smith en 1969, con material recolectado al sur de Colima (McVaugh 15509, MICH!, US!) y H.H. Iltis *et al.* 676, MICH!, US!). Finalmente R. McVaugh (1989), publicó *P. compostelae* con ejemplares procedentes del sur de Compostela, Nayarit (H. S. Gentry & C. L. Gilly 10825, LL!; R. McVaugh 16496, MICH!, US!) y de Talpa, Jalisco (R. González T. 438, MEXU!), comparándola con *P. palmeri* var. *longebracteta* y con *P. colimensis*. McVaugh comentó que todos los ejemplares que incluyó en el protólogo de *P. compostelae* fueron originalmente identificados como *P. palmeri* var. *longebracteata*, pero que difieren tanto de dicha variedad como de la variedad típica por la aparente ausencia de hojas espinosas, por tener las brácteas basales del pedúnculo fasciculadas y foliáceas y especialmente por tener los sépalos adaxiales no carinados, pero provistos de un ala dorsal delgada, características que han servido para separar especies como *P. colimensis*. También señaló que las plantas de *P. compostelae* recuerdan a las de *P. palmeri* var. *palmeri*, por sus inflorescencias secundas.

3. JUSTIFICACIÓN

La delimitación de este grupo de especies (complejo PK), considerando su historia taxonómica y nomenclatural, ha sido difícil y no siempre exitosa debido a que tienen flores muy similares y presentan características difíciles de apreciar sobre todo en ejemplares herborizados. Por ejemplo, el ala o carina de los sépalos y las flores más o menos secundas, o bien han sido utilizados caracteres variables como el largo de las brácteas del pedúnculo y de las brácteas florales, cuyo tamaño varía en relación con el de los pedicelos o el de los sépalos.

La delimitación específica ha sido objeto de discusión entre los botánicos y aún no existe un acuerdo al respecto. Es importante respaldar la toma de decisiones con análisis más rigurosos de los taxones problemáticos y de complicada delimitación. Por otra parte, durante las últimas décadas, el marco teórico de la sistemática, junto con el avance tecnológico y metodológico, han proporcionado herramientas a los taxónomos para inferir, cada vez con más certeza, posibles relaciones evolutivas entre los taxa.

Es importante resaltar, que entre las herramientas más utilizadas se encuentran los datos moleculares enfocados principalmente al estudio de filogenias. Sin embargo, la resolución obtenida en los árboles filogenéticos y los valores de apoyo a niveles taxonómicos bajos, usando secuencias de ADN, han sido pobres debido a la tasa de substitución tan baja que presentan los marcadores hasta ahora empleados (Chew *et al.*, 2010; Barfuss *et al.*, 2005; Rex *et al.*, 2007; Rex *et al.*, 2009; Sass y Specht, 2010; Schulte *et al.*, 2009). Dichos resultados, han impulsado el desarrollo de hipótesis evolutivas en Bromeliaceae empleando datos morfológicos (Louzada *et al.*, 2014; Pereira Saravia *et al.*, 2015); e incluso análisis combinando de distintos tipos de información (Aguirre-Santoro *et al.*, 2015).

El propósito del presente estudio es delimitar, las especies que conforman el complejo PK, así como establecer las posibles relaciones filogenéticas existentes entre las mismas, usando para ello caracteres morfológicos y moleculares. Se proponen como cuestiones a resolver ¿cuántas y cuáles especies comprende el complejo *Pitcairnia karwinskyana*? ¿Constituyen estas especies un grupo monofilético? Y si es así, ¿cuáles son las relaciones filogenéticas entre las mismas?

4. HIPÓTESIS

- El complejo PK es un grupo monofilético y las relaciones filogenéticas entre las especies que lo conforman, podrán ser resueltas a través de análisis cladísticos, empleando datos morfológicos y moleculares.

5. OBJETIVO GENERAL

Llevar a cabo la revisión sistemática del complejo *Pitcairnia karwinskyana*, con el propósito de generar una hipótesis de las posibles relaciones filogenéticas entre las especies que lo conforman.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ♠ Evaluar la monofilia del complejo PK.
- ♠ Aclarar la situación taxonómica y nomenclatural de las especies involucradas en el estudio.
- ♠ Delimitar, mediante un análisis fenético, los taxones del complejo PK.
- ♠ Generar una hipótesis de las relaciones filogenéticas existentes entre las especies del complejo PK con base en caracteres morfológicos y moleculares.
- ♠ Proponer una clasificación taxonómica del grupo con base en los resultados obtenidos en el análisis cladístico.
- ♠ Elaborar descripciones y claves de identificación para los taxones del complejo PK basado en datos morfológicos.

7. MÉTODOS

7.1. REVISIÓN DE LITERATURA

Se compiló la información bibliográfica relativa al grupo en estudio, realizando una investigación extensa de literatura sobre sistemática, nomenclatura, taxonomía y florística, tanto en bibliotecas especializadas como en diferentes sitios electrónicos. Las abreviaturas de las monografías consultadas se presentan de acuerdo con Stafleu y Cowan (1976-1988).

7.2. REVISIÓN DE HERBARIO

Se llevó a cabo la revisión de los ejemplares herborizados correspondientes a los taxa estudiados, incluyendo todos los duplicados localizados, así como de fotografías en alta resolución, resguardados en las siguientes 41 colecciones (acrónimos de los herbarios de acuerdo con Thiers, [actualizado continuamente]):

- ♣ The Natural History Museum, Londres, Inglaterra, Reino Unido (BM).
- ♣ Meise Botanic Garden, Meise, Bélgica (BR).
- ♣ Herbario del Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México (CHAP).
- ♣ Herbario-Hortorio del Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillos, Chapingo, Estado de México, México (CHAPA).
- ♣ Herbario del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, Durango, Durango, México (CIIDIR).
- ♣ Herbario de la Universidad Autónoma del Estado de México, México (CODAGEM).
- ♣ Herbario de la Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz, México (CORU).
- ♣ Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional, D. F., México (ENCB).
- ♣ Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, Estados Unidos de América (F).
- ♣ Herbario de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., México (FCME).
- ♣ Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Ginebra, Suiza (G).
- ♣ Herbario de G. B. Hinton, Galeana, Nuevo León, México (GBH).
- ♣ Gray Herbarium de Harvard University Herbaria (GH).
- ♣ Herbario de la Universidad de Aguascalientes (HUAA).
- ♣ Herbario de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (HUMO).

- ♣ Herbario del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México (IBUG).
- ♣ Herbario del Centro Regional del Bajío, Instituto de Ecología, A. C., Pátzcuaro, Michoacán, México (IEB).
- ♣ Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México (INEGI).
- ♣ Iowa State University, Ames, Iowa, Estados Unidos de América (ISC).
- ♣ Royal Botanic Gardens, Kew, Inglaterra, Reino Unido (K).
- ♣ Komarov Botanical Institute of RAS, San Petersburgo, Rusia (LE).
- ♣ University of Texas at Austin, Texas, Estados Unidos de América (LL).
- ♣ Herbario Nacional del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México (MEXU).
- ♣ University of Michigan Herbarium, Museum of Zoology, University of Michigan (MICH).
- ♣ Missouri Botanical Garden Herbarium, Saint Louis, Estados Unidos de América (MO).
- ♣ University of Notre Dame, Indiana, Estados Unidos de América (NDG).
- ♣ New York Botanical Garden, Bronx, NY, Estados Unidos de América (NY).
- ♣ University of Oxford, Inglaterra, Reino Unido (OXF).
- ♣ Muséum National d'Histoire Naturelle, París, Francia (P).
- ♣ Academy of Natural Sciences, Filadelfia, Pensilvania, Estados Unidos de América (PH).
- ♣ Swedish Museum of Natural History Herbarium, Estocolmo, Suecia (S).
- ♣ Marie Selby Botanical Gardens Herbarium, Florida, Estados Unidos de América (SEL).
- ♣ College of Natural Sciences Herbarium, University of Texas, Austin, Estados Unidos de América (TEX).
- ♣ Herbario del Instituto de Investigación Científica Área de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGC).
- ♣ Herbario Metropolitano Dr. Ramón Riba y Nava Esparza de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México, Ciudad de México, México (UAMIZ).
- ♣ University of California Herbarium, Berkeley, University of California (UC).
- ♣ United States National Herbarium, Washington, DC, Estados Unidos de América (US).
- ♣ University of Vermont, Burlington, Vermont, Estados Unidos de América (VT).
- ♣ Herbario del Instituto de Ecología, A.C. en Xalapa, Veracruz (XAL).
- ♣ Yale University, Connecticut, Estados Unidos de América (YU).
- ♣ Herbario de la Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, Autlán de Navarro, Jalisco (ZEA).

Los ejemplares se estudiaron por medio de la revisión y medición de todos aquellos especímenes que contaran con sus estructuras florales y vegetativas completas. Posteriormente se determinaron las especies utilizando claves taxonómicas disponibles (Smith y Downs, 1974; McVaugh, 1989; Espejo *et al.*, 1993; Pulido-Esparza *et al.*, 2004) y con la comparación con los tipos nomenclaturales de todos los nombres involucrados. Asimismo, se descargaron fotografías, dibujos y descripciones del material tipo de los nombres involucrados en las siguientes páginas electrónicas <https://plants.jstor.org/>, <https://www.biodiversitylibrary.org/>. En la medida de lo posible, los ejemplares tipo fueron revisados directamente, gracias a la gestión de préstamos de materiales con diferentes herbarios.

7.3. DATOS GEOGRÁFICOS

La información contenida en las etiquetas de cada uno de los ejemplares de herbario y de las recolecciones realizadas, se incorporó a una base de datos que incluye los siguientes campos: nombre del taxon, determinador y fecha de determinación, país, estado y municipio de procedencia, localidad, coordenadas geográficas, altitud, tipo de vegetación, colector y número de colecta, fecha de colecta, fenología y herbario. Cuando no se encontraban disponibles las coordenadas geográficas del sitio de recolección, se georreferenciaron utilizando los recursos empleados fueron las localidades proporcionadas por INEGI, diversos mapas topográficos de INEGI de México y Google Earth Pro ©2021. La información de las etiquetas se utilizó para programar los viajes durante los cuales se recolectaron los taxa de interés y para elaborar los mapas de distribución de las especies.

7.4. TRABAJO DE CAMPO

Con el propósito de contar con material botánico, tanto para los análisis morfológicos como moleculares, se realizaron viajes de exploración a diversas regiones del país (Permiso SEMARNAT 09/N1-0011/07/18, 2018-2020). En primer lugar, se establecieron las localidades de interés con el objetivo de calendarizar los viajes de exploración botánica. En los lugares de recolección se registraron las coordenadas geográficas de las localidades, así como datos ecológicos de las plantas, tales como fenología y tipo de vegetación donde habitan y se realizaron además tarjetas con disecciones florales. Se recolectaron entre uno y cuatro duplicados, dependiendo de la disponibilidad del material; los especímenes fueron sometidos a un proceso de herborización para su estudio de acuerdo con las técnicas descritas en Lot y Chiang (1989). El primer juego quedó depositado en el Herbario Metropolitano (UAMIZ) y los

duplicados serán enviados a diferentes herbarios una vez finalizado el estudio. El material conseguido se encuentra en cultivo, al aire libre en Tepoztlán, Morelos.

7.5. CARACTERES MORFOLÓGICOS

Se llevó a cabo una inspección cuidadosa de los ejemplares herborizados y de aquellos recolectados en campo, utilizando un microscopio estereoscópico LEICA EZ4HD, con la finalidad de seleccionar los caracteres, tanto cuantitativos como cualitativos, que posteriormente fueron usados para llevar a cabo los análisis fenéticos, cladísticos y para realizar las descripciones y las claves de identificación de las especies.

Las medidas fueron obtenidas con un calibrador digital directamente de los ejemplares. En el caso de los tipos nomenclaturales, las medidas se obtuvieron de las imágenes desplegadas en la página JSTOR Global Plants ([Ithaka, 2000-2017](#)) o bien de fotografías tomadas por los autores, con la ayuda del programa ImageJ (Schneider *et al.*, [2012](#)) y del material obtenido en préstamos. Con la información recabada se construyó una matriz de datos.

7.6. ANÁLISIS MULTIVARIADO

7.6.1. SELECCIÓN DE GRUPO EXTERNO

Se incluyeron cuatro especies diferentes morfológicamente para contrastar a las especies del grupo de estudio: *Fosterella micrantha* Lindl. (L.B. Sm.), *Pitcairnia anarosae* Gonz.-Rocha, Mejía-Marín y Espejo, *P. amblyosperma* L.B. Sm. y *P. heterophylla* (Lindl.) Beer.

7.6.2. GRUPO INTERNO: SELECCIÓN DE ESPECÍMENES Y VARIABLES CUALITATIVAS/ CUANTITATIVAS

Se revisaron especímenes herborizados, incluyendo los tipos nomenclaturales, de todos los nombres involucrados. Se midieron los ejemplares que contaban con todas las estructuras florales completas y se codificaron 337 especímenes, cada espécimen fue tratado como una unidad de estudio (UE) (ANEXO I). Con la información obtenida de dichos ejemplares, se construyó la matriz básica de datos (MBD, disponible por solicitud a la autora), colocando en las columnas las variables (75) y en las filas las UE (337).

Los caracteres medidos, así como la descripción y codificación que se utilizaron para los análisis multivariados se enlistan en el ANEXO II. Se incluyeron en total 75 variables: de las cuales 22 son variables cualitativas y 53 son cuantitativas, las cuales fueron agrupadas de acuerdo con las estructuras asociadas en las que fueron medidas u observadas, 22 asociadas a las hojas, 11 al pedúnculo, 20 a la inflorescencia y 19 a las flores (FIGURA 4). En la FIGURA 5 se muestra una lámina con algunas de las variables cuantitativas que se midieron en los ejemplares herborizados. En algunos casos, como algunos tipos nomenclaturales, fueron medidos en la página de JSTOR Global Plants.

7.6.3. VARIABLES FLORALES

En los análisis multivariados empleando toda la información disponible, las variables de las estructuras florales se usaron como suplementarias ya que no fue posible contar con todas las medidas de todos los ejemplares, especialmente de aquellos herborizados. Ya que de los 337 especímenes medidos, solo se obtuvieron 112 flores (tanto de ejemplares herborizados y de aquellos colectados en campo); mismas que fueron diseccionadas en tarjetas para medir las estructuras florales y analizarlas para averiguar si existe algún carácter útil para diferenciar al grupo de estudio (FIGURA 6). Posteriormente, con los resultados obtenidos, se optó por utilizar dichas variables como suplementarias, éstas no tuvieron influencia sobre los análisis

multivariados pero son útiles para ayudar a interpretar las dimensiones de la variabilidad (Le *et al.*, 2008).

UE		especie		BULBO				HOJAS										PEDÚNCULO										INFLORESCENCIA																	FLORES														
		hab	alt	lbu	Abu	tipo	hojas	pseudopetio	caducidad	lax	an	lax	lam	h	hojas.esq	e	l	Life	Alte	Les	IPe	BPA	BPA	BPA	Lpe	dPe	IBP	IBP	aBP	aBP	Pe	epoca/flor	inf	pos	pos	pos	Lin	dif	dis	Nflc	Pro	Pro	Pro	Pro	Pro	Pro	IBF	aBF	aBF	lpet	lpet	sim	ped	color	petal	apendice			
F1	F.micantha	tem	amz	70	42	5	monomorf	no peciolada	hojas persistentes	3	5	0	35	0	ausentes	ausentes					espi	mas	mas	0	40	3	20	40	2	2	2	invierno	race	erec	esci	pen	15	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	acti	ped	blancos	desnudo				
F2	F.micantha	tem	amz	60	44	5	monomorf	no peciolada	hojas persistentes	1	2	0	50	0	ausentes	ausentes					espi	igu	mas	0	32	2	20	50	2	2	3	invierno	race	erec	esci	pen	20	6	4	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	acti	ped	blancos	desnudo			
am1	amblyosperma	rupi	bul	83	3	2	monomorf	pseudopetio	hojas persistentes	2	2	35	73	0	ausentes	ausentes					glab	mas	mas	0	50	5	29	123	5	8	4	primavera	race	erec	divi	asci	33	22	7	37	1	0	0	0	0	0	1	2	2	6	4	20	zigo	ped	amarillos	con.apen			
am2	amblyosperma	rupi	bul	87	4	3	monomorf	pseudopetio	hojas persistentes	3	2	29	67	0	ausentes	ausentes					glab	mas	mas	0	33	5	32	150	7	10	5	primavera	race	erec	divi	asci	56	30	6	66	1	0	0	0	0	1	2	2	3	8	15	zigo	ped	amarillos	con.apen				
am3	amblyosperma	rupi	bul	88	6	4	monomorf	pseudopetio	hojas persistentes	4	2	25	75	0	ausentes	ausentes					glab	mas	igu	0	87	8	37	260	6	9	4	primavera	race	erec	divi	asci	46	39	8	53	1	0	0	0	0	1	1	2	3	6	10	zigo	ped	amarillos	con.apen				
am4	amblyosperma	rupi	bul	88	3	2	monomorf	pseudopetio	hojas persistentes	5	3	35	115	0	ausentes	ausentes					glab	mas	igu	0	80	4	60	180	8	10	4	verano	race	erec	divi	asci	55	30	7	66	1	0	0	0	0	1	2	2	3	6	18	zigo	ped	amarillos	con.apen				
ana1	anarosa	rupi	bul	20	1	1	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	1	1	0	50	0	ausentes	ai	1				glab	mas	mas	1	16	2	10	150	6	8	2	verano	race	cun	esci	pen	2	8	8	20	0	1	0	0	0	1	1	1	2	8	14	acti	ped	rojos	desnudo				
ana2	anarosa	rupi	bul	40	2	1	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	1	1	0	58	0	ausentes	ai	1				glab	mas	mas	1	29	2	12	160	6	8	2	verano	race	cun	esci	pen	10	9	8	25	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	8	14	acti	ped	rojos	desnudo			
het1	heterophylla	rupi	bul	7	4	3	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	2	2	0	NA	2	presente	ai	2	5	1		2	den	mas	mas	2	2	4	12	31	6	0	verano	espi	erec	no	j	erac	1	3	2	8	1	0	0	0	0	2	2	6	8	0	0	zigo	sesi	rosas	con.apen			
het2	heterophylla	rupi	bul	8	3	3	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	2	2	0	NA	1	presente	ai	2	6	2		2	den	mas	mas	2	2	5	15	40	8	9	0	verano	espi	erec	no	j	erac	1	4	3	10	1	0	0	0	0	1	2	7	8	0	0	zigo	sesi	rosas	con.apen		
het3	heterophylla	rupi	bul	7	5	3	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	4	2	0	NA	2	presente	ai	1	6	1		2	legi	un	z	mas	2	2	5	15	34	6	10	0	verano	espi	erec	no	j	erac	2	6	3	10	1	0	0	0	0	2	2	6	10	0	0	zigo	sesi	rosas	con.apen	
het4	heterophylla	rupi	bul	7	3	3	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	2	2	0	NA	1	presente	ai	1	4	1		2	legi	un	z	mas	1	3	7	14	35	7	8	0	verano	espi	erec	no	j	erac	2	4	2	8	1	0	0	0	0	2	2	7	9	0	0	zigo	sesi	rosas	con.apen	
col1	colimensis	rupi	bul	32	4	2	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	4	3	0	32	2	presente	ri	1	3	1		1	blar	mas	mas	1	26	2	16	300	2	9	1	verano	race	erec	asci	erac	8	17	8	8	0	1	0	0	0	0	1	2	1	2	4	11	zigo	ped	rojos	desnudo		
col2	colimensis	rupi	bul	28	3	2	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	2	2	0	24	2	presente	ri	1	4	4		4	total	mas	mas	2	27	4	24	220	3	9	1	verano	race	erec	asci	erac	11	27	8	11	0	1	0	0	0	0	1	1	2	3	14	25	zigo	ped	rojos	desnudo		
com10	compostela	rupi	bul	38	4	2	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	3	2	0	NA	2	ausentes	ai	0	0	0		0	legi	un	z	mas	1	16	3	59	170	3	13	4	verano	race	cun	esci	asci	22	10	15	14	1	0	0	0	0	2	3	4	6	8	18	zigo	ped	rojos	desnudo		
com3	compostela	rupi	bul	35	4	1	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	2	1	0	35	3	ausentes	ai	0	0	0		0	espi	mas	mas	1	18	2	52	190	4	8	4	verano	race	cun	esci	asci	17	26	9	10	1	0	0	0	0	0	2	3	5	7	8	19	zigo	ped	rojos	desnudo		
com4	compostela	rupi	bul	32	4	3	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	2	2	0	NA	NA	ausentes	ai	0	0	0		0	legi	un	z	mas	1	21	2	55	280	4	11	6	verano	race	cun	esci	asci	12	29	9	10	1	0	0	0	0	0	2	2	4	6	8	19	zigo	ped	rojos	desnudo	
com5	compostela	rupi	bul	30	4	3	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	3	2	0	NA	NA	ausentes	ai	0	0	0		0	legi	un	z	mas	1	27	2	26	260	4	8	3	verano	race	cun	esci	asci	7	14	9	6	1	0	0	0	0	1	2	4	6	8	16	zigo	ped	rojos	desnudo		
com6	compostela	rupi	bul	36	3	2	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	3	2	0	32	2	presente	ri	0	2	0		1	legi	un	z	mas	1	22	3	31	270	9	4	2	verano	race	cun	esci	asci	14	14	6	13	1	0	0	0	0	2	3	9	12	8	19	zigo	ped	rojos	desnudo		
com7	compostela	rupi	bul	21	3	2	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	3	2	0	NA	NA	ausentes	ai	0	0	0		0	den	mas	mas	1	12	2	33	130	3	4	3	verano	race	cun	esci	asci	9	14	5	12	1	0	0	0	0	1	2	3	12	14	zigo	ped	rojos	desnudo				
com8	compostela	rupi	bul	19	3	1	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	3	2	0	NA	NA	ausentes	ai	0	0	0		0	den	mas	mas	2	14	7	28	210	4	6	3	verano	race	cun	esci	asci	5	12	6	7	1	0	0	0	0	1	2	3	12	14	zigo	ped	rojos	desnudo				
com9	compostela	rupi	bul	22	3	1	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	3	2	0	NA	NA	ausentes	ai	0	0	0		0	den	mas	mas	1	17	2	25	205	3	6	2	verano	race	cun	esci	asci	7	11	5	1	0	0	0	0	0	3	2	4	4	7	15	zigo	ped	rojos	desnudo			
com10	compostela	rupi	bul	11	3	1	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	3	2	0	NA	NA	ausentes	ai	0	0	0		0	den	mas	mas	2	8	1	18	125	4	6	1	verano	race	cun	esci	asci	3	8	9	7	1	0	0	0	0	0	1	2	3	5	8	11	zigo	ped	rojos	desnudo		
com14	compostela	rupi	bul	42	6	3	monomorf	no peciolada	hojas deciduas	4	2	0	24	1	ausentes	ai	0	0	0		0	glab	mas	mas	2	24	2	29	418	3	9	3	verano	race	cun	esci	asci	18	27	11	20	1	0	0	0	0	0	1	3	4	7	6	18	zigo	ped	rojos	desnudo		
cy1	cylindrostachy	rupi	bul	36	5	3	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	4	2	0	57	3	presente	ri	1	2	2		1	den	mas	mas	0	18	5	31	47	13	17	1	otoño	espi	erec	no	j	erac	17	5	6	27	1	0	1	0	0	2	3	6	12	0	0	zigo	sesi	rosas	desnudo		
cy2	cylindrostachy	rupi	bul	27	4	4	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	4	2	0	41	2	presente	ri	1	1	2		1	den	mas	mas	1	15	3	33	75	12	10	1	otoño	espi	erec	no	j	erac	12	9	5	20	1	0	1	0	0	0	2	3	6	13	0	0	zigo	sesi	rosas	desnudo	
cy3	cylindrostachy	rupi	bul	16	3	4	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	2	2	0	28	2	presente	ri	1	3	1		1	blar	mas	mas	0	11	3	23	34	9	8	1	otoño	espi	erec	no	j	erac	6	5	5	12	1	0	1	0	0	0	2	2	5	9	0	0	zigo	sesi	rosas	desnudo	
cy4	cylindrostachy	rupi	bul	30	4	4	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	3	3	0	47	4	presente	ri	1	4	2		1	den	mas	mas	0	21	4	32	625	10	15	2	verano	espi	erec	no	j	erac	9	4	5	14	1	0	1	0	0	0	2	3	7	10	0	0	zigo	sesi	rosas	desnudo	
cy5	cylindrostachy	rupi	bul	32	3	3	heteromor	no peciolada	hojas deciduas	3	2	0	45	2	presente	ri	1	3	2		1	den	mas	mas	0	20	3	24	52	9	12	1	otoño	espi	erec	no	j	erac	14	6	5	38	1	0	0	0	0	0	2	2	6	11	0	0	zigo	sesi			

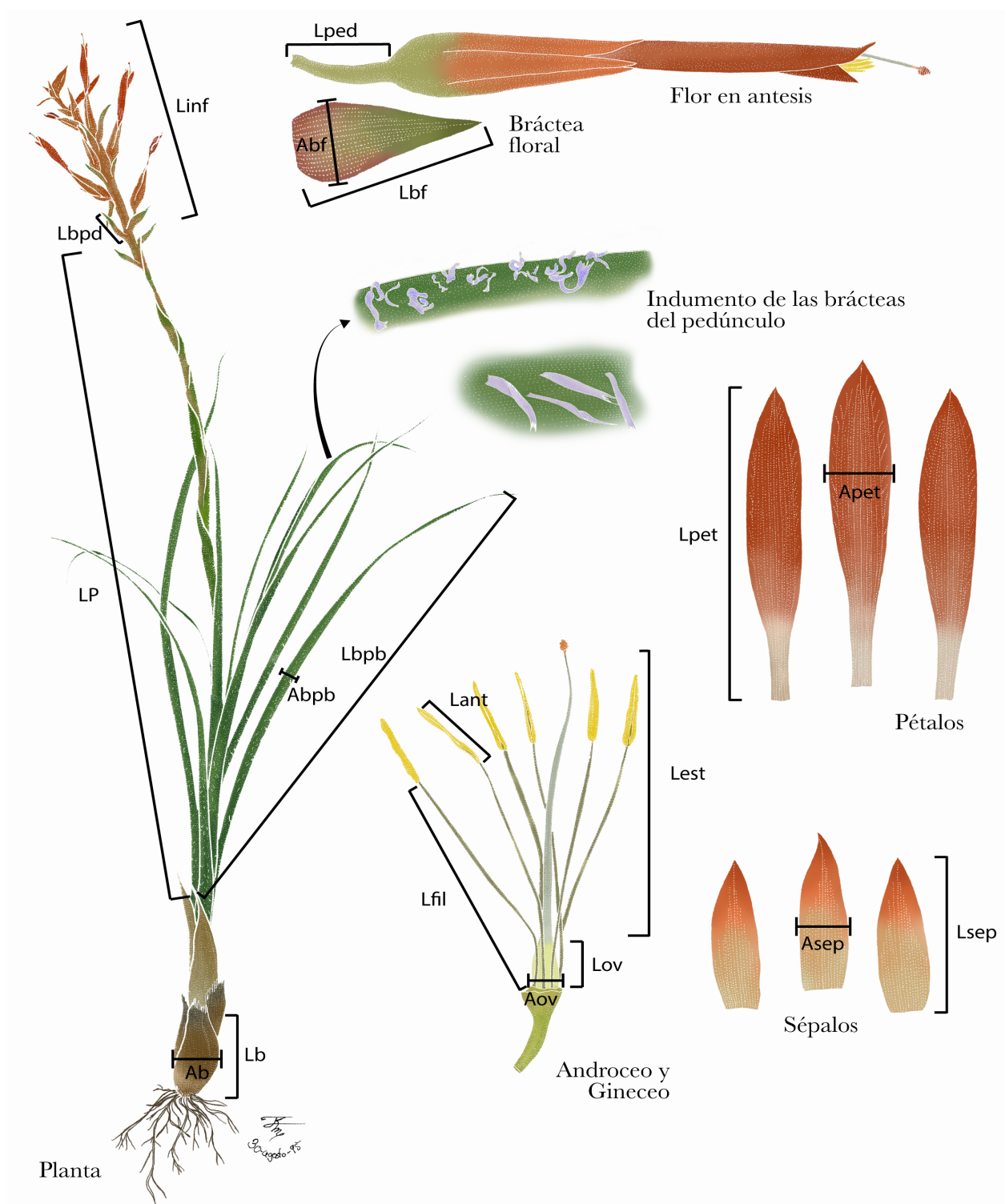


FIGURA 5. Algunos de los caracteres cuantitativos utilizados en los análisis multivariados. Ab: ancho del bulbo, Lb: largo del bulbo, LP: largo del pedúnculo, Linf: largo de la inflorescencia, Lbpd: largo de la bráctea distal del pedúnculo, Lped: largo del pedicelo, Lbf: largo de la bráctea floral, Abf: ancho de la bráctea floral, Lsep: largo de los sépalos, Asep: ancho de los sépalos, Lpet: largo de los pétalos, Apet: ancho de los pétalos, Lant: largo de las anteras, Lfil: largo de los filamentos, Lest: largo del estilo, Lov: largo del ovario, Aov: ancho del ovario. Ilustración original: R. Jiménez Machorro, modificada por E. González.

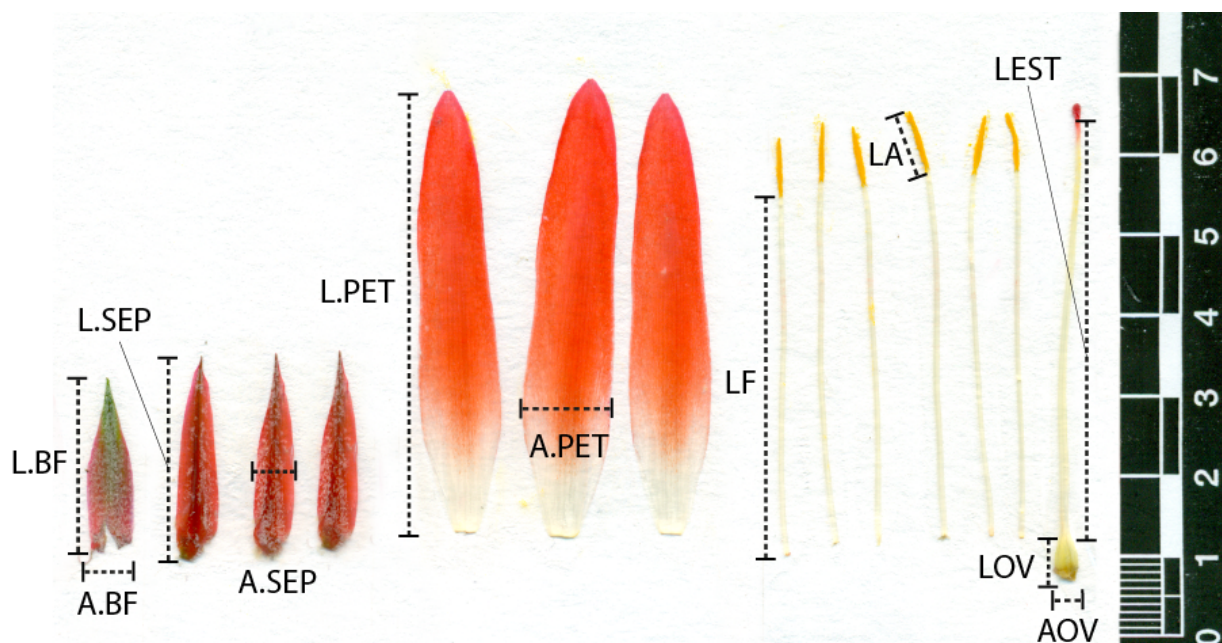


FIGURA 6. Variables florales obtenidas de 112 ejemplares herborizados como de colectas en campo. Se obtuvieron las siguientes medidas. L.BF: largo de la bráctea floral, A.BF: ancho de la bráctea floral, L.SEP: largo de los sépalos, A.SEP: ancho de los sépalos, L.PET: largo de los pétalos, A.PET: ancho de los pétalos, L.ANT: largo de las anteras, LF: largo de los filamentos, LEST: largo del estilo, LOV: largo del ovario, AOV: ancho del ovario

Los datos utilizados fueron analizados tomando en cuenta solo las flores, posteriormente todos los datos generados (tanto del grupo de estudio y del grupo externo) de un total de 337 individuos (UE), utilizando 75 variables morfológicas. Finalmente se usaron solo las variables y las UE pertenecientes al grupo interno, reduciendo el análisis a 322 UE y 56 variables. Se analizaron mediante: 1) análisis factoriales de datos mixtos (FAMD: Factorial Analysis of Mixed Data), 2) análisis de discriminantes (DA: Discriminant Analysis) y 3) análisis de conglomerados jerárquicos (HCPC: Hierarchical Clustering on Principal Components). Los FAMD se realizaron para averiguar qué tan similares son los grupos que se formaron en función de las variables tanto cualitativas como cuantitativas y reducir la dimensionalidad de las mismas, mientras que los DA se llevaron a cabo para identificar qué variables morfológicas son las más importantes para diferenciar (discriminar) los grupos y finalmente los HCPC evalúan la relativa similitud entre los grupos.

7.6.5. ANÁLISIS FACTORIAL DE DATOS MIXTOS

El análisis factorial de datos mixtos (FAMD) es un método de componentes principales dedicado a analizar un conjunto de datos con variables cuantitativas y cualitativas (Pagès, [2004b](#)). En general, este análisis puede verse como una mezcla entre el análisis de componentes principales (para variables cuantitativas) y el análisis múltiple de correspondencia (para las cualitativas). Este método permite estudiar las similitudes entre individuos teniendo en cuenta una mezcla de tipos de variables y explora la asociación entre todas las variables, tanto cuantitativas como cualitativas (Lê *et al.*, [2008](#)).

7.6.6. ANÁLISIS DE DISCRIMINANTES

Con el objetivo de determinar si existían diferencias multivariadas estadísticamente significativas entre los grupos obtenidos, a partir de las variables morfológicas se aplicó un Análisis de Discriminantes (DA). Como variables discriminatorias se utilizaron las variables morfológicas y la variable clasificatoria fue la especie. Para medir las similitudes o diferencias entre las especies se utilizó el criterio de Lambda de Wilks (λ), la cual es fácil de interpretar, porque sus valores varían de 1 (total similitud entre especies) a 0 (total diferencia entre especies). Finalmente, para evaluar la importancia que tiene cada variable morfológica en la diferenciación de las especies, se utilizaron las correlaciones entre las variables discriminatorias originales y las correspondientes funciones discriminantes derivadas, por lo que, entre más grande es cada coeficiente de correlación, más grande es la importancia de cada variable (Hair *et al.*, [2010](#); Tabachnick y Fidell, [2012](#)).

7.6.7. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO JERÁRQUICO

Con los resultados obtenidos del FAMD, se realizó un análisis de conglomerados (HCPC) utilizando los datos transformados $\log_2$ y el método de conglomerado UPGMA. Las variables más importantes obtenidas del análisis fueron estandarizadas para evitar la influencia con respecto al tamaño de las UE. Las gráficas obtenidas se realizaron con los datos transformados a $\log_2$ y usando el método UPGMA y el método k-medias, con el paquete FactoMiner (Husson *et al.*, [2010](#)).

7.7. TRABAJO DE LABORATORIO

7.7.1. OBTENCIÓN DE MUESTRAS

Una vez delimitadas morfológicamente las especies involucradas en el complejo PK, se tomaron muestras al menos de dos ejemplares de cada una de ellas.

7.7.2. SELECCIÓN DE GRUPO EXTERNO

Las especies consideradas como grupo externo fueron *Fosterella micrantha*, *Pitcairnia amblyosperma*, *P. chiapensis*, *P. densiflora*, *P. imbricata*, *P. recurvata* y *P. wendlandii*. En varios estudios filogenéticos se ha considerado a *Fosterella* como grupo hermano de *Pitcairnia* y *Fosterella micrantha* es la única especie del género que se distribuye en México (Krapp *et al.*, 2014; Schubert, 2017). Desde hace años, se lleva a cabo la recolecta de material de las bromeliáceas mexicanas, por lo que incluimos todas las especies de *Pitcairnia* disponibles en cultivo hasta el momento y cuentan con un respaldo herborizado en el herbario UAMIZ (ANEXO IV).

7.7.3. SELECCIÓN DE GRUPO INTERNO

En cuanto al grupo interno, se buscó incluir todas las especies del complejo PK. Sin embargo, algunas especies no fue posible colectarlas o encontrarlas pese a su búsqueda. Y aunque utilizamos material herborizado, no tuvimos éxito en la extracción, incluso utilizando diferentes métodos de extracción (como CTAB, u otros kits de extracción) o en la amplificación de los marcadores (especialmente en *phyC*), debido a los procesos de secado a las que fueron sometidas las plantas o porque se trataba de material antiguo.

7.7.4. SELECCIÓN DE MARCADORES MOLECULARES

Al seleccionar marcadores adecuados para la secuenciación, el parámetro más relevante es el grado de variación de secuencias entre los taxa de interés. Una variación de secuencias de aproximadamente 5-15 % ofrece suficientes diferencias para resolver relaciones y evita la saturación mutacional (Ritland y Clegg, 1990).

En Bromeliaceae, para los estudios en los niveles taxonómicos superiores, como las relaciones entre las subfamilias, por lo general se utilizan regiones codificantes de ADNcp (por ejemplo, *ndhF*: Terry y Brown, 1996; Givnish *et al.*, 2007, *matK*: Crayn *et al.*, 2000; *atpB*, *rbcL*: Savolainen *et al.*, 2000; Bremer, 2002). Para resolver las relaciones entre los taxa más

estrechamente relacionados, los datos de secuencias no codificantes como los intrones y espaciadores intergénicos proporcionan generalmente más variación informativa filogenéticamente (por ejemplo: *trnL-trnF*, Taberlet *et al.*, 1991; Givnish *et al.*, 2004; Barfuss *et al.*, 2005; Schulte *et al.*, 2005; Rex *et al.*, 2009). Sin embargo, en Bromeliaceae esto ha sido un verdadero reto.

De las regiones nucleares estudiadas en la familia Bromeliaceae, la región del gen *phyC* ha sido la más fácil de amplificar y secuenciar y ha mostrado una mayor variación (Jabaily y Sytsma, 2010; Barfuss *com. pers.*). El gen *phyC* parece ser un locus con una sola copia en todas las monocotiledóneas hasta ahora estudiadas. Además, la secuenciación de *phyC* produce secuencias limpias y no ha sido necesaria la clonación (Jabaily, 2009). El gen *phyC* codifica para una proteína del fotoreceptor del fitocromo C. En *Arabidopsis thaliana*, el gen tiene cerca de 4 000 pb y contiene cuatro exones y tres intrones (Basu *et al.*, 2000). En este estudio se eligió una región codificante del exón 1 del gen *phyC* que abarca cerca de 1 100 pb en Bromeliaceae (Barfuss, 2012).

En cuanto a las regiones de cloroplasto que se han usado para angiospermas, el gen *ycf1* parece ser un marcador útil para proveer una resolución considerable en los árboles filogenéticos a niveles taxonómicos inferiores (Dong *et al.*, 2015). La región *ycf1* (por sus siglas en inglés: **h**ypothetical **c**hloroplast **o**pen **r**eadin**g** **f**rame), con aproximadamente 5 500 pb, representa el segundo marco de lectura más largo después del *ycf2* en el genoma del cloroplasto (Neubig *et al.*, 2009). Para este estudio, se utilizó uno de los locus más variables del cloroplasto, el *ycf1-b*, con aproximadamente 1 100 pb (Dong *et al.*, 2012). En la **TABLA 1** se presentan los marcadores e iniciadores utilizados en el presente proyecto.

TABLA 1. Marcadores moleculares e iniciadores empleados en el análisis filogenético del complejo *Pitcairnia karwinskyana* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae).

Marcador	Iniciador	Fuente de información
<i>phyc515f-br</i>	AAG CCC TTY TAC GCT ATC CTG CAC CG	Barfuss, 2012
<i>phyc1699r-br</i>	ATW GCA TCC ATT TCA ACA TCT TCC CA	Barfuss, 2012
<i>ycf1 bF</i>	TCT CGA CGA AAA TCA GAT TGT TGT GAA T	Dong <i>et al.</i> , 2015
<i>ycf1 bR</i>	ATA CAT GTC AAA GTG ATG GAA AA	Dong <i>et al.</i> , 2015

7.7.5. EXTRACCIÓN DE ADN

La extracción de ADN se realizó tanto de material vivo como de ejemplares de herbario. El ADN de las muestras obtenidas fue extraído con algunas modificaciones en el protocolo de aislamiento del tejido de plantas con el Mini Kit DNeasy (Valencia, California, USA).

7.7.6. CUANTIFICACIÓN DE ADN

Se realizó la cuantificación de ADN, la cual permite saber cuántos nanogramos de ADN por mililitro de solución se obtienen en las extracciones realizadas. Mediante el programa Nanodrop 2000 se obtuvo la concentración de ADN medida en nanogramos por cada mililitro (ng/ml).

7.7.7. AMPLIFICACIÓN DE LOS GENES *PHYC* Y *YCF1-B* MEDIANTE LA REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA (PCR)

Una vez que se obtuvo la cuantificación del ADN para cada muestra, se continuó con la PCR con aquellas para las que el valor fue mayor a 6 ng/ml. La PCR se realizó utilizando el kit de Illustra PureTaq Ready-to-Go PCR Beads (GE Healthcare Life Sciences) y GoTaq® Green Master Mix (Promega). A continuación se detalla la preparación de las soluciones (para una reacción) para PCR para los genes *phyC* y *ycf1-b*: Primer F (2.5 µl), primer R F (2.5 µl), agua (10 µl) y ADN (2 µl).

MARCADOR DE CLOROPLASTO *YCF1-B*

El programa de PCR usado para el marcador *ycf1-b* se basó en Dong *et al.* (2015) y a continuación se describe: desnaturalización inicial (94°C, 4 min), seguido de 34 ciclos de desnaturalización (94°C, 30 s), alineación (52°C, 40 s), extensión (72°C, 1 min), y concluyendo con una extensión final (72°C, 10 min).

MARCADOR DE NÚCLEO *PHYC*

Para el marcador *phyC*, se siguió y modificó el programa descrito por Barfuss (2012) y fue el siguiente: desnaturalización inicial (95°C, 2 min), seguido de 30 ciclos de desnaturalización (95°C, 30 s), alineación (56°C, 30 s), extensión (70°C, 1:30 min), y concluyendo con una extensión final (70°C, 7 min).

7.7.8. ELECTROFORESIS EN AGAROSA

Una vez finalizada la PCR, se realizó una electroforesis en gel de agarosa, con la finalidad de separar los fragmentos obtenidos en la amplificación. Cada muestra se comparó con el marcador de peso molecular, los geles se observaron en un fotodocumentador para garantizar que se haya obtenido el amplicón.

7.7.9. PURIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA PCR

Una vez que el gel de agarosa relevaba el amplicón con el peso molecular buscado. Se realizó una purificación de los productos de la PCR obtenidos, de acuerdo al protocolo del kit de purificación de PCR QIAquick. La presencia del amplicón purificado fue verificado en un gel de electroforesis.

7.7.10. SECUENCIACIÓN

Los productos de la PCR fueron purificados y secuenciados por el método de Sanger en el Laboratorio Divisional de Biología Molecular de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

Las secuencias obtenidas de ambas direcciones (forward y reverse) se ensamblaron y editaron en el programa Sequencher® 5.4.6 (Gene Codes Corporation). Primero, cada secuencia se visualizó con el programa Sequencer, este programa permite ver de manera simultánea el cromatograma de cada una y ver las áreas de mala calidad. Posteriormente se generó una secuencia consenso de cada muestra, con los ajustes automáticos del programa, después cada secuencia fue editada de manera manual al ensamblar ambas direcciones.

7.7.11. ALINEAMIENTO

Las secuencias consenso de cada muestra de ADN se alinearon en el servicio de línea de MAFFT (Kato *et al.*, 2019) para su posterior análisis. Las matrices generadas fueron analizadas por separado: 1) la del marcador de cloroplasto *ycf1-b*, 2) la del marcador de núcleo *phyC*; después fueron concatenadas en MESQUITE v 3.70 (Maddison y Maddison, 2021) para llevar a cabo un análisis filogenético de 3) la matriz combinada de ambos marcadores, 4) la matriz de datos morfológicos y 5) la matriz de datos morfológicos + moleculares (*ycf1-b* + *phyC*). Cada partición se trató como independiente y se asoció con su propio modelo evolutivo.

7.8. SELECCIÓN Y CODIFICACIÓN DE CARACTERES MORFOLÓGICOS

Se realizó una matriz de datos morfológicos incluyendo 27 caracteres morfológicos codificados de 26 especies: 19 de ellas pertenecientes al grupo de estudio y siete al grupo externo, conformado por *Fosterella micrantha*, *Pitcairnia amblyosperma*, *P. chiapensis*, *P. densiflora*, *P. imbricata*, *P. recurvata* y *P. wendlandii* (ANEXO III). Los caracteres morfológicos se obtuvieron de ejemplares vivos, herborizados, fotografías, de las descripciones originales, tipos nomenclaturales y de revisión bibliográfica (Smith y Downs, 1974; Espejo-Serna *et al.*, 2005). Los caracteres fueron codificados como cualitativos binarios o multiestado; algunos tomados según la codificación usada en Pereira-Saraiva *et al.* 2015. Los estados de caracteres que no pudieron ser determinados por falta de material o información, fueron codificados con el símbolo “-” y los estados polimorficos entre “[]”. A continuación se describen los caracteres morfológicos y los estados de carácter codificados para los análisis filogenéticos:

1. Hábito de la planta: 0) saxícola; 1) terrestre o 2) epífita

El hábito predominante en las especies analizadas es el saxícola, seguido del terrestre y por último epífita.

2. Tallo: 0) acaules a corto-caulescentes; 1) largo-caulescentes

El tallo de las plantas, en la mayoría de las especies estudiadas, está completamente reducido (acaules a corto-caulescentes). Largo-caulescente se refiere a tener tallo de más de 5 cm de largo.

3. Tipo de hojas: 0) monomorfas, 1) heteromorfas

Una adaptación única e interesante del género *Pitcairnia* es la heterofilia que presentan algunas especies (Tomlinson, 1969). Las plantas que presentan una sola forma de hojas durante el desarrollo de un individuo son monomorfas; mientras que las heteromorfas, presentan dos o más formas de hojas durante el desarrollo de un individuo.

4. Presencia/ausencia de un pseudopeciolo: 0) ausencia del pseudopeciolo, 1) presencia

Todas las especies del complejo no tienen pseudopeciolo; sin embargo hay especies de *Pitcairnia* que si lo presentan. La presencia de un pseudopeciolo en *Pitcairnia* es una condición derivada (Taylor y Robinson, 1999).

5. Forma de las láminas de las hojas verdes fotosintéticas: 0) lineares, 1) lanceoladas, 2) oblongo-elípticas

Las láminas de las hojas fotosintéticas de las especies consideradas son lineares, lanceoladas u oblongo-elípticas.

6. Ancho las láminas de las hojas verdes fotosintéticas: 0) igual o menor que 10 mm, 1) entre 11 y 24 mm, 2) entre 25 y 41 mm

Se tomó la medida de la parte más ancha de la lámina de las hojas cuando están aplanadas. La codificación se tomó de Pereira-Saraiva *et al.* (2015).

7. Presencia/ausencia de una línea de abscisión en las hojas verdes fotosintéticas: 0) ausencia, 1) presencia

Las hojas verdes fotosintéticas de las especies del complejo presentan una línea de abscisión justo por arriba de las vainas foliares.

8. Presencia/ausencia de las hojas con las láminas espinosas: 0) ausencia, 1) presencia

La mayoría de las especies del complejo presentan hojas con láminas espinosas. Excepto en *P. compostelae*.

9. Orientación de las espinas de las hojas espinosas: 0) antrorsas, 1) retrorsas, 2) divaricadas, 3) ausentes

Antrorsas, con las espinas dirigidas hacia arriba. Retrorsas, con las espinas dobladas hacia atrás. Divaricadas, que forma un ángulo abierto de 75 a 105° con el eje vertical.

10. Hojas presentes/ausentes cuando las plantas florecen: 1) plantas que florecen con hojas vs 0) plantas que no florecen con hojas

La mayoría de las especies estudiadas las láminas de las hojas verdes fotosintéticas son deciduas antes de comenzar la floración. Aunque hay algunas especies del complejo que florecen con las hojas verdes fotosintéticas.

11. Grosor del pedúnculo: 0) delgado: hasta 9 mm, 1) grueso: más de 1 cm de diámetro

La codificación se tomó de Pereira-Saraiva *et al.* (2015).

12. Indumento del pedúnculo: 0) glabro o glabrescente, 1) esparcidamente blanco-lepidoto, 2) densamente blanco-lepidoto a flocoso

13. Comparación del largo de la bráctea basal del pedúnculo con respecto al largo del pedúnculo: 0) más corta, 1) más larga o igual

Es preferible remover las hojas verdes fotosintéticas, para asegurarse que se observan las brácteas del pedúnculo basales. Hay algunas especies del grupo de estudio que las brácteas son foliáceas, tan largas y parecidas a las hojas fotosintéticas que pueden ser confundidas por éstas.

14. Tipo de inflorescencia: 0) simple, racimo o espiga, 1) compuesta

15. Crecimiento y curvatura de la inflorescencia: 0) erecta, 1) curvada y erecta, 2) curvada y péndula, 3) flexuosa

El crecimiento y curvatura de las inflorescencias se basa en observaciones en campo y en fotografías. Las inflorescencias puede estar dirigida directamente hacia arriba, de manera vertical (0: erecta); otras, curvadas: hacia arriba, 1) erecta o hacia abajo, 2) péndula. Mientras que otras presentan varias curvas o dobleces graduales perpendiculares al eje longitudinal de la inflorescencia (como en *P. flexuosa*).

16. Orientación del pedicelo con respecto al raquis de la inflorescencia (en antesis): 0) adpresos a erecto, 1) ascendente, 2) divaricado, 3) descendentes

Los pedicelos de las especies estudiadas presentan la siguiente orientación: Adpresos a erectos, cuando están dirigidos contra la superficie o al raquis de la inflorescencia, dirigido hacia el ápice de la misma con un ángulo de divergencia no mayor de 15°. Ascendente, donde los pedicelos están dirigidos hacia arriba con una divergencia de entre 16 y 45°. Divaricado, donde los pedicelos se orientan en un ángulo abierto de 75 a 105° del raquis. Descendente, los pedicelos dirigidos gradualmente hacia abajo con un ángulo de divergencia de 136° a 165°.

17. Grosor del pedicelo: 0) delgado-filiforme: hasta 2 mm, 1) más de 2 mm de diámetro
La codificación se tomó de Pereira-Saraiva *et al.* (2015).

18. Orientación de las flores con respecto al raquis de la inflorescencia (en antesis): 0) adpresas a erectas, 1) ascendentes, 2) divaricadas, 3) descendentes

La orientación e las flores en antesis con respecto al raquis de la inflorescencia: Adpresas a erectas, cuando están dirigidos contra la superficie o al raquis de la inflorescencia, dirigido hacia el ápice de la misma con un ángulo de divergencia no mayor de 15°. Ascendentes, donde las flores están dirigidas hacia arriba con una divergencia de entre 16 y 45°. Divaricadas, donde las flores se orientan en un ángulo abierto de 75 a 105° del raquis. Descendentes, los pedicelos dirigidos gradualmente hacia abajo con un ángulo de divergencia de 136° a 165°.

19. Arreglo de las flores en el raquis de la inflorescencia: 0) polísticas, 1) secundas

Los términos describen el arreglo de las flores a lo largo de la inflorescencia. Polísticas, las flores dispuestas en numerosas filas verticales, con simetría radial. Secundas, con todas las flores en un solo lado del eje central.

20. Forma de las brácteas florales: 0) ovadas, 1) estrechamente triangulares, 2) lanceoladas, 3) estrechamente elípticas, 4) lineares, 5) oblongas, 6) triangulares

La forma de las brácteas florales se definió según las formas y proporciones de Radford (1974).

21. Separación de las flores entre sí: 0) apretadas: los entrenudos no son visibles, 1) subdensas: algunos entrenudos visibles, 2) laxas: entrenudos completamente visibles

Los nudos del raquis de la inflorescencia pueden ser completamente visibles, como en *P. palmeri*. O presentarse algunos visibles como en *P. vallisletana*. Mientras que en *P. cylindrostachya* los nudos del raquis pueden estar muy juntos, siendo la inflorescencia apretada.

22. Simetría floral: 0) actinomorfa, 1) zigomorfa

Se ha señalado como una característica peculiar de *Pitcairnia*, la presencia de corolas zigomorfas (Pereira-Saraiva *et al.* 2015).

23. Flores: 0) flores sésiles, 1) flores pediceladas

Flores sésiles, sin pedicelo o aparentemente asentadas cerca del cuerpo que lo sostiene. Flores pediceladas, con el pedicelo mayor a 2 mm de largo.

24. Color de los pétalos: 0) rosados, 1) rojos-anaranjados, 2) amarillos, 3) blancos, 4) verdes claros a verdes amarillentos

El color de los pétalos se basó en ejemplares colectados, así como de fotografías.

25. Forma de los pétalos: 0) oblongos, 1) oblongo-espátulados, 2) obovados-espátulados, 3) elípticos a estrechamente elípticos, 4) lanceolados

La forma de los pétalos se definió según las formas y proporciones de Radford (1974) y fue tomada de los pétalos extendidos en una tarjeta. Se distinguieron las siguientes formas: Oblonga, más largo que ancho, de forma más o menos rectangular. Oblongo-espátulados, más largo que ancho, en forma de espátula. Obovados-espátulados, con el ápice más amplio que la base, en forma de espátula. Elípticos a estrechamente elípticos, en forma de elipse, redondeado o curvado y más ancho en la parte central del pétalo. Lanceolado, de base más o menos amplia, redondeada y atenuada hacia el ápice.

26. Tamaño de los pétalos: 0) menores de 2.5 cm, 1) de 3-6 cm y 2) mayores a 6.5 cm de largo

27. Presencia de los apéndices basales en los pétalos: 0) ausencia, 1) presencia

7.9. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS

7.9.1. ESTIMACIONES FILOGENÉTICAS

Para estimar las relaciones filogenéticas entre los taxa se efectuaron varios análisis con el criterio de parsimonia (MP), máxima verosimilitud (Maximum-likelihood, ML) e inferencia bayesiana (BI).

7.9.2. PARSIMONIA

Los análisis de MP se realizaron en el programa TNT v. 1.5 (Goloboff y Catalano, [2016](#)), los “gaps” fueron tratados como datos faltantes. Los caracteres se consideraron como sin orden y se les dio el mismo peso (Parsimonia de Fitch). Inicialmente se realizaron búsquedas heurísticas con 1 000 repeticiones de unión aleatoria de taxones (random addition of taxa) guardando 100 árboles por repetición hasta 10 000 árboles. Después, con los árboles obtenidos se usó el algoritmo de intercambio de ramas (TBR: Tree Bisection and Reconnection). El soporte de los clados se evaluó con un análisis de bootstrap (BSMP) (Felsenstein, [1985](#)) conservando los grupos con un valor de soporte estadístico por arriba del 50 %, aquellas ramas con valores de 51 a 74 % se consideraron con bajo soporte, de 75 a 89 % con soporte medio y de 90 a 100 % con soporte alto. Se obtuvo el valor calculado del índice de consistencia (CI) y el índice de retención (RI), un valor de CI y RI = 1 se considera al conjunto de datos sin homoplasia.

7.9.3. MÁXIMA VEROSIMILITUD

Los análisis de ML se realizaron en el servicio en línea del programa IQTree (Trifinopoulos *et al.*, [2016](#)), los modelos de sustitución de nucleótidos fueron estimados en IQ-Tree bajo el criterio de información de Akaike. Los modelos seleccionados fueron K3Pu+F+I para *ycf1-b* y TIM3e+I para *phyC*. El apoyo de las ramas se calculó empleando bootstrap estándar con 100 réplicas de arranque (BSML). El soporte de rama con valores de bootstrap menores a 50 % se consideraron como no soportados, de 51 a 74 % con bajo soporte, de 75 a 89 % con soporte medio, y de 90 a 100 % con soporte alto (Barfuss *et al.*, 2016).

7.9.4. INFERENCIA BAYESIANA

Finalmente, los análisis de IB se realizaron en Mrs. Bayes v. 3.2.5 (Ronquist y Huelsenbeck, [2003](#)) usando 10^6 generaciones, utilizando las cadenas de Markov (MCMC), con tres cadenas

frías y una caliente, con muestreos cada 10 000 generaciones y descartando el 25 % de los árboles subóptimos en la fase de burn-in. Los árboles restantes se utilizaron para calcular un árbol consenso, sólo se conservaron las ramas con un valor de soporte superior o iguales 0.5 de probabilidad posterior (PP) y aquellas ramas con una PP menor a 0.95 fueron consideradas sin soporte y aquellas iguales o mayores a 0.95 con soporte alto (Ronquist y Huelsenbeck, 2003) Los resultados obtenidos fueron inspeccionados con el programa Tracer v.1.7 (Rambaut *et al.*, 2018). Todos los árboles obtenidos fueron enraizados con *Fosterella micrantha* y posteriormente se editaron en FigTree v. 1.4.2. (Rambaut, 2011).

7.10. TRATAMIENTO TAXONÓMICO

Para elaborar el tratamiento taxonómico, se integró la información obtenida de los ejemplares revisados. Se realizaron las descripciones morfológicas y las claves de identificación dicotómicas para los taxa del complejo PK. Para cada especie se incluyen los siguientes datos: nombre de la especie, datos de la publicación original así como la información del tipo nomenclatural (localidad, fecha, nombre del colector y número de colecta, acrónimo de la o las colecciones donde se encuentra(n) depositado(s). En caso de existir, se citan los sinónimos taxonómicos y nomenclaturales. Las descripciones fueron elaboradas de acuerdo con la lista de caracteres previamente presentada. Asimismo, se adicionan datos y mapas de distribución en México, hábitat, altitud y tipo de vegetación en los cuales crecen los taxa. Todos los ejemplares examinados fueron revisados y corroborados.

8. RESULTADOS

8.1. REVISIÓN DE HERBARIO Y TRABAJO DE CAMPO

Se revisaron en total 1 173 especímenes botánicos correspondientes a 743 registros (números de recolecta) depositados en 41 colecciones institucionales, previamente enlistadas. Así como la revisión detallada de todos los tipos nomenclaturales, fotografías y ejemplares herborizados de los nombres involucrados en el estudio. El herbario MEXU es el que cuenta con el mayor número de ejemplares (221), seguido por el herbario UAMIZ (173); no obstante, ambos albergan el mayor número de especies encontradas (FIGURA 7).

De los ejemplares revisados en el herbario, el registro más antiguo que se tiene es del año 1827 y pertenece al holotipo de *Pitcairnia karwinskyana* recolectado en México “*in calidis Cristo*” por el barón de Karwinsky (M!). Como resultado de un recuento del número de recolecta de especímenes por año, se tiene que entre 1913 y 1928 no hay ningún registro de colecta del complejo PK; sin embargo, entre 1986 y 1989 se tiene el mayor número de ejemplares recolectados (40). Finalmente entre 2015 y 2018 se tienen 11 especímenes recolectados (FIGURA 8).

En cuanto al trabajo de campo, se recolectaron 51 especímenes correspondientes a 12 especies entre el 2012 y 2019. Se visitaron las localidades de los topotipos en los siguientes estados del país: Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos y Nayarit. Sin embargo, pese a la búsqueda exhaustiva de algunas especies, no fue posible su localización, como es el caso de *Pitcairnia compostelae* y *P. micropoda*. Cabe señalar que ésta última, es una especie que sólo se conoce del ejemplar tipo y pese a su búsqueda, tanto en herbario como en campo, no ha sido posible encontrarla, por lo que ante la falta de material adecuado, fue excluida de los análisis.

Esta revisión permitió detectar errores de identificación, así como aclarar problemas nomenclaturales y de delimitación taxonómica de las especies en cuestión; así como el reconocimiento de tres taxones no descritos para la ciencia y un cambio del estatus taxonómico de una variedad a especie. Se incluye un cuadro comparativo con las identificaciones previamente propuestas y las reportadas en este estudio (TABLA 2).

Como resultado e integración de múltiples fuentes de evidencia, en este trabajo reconocemos 19 especies del complejo PK: *P. colimensis*, *P. compostelae*, *P. cylindrostachya*, *P. foliacea*, *P. jaliscana*, *P. karwinskyana*, *P. micheliana*, *P. monticola*, *P. palmeri*, *P. pteropoda*, *P.*

ringens, *P. robert-downskii*, *P. roseana*, *P. sordida*, *P. vallisoletana* y tres especies nuevas para la ciencia (TABLAS 2 y 3).

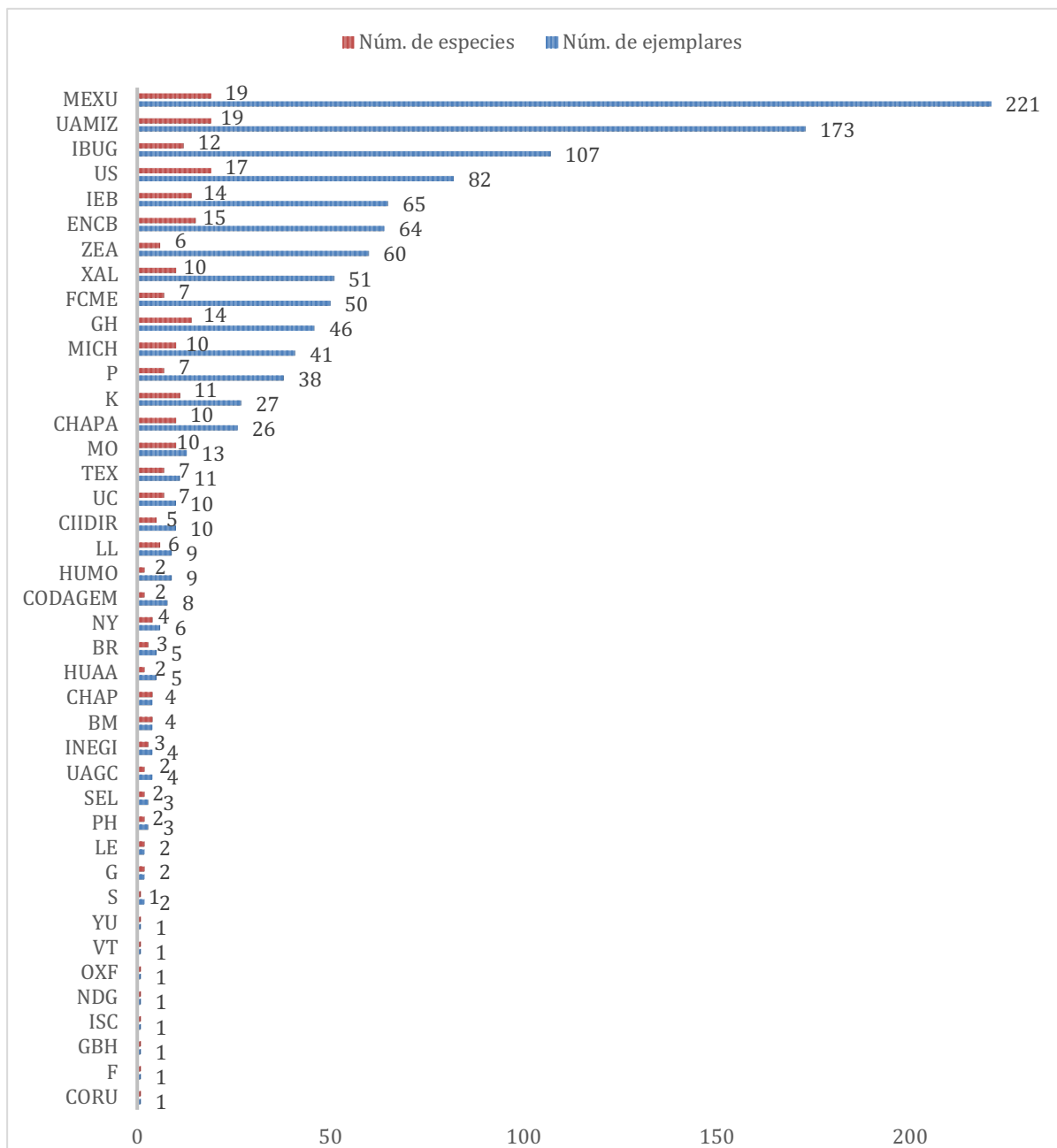


FIGURA 7. Número de ejemplares revisados (en azul) y el número de especies (en rojo) encontrados en las 41 colecciones institucionales revisadas en este estudio.

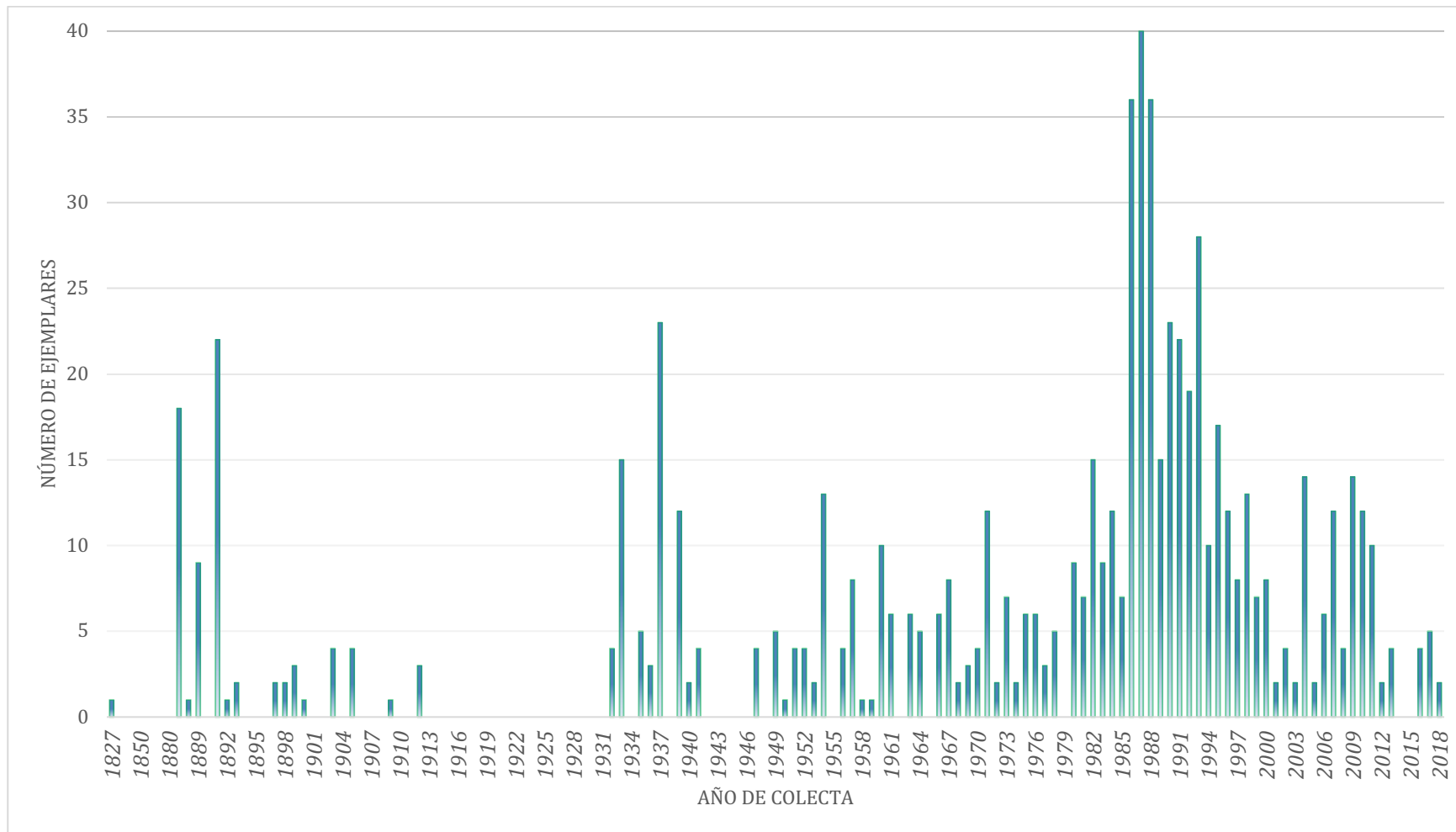


FIGURA 8. Número de ejemplares recolectados (sin duplicados) por año de colecta. En 1827 se tiene el primer registro de colecta de *Pitcairnia* en México. Entre 1986 y 1994 se tiene el mayor número de ejemplares colectados pertenecientes al complejo *Pitcairnia karwinskyana*. En años recientes (2015-2018) se tiene un número de recolecta por debajo de los 5.

TABLA 2. Comparación histórica del complejo *Pitcairnia karwinskyana* y este estudio. = sinónimo taxonómico, ♣ nuevo registro.

L.B. Smith y Downs (1974) Flora Neotrópica	McVaugh (1989) Flora Novo-Galiciana	En este estudio
<i>Pitcairnia colimensis</i> L.B. Sm.	<i>Pitcairnia colimensis</i> L.B. Sm.	<i>Pitcairnia colimensis</i> L.B. Sm.
<i>Pitcairnia cylindrostachya</i> L.B. Sm.	<i>Pitcairnia cylindrostachya</i> L.B. Sm.	<i>Pitcairnia cylindrostachya</i> L.B. Sm.
<i>Pitcairnia flexuosa</i> L.B. Sm.	-	<i>Pitcairnia flexuosa</i> L.B. Sm.
<i>Pitcairnia foliacea</i> L.B. Sm.	<i>Pitcairnia foliacea</i> L.B. Sm.	<i>Pitcairnia foliacea</i> L.B. Sm.
<i>Pitcairnia karwinskyana</i> Schult. & Schult. f. = <i>Pitcairnia jaliscana</i> S. Watson	<i>Pitcairnia karwinskyana</i> Schult. f. <i>sensu lato</i>	<i>Pitcairnia jaliscana</i> S. Watson
		<i>Pitcairnia karwinskyana</i> Schult. & Schult. f.
<i>Pitcairnia pteropoda</i> L.B. Sm. = <i>Pitcairnia</i> <i>militaris</i> L.B. Sm.		<i>Pitcairnia spec. 2.</i> ♣
<i>Pitcairnia micropoda</i> L.B. Sm.		<i>Pitcairnia pteropoda</i> L.B. Sm.
<i>Pitcairnia micropoda</i> L.B. Sm.	<i>Pitcairnia micropoda</i> L.B. Sm.	-
<i>Pitcairnia micheliana</i> André	<i>Pitcairnia micheliana</i> André	<i>Pitcairnia micheliana</i> André
<i>Pitcairnia monticola</i> Brandege	-	<i>Pitcairnia monticola</i> Brandege
<i>Pitcairnia palmeri</i> var. <i>palmeri</i>	<i>Pitcairnia palmeri</i> S. Watson = <i>Pitcairnia</i> <i>palmeri</i> var. <i>longebracteata</i> L.B. Sm.	<i>Pitcairnia palmeri</i> S. Watson
<i>Pitcairnia palmeri</i> var. <i>longebracteata</i> L.B. Sm.		<i>Pitcairnia spec. 1</i> ♣
		<i>Pitcairnia robert-downsii</i> Gonz.-Rocha, Espejo, López-Ferr. & Cast.-Riv.
	<i>Pitcairnia compostelae</i> McVaugh	<i>Pitcairnia compostelae</i> McVaugh
<i>Pitcairnia sordida</i> L.B. Sm.	-	<i>Pitcairnia sordida</i> L.B. Sm. = <i>Pitcairnia</i> <i>militaris</i> L.B. Sm.
<i>Pitcairnia ringens</i> Link, Klotzsch & Otto	<i>Pitcairnia ringens</i> Link, Klotzsch & Otto	<i>Pitcairnia ringens</i> Klotzsch
<i>Pitcairnia roseana</i> L.B. Sm.	<i>Pitcairnia roseana</i> L.B. Sm.	<i>Pitcairnia roseana</i> L.B. Sm.
-	-	<i>Pitcairnia vallisletana</i> Lex.
-	-	<i>Pitcairnia spec. 3</i> ♣

TABLA 3. Listado de las especies pertenecientes al complejo *Pitcairnia karwinskyana*, incluyendo datos de tipo de vegetación *sensu* Rzedowski (1978), distribución estatal y provincia biogeográfica *sensu* Morrone *et al.* (2017). BC (incluyendo bosque de pino-encino), BEsp (bosque espinoso), BQ (bosque de *Quercus*), BTC (bosque tropical caducifolio), BTSC (bosque tropical subcaducifolio), BTSP (bosque tropical subperennifolio), BMM (bosque mesófilo de montaña), MX (matorral xerófilo). Provincia biogeográfica: Tierras bajas del Pacífico (TPac), Cuenca del Balsas (CBal), Desierto Chihuahuense (DCh), Faja Volcánica Transmexicana (FVTmx), Sierra Madre del Sur (SMS), Sierra Madre Occidental (SMOcc), Sierra Madre Oriental (SMOr)

ESPECIE	TIPO DE VEGETACIÓN	DISTRIBUCIÓN	PROV. BIOGEOGRÁFICA
<i>Pitcairnia colimensis</i> L.B. Sm.	BTC, BTSC	COL, JAL, MICH	TPAC
<i>Pitcairnia compostelae</i> McVaugh	BQ, BC	JAL, NAY	FVTmx, SMOcc, SMS
<i>Pitcairnia cylindrostachya</i> L.B. Sm.	BC, BQ, BTC	JAL, NAY	FVTmx, SMS
<i>Pitcairnia flexuosa</i> L.B. Sm.	BTC	EDO. MEX, MICH	CBAL, FVTmx
<i>Pitcairnia foliacea</i> L.B. Sm.	BMM, BC	GRO, JAL, MICH	SMS
<i>Pitcairnia jaliscana</i> S. Watson	BC, BQ, BTC, MX, relictos de BMM	AGS, GTO, JAL, ZAC	FVTmx, SMOcc, SMS, DCh
<i>Pitcairnia karwinskyana</i> Schult. & Schult. f.	BQ, BC, MX, BTC, BTSP	EDO. MÉX, MOR, GRO	FVTmx, CBAL, SMS
<i>Pitcairnia micheliana</i> André	BQ, BC, BTC, BQ-BTC	COL, JAL, MICH	FVTmx, TPAC, CBAL, SMS
<i>Pitcairnia sordida</i> L.B. Sm.	BQ, BTC	GRO	SMS, CBAL
<i>Pitcairnia monticola</i> Brandegees	BTC-BC, BTC-BQ, BEsp	SIN, NAY	SMOcc, TPAC
<i>Pitcairnia palmeri</i> S. Watson	BC, BQ, BMM, BTC, MX	CHIH, DGO, JAL, NAY, SIN, ZAC	SMOcc, TPAC, FVTmx
<i>Pitcairnia pteropoda</i> L.B. Sm.	MX, BQ-BTC, BC	GRO, MICH	FVTmx, CBAL, SMS
<i>Pitcairnia ringens</i> Klotzsch	BMM, BC, BQ	HGO, OAX, PUE, QRO, GTO, SLP, TAM, VER	SMOR, SMS
<i>Pitcairnia robert-downsii</i> Gonz.-Rocha, Espejo, López-Ferr. & Cast.-Riv.	BC	DGO, SIN	SMOcc, TPAC
<i>Pitcairnia roseana</i> L.B. Sm.	BQ, BTC-BQ	DGO, JAL, NAY	SMOcc, TPAC
<i>Pitcairnia vallisoletana</i> Lex.	BQ, BC, BMM, BTC	MICH	FVTmx
<i>Pitcairnia spec. 1</i>	BC, BQ, BMM, BTC	MOR	FVTmx
<i>Pitcairnia spec. 2</i>	BC	JAL	FVTmx, DCh, SMS
<i>Pitcairnia spec. 3</i>	BTC, BQ	GRO, MOR, PUE	FVTmx, CBAL, SMS

La representación de los ejemplares (pliegos) y los números de colecta (registros diferentes) por especie, son heterógeneos en las colecciones. Cinco especies (26 %) cuentan con más de 40 registros: *Pitcairnia ringens* cuenta con 218 especímenes que corresponden a 151 números de recolecta; mientras que 14 especies (74%) tienen menos de 30 registros. *Pitcairnia cylindrostachya*, *P. monticola*, *P. flexuosa*, *P. robert-downsii*, *P. roseana* y *P. spec. 2* cuentan con menos de 14 registros (FIGURA 9).

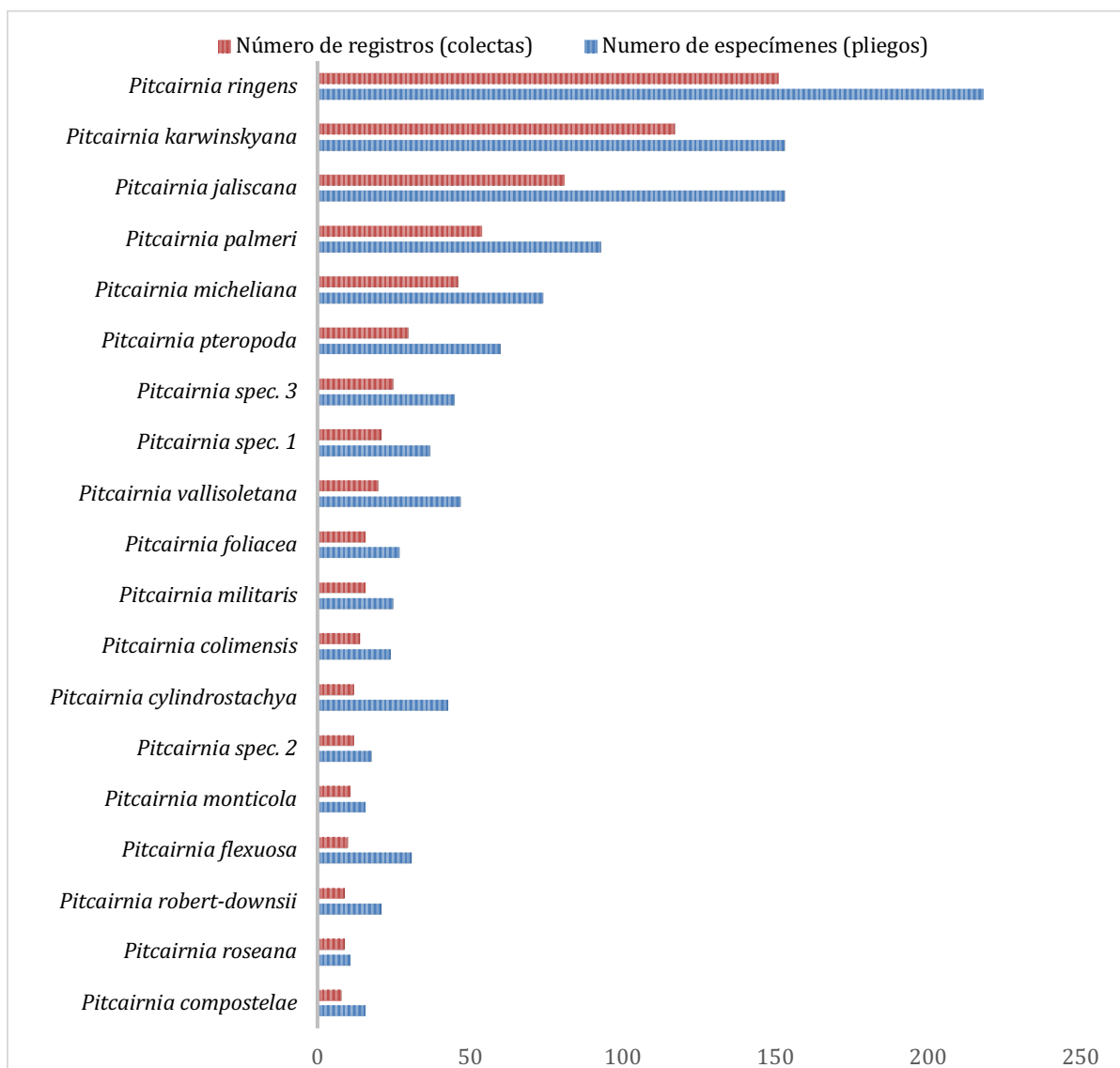


FIGURA 9. Número de especímenes (o pliegos) revisados por especie, con su respectivo número de registro (número de colectas, sin duplicados).

8.2. DISTRIBUCIÓN

De los 743 registros diferentes que se tienen, solo 25 % (188) contaban con coordenadas geográficas, cerca de 63 % (465) de los registros se georeferenciaron con ayuda de Google Earth Pro o con los mapas de INEGI (2021) y el resto 12 % (90) fueron localidades inexactas que no se georeferenciaron. Como resultado se obtuvieron diferentes mapas de distribución de las especies, así como mapas de distribución por provincias biogeográficas, de acuerdo con la regionalización propuesta por Morrone *et al.* (2017).

De las 32 entidades federativas que conforman México, solo 20 (62.5%) cuentan con registros de las especies del complejo PK depositados en alguna colección institucional nacional o extranjera. El estado de Jalisco cuenta con nueve especies (*P. colimensis*, *P. compostelae*, *P. cylindrostachya*, *P. foliacea*, *P. jaliscana*, *P. micheliana*, *P. palmeri*, *P. roseana* y *P. spec.* 2), seguido de Michoacán y Guerrero con cinco cada una. Diez estados cuentan con solo una especie (FIGURA 10).

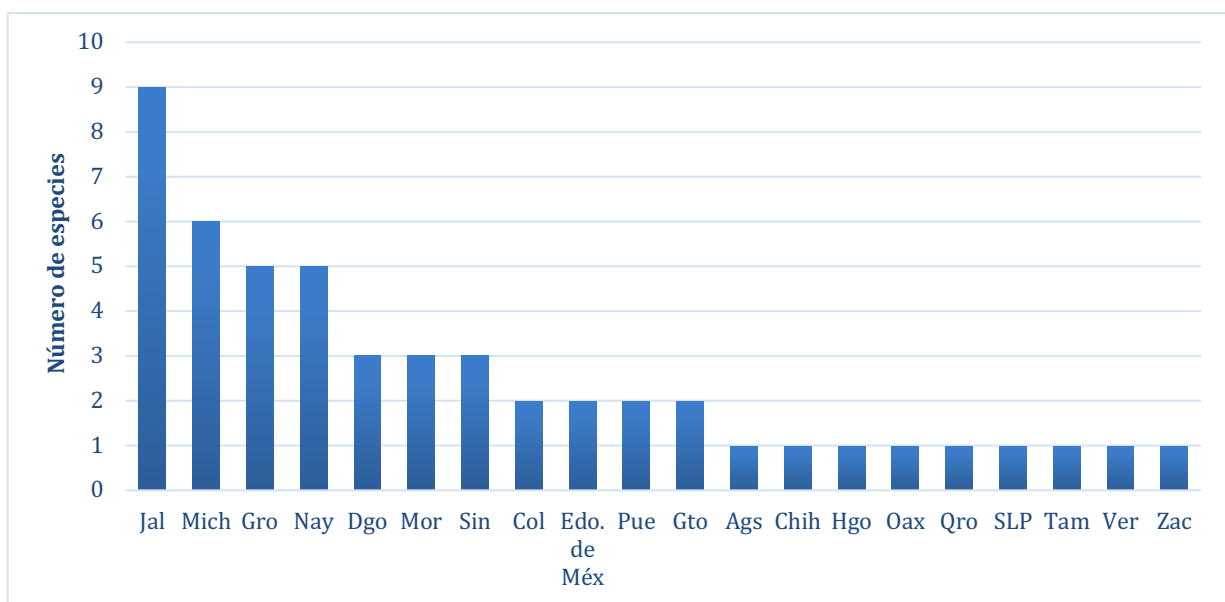


FIGURA 10. Número de especies del complejo *Pitcairnia karwinskyana* por entidad federativa. El estado de Jalisco cuenta con el mayor número de especies (Ver TABLA 3).

Las especies que tienen una amplia distribución son *Pitcairnia ringens*, que se conoce de siete estados del país, seguida de *Pitcairnia palmeri* que se distribuye en seis estados (TABLA 3); mientras que las especies con una distribución restringida son: *Pitcairnia vallisoletana* y *P. spec. 1*, especies que se conocen: una de Michoacán y la otra de los estados de México y Morelos respectivamente.

En cuanto al número de especies por provincia biogeográfica, la Faja Volcánica Transmexicana cuenta con 12 especies, seguido de la Sierra Madre del Sur con 10 (FIGURA 11). *Pitcairnia colimensis* sólo se reporta de las Tierras bajas del Pacífico, *P. vallisoletana* y *P. spec. 1* son endémicas de la Faja Volcánica Transmexicana y *P. foliacea* de la Sierra Madre del Sur. Por otro lado, *Pitcairnia jaliscana* y *P. micheliana* se encuentran representadas en cuatro provincias.

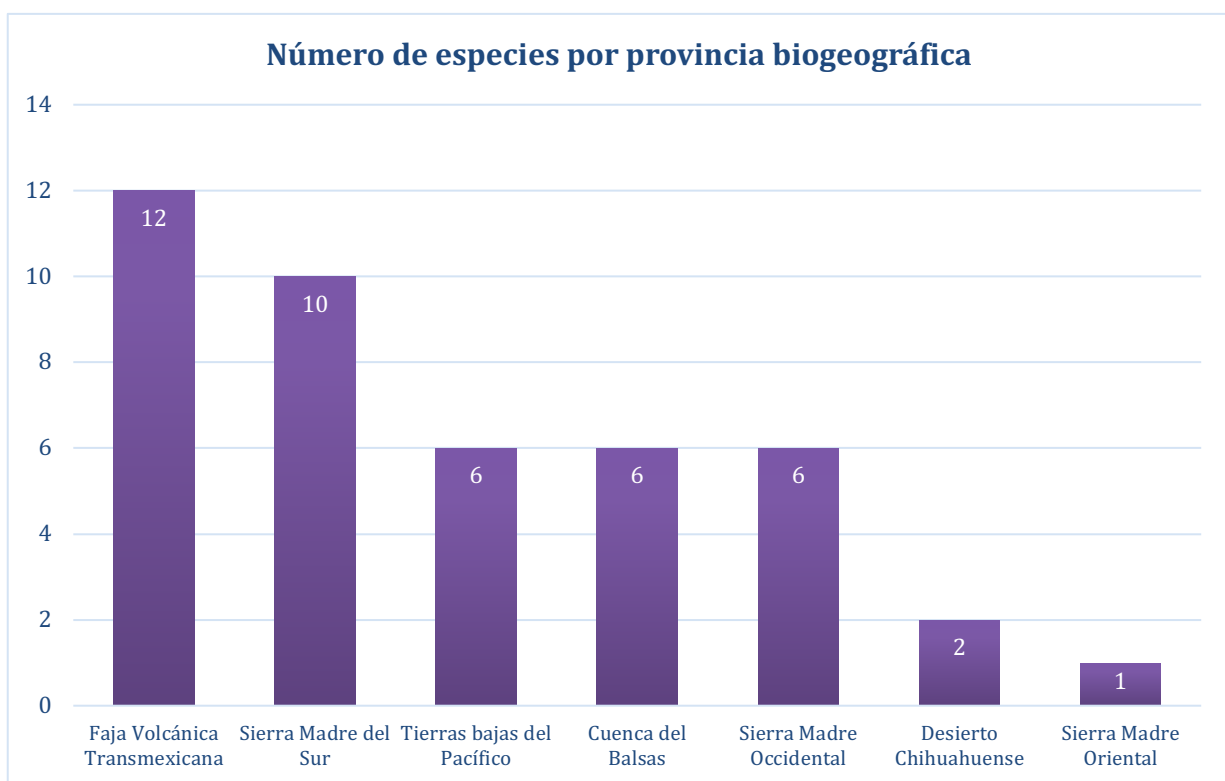


FIGURA 11. Número de especies por provincia biogeográfica. La Faja Volcánica Transmexicana cuenta con el mayor número de especies (Ver TABLA 3).

8.3. ALTITUD

En la FIGURA 12, podemos observar diferencias entre los intervalos altitudinales en los que crecen las especies, dichos intervalos van de 200 a 2 800 m snm. De las 19 especies reconocidas, cuatro crecen por arriba de 1 700 m: *Pitcairnia robert-downsii*, *P. vallisoleta*, *P. spec. 1* y *P. spec. 2*. Las especies que presentan los intervalos altitudinales más amplios son *P. karwinskyana*, *P. monticola*, *P. palmeri*, *P. ringens* y *P. jaliscana*.

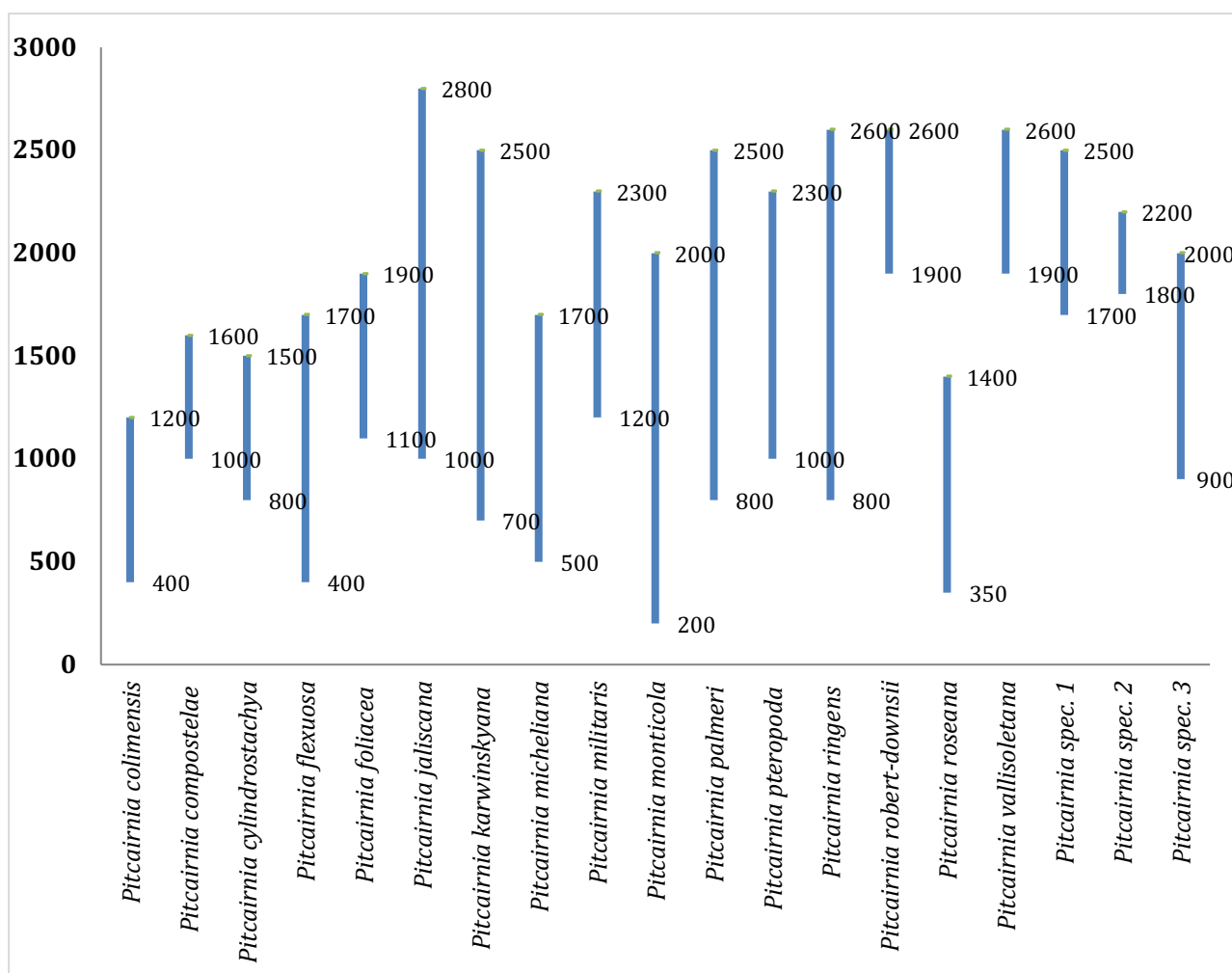


FIGURA 12. Intervalos altitudinales en los cuales crecen las especies pertenecientes al complejo PK.

8.4. FENOLOGÍA

En cuanto a la época de floración de los taxa estudiados, existen especies que florecen durante la estación seca e inicios de primavera como *Pitcairnia ringens*, *P. sordida*, *P. vallisoletana* y *P. spec. 1*. Otras más bien lo hacen a inicios de la época de lluvias como *P. karwinskyana*, *P. palmeri*, *P. robert-downsii* y *P. spec. 2*. La floración de *Pitcairnia compostelae*, *P. pteropoda*, *P. foliacea*, *P. colimensis* y *P. jaliscana* coincide con la temporada más fresca y con mayor precipitación en el país. En época otoñal y seca, florecen *Pitcairnia roseana*, *P. micheliana*, *P. cylindrostachya* y *P. spec. 3* (TABLA 4).

TABLA 4. Fenología de las especies del complejo *Pitcairnia karwinskyana*. Se representa en morado, los meses que se han registrado los especímenes en floración y en azul en fructificación.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE
<i>P. ringens</i>													
<i>P. sordida</i>													
<i>P. spec. 1</i>													
<i>P. vallisoletana</i>													
<i>P. flexuosa</i>													
<i>P. karwinskyana</i>													
<i>P. palmeri</i>													
<i>P. spec. 2</i>													
<i>P. robert-downsii</i>													
<i>P. compostelae</i>													
<i>P. pteropoda</i>													
<i>P. foliacea</i>													
<i>P. colimensis</i>													
<i>P. jaliscana</i>													
<i>P. roseana</i>													
<i>P. monticola</i>													
<i>P. micheliana</i>													
<i>P. spec. 3</i>													
<i>P. cylindrostachya</i>													

8.5. ANÁLISIS MULTIVARIADO

8.5.1. DATOS GENERALES

Se obtuvieron datos de 337 individuos (UE), cifra que representa 44 % del total de registros, 13 UE corresponden al grupo externo: *Fosterella micrantha* (2), *Pitcairnia amblyosperma* (5), *P. anarosae* (2) y *P. heterophylla* (4).

8.5.2. ANÁLISIS EXPLORATORIO

Con el propósito de detectar errores, valores atípicos y obtener un resumen de la MBD y de las variables estudiadas, se hizo un análisis exploratorio. La MBD está compuesta por 337 individuos (UE) colocados en las filas, mientras que las variables empleadas en un inicio, fueron 75 y se encuentran en las columnas. En la FIGURA 13 se observa la estructura de la matriz, en las filas del lado izquierdo se muestra el número de individuos (UE), en la parte

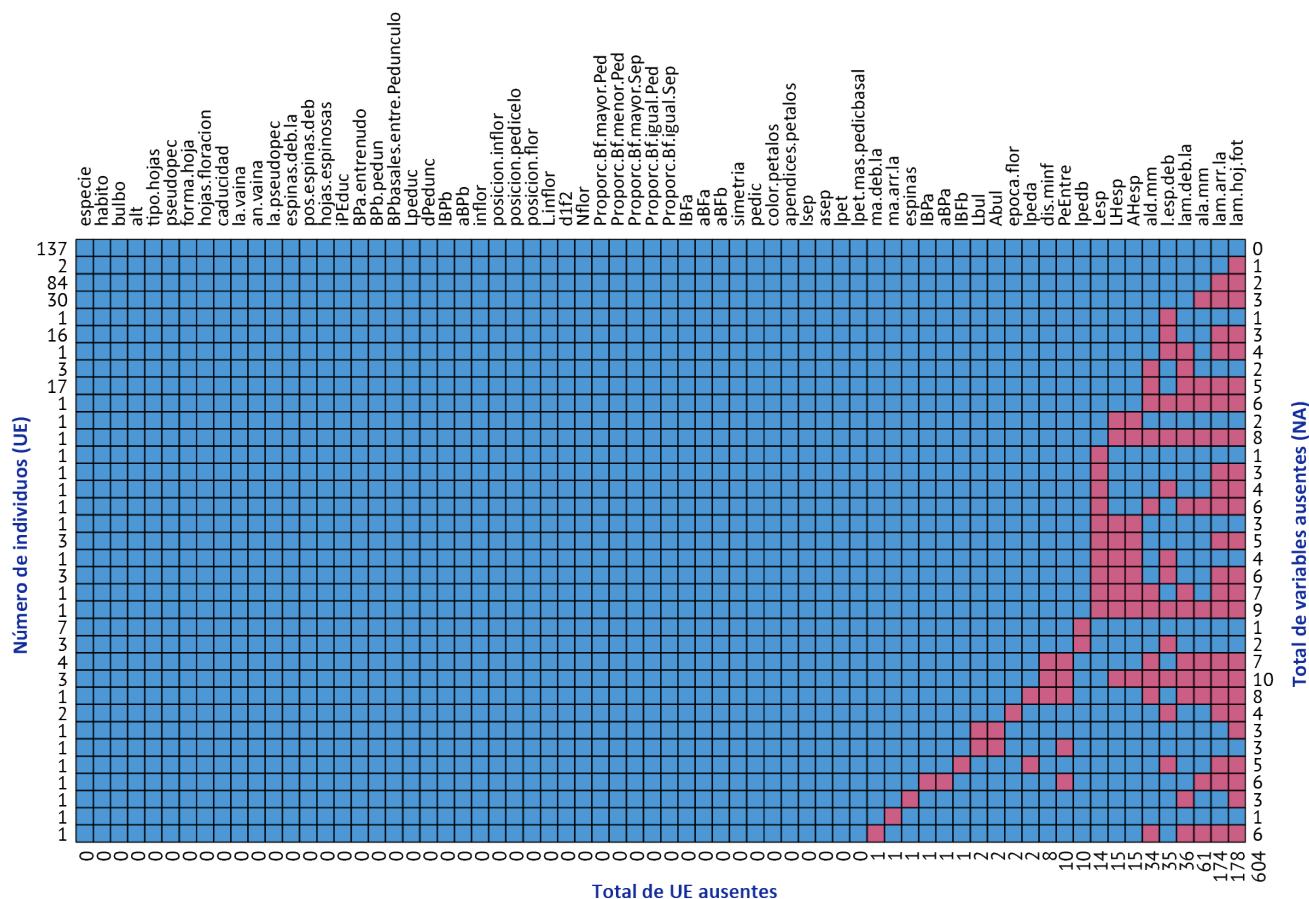


FIGURA 13. Estructura de la Matriz básica de datos (MBD), en las filas se muestra el número de individuos (UE) y en las columnas las 75 variables utilizadas. Las celdas azules muestran el número de individuos con datos completos, mientras que las celdas rosas muestran el número de individuos y cuáles variables tienen datos ausentes (NA).

superior se muestran las variables codificadas con su respectivo nombre corto (Ver [ANEXO II](#)), en la parte derecha se señala el total de las variables ausentes y en la parte inferior el total de los individuos ausentes. Por ejemplo de los 337 UE, 137 (41 %) tienen datos completos (en celdas color azul, fila uno), mientras que el resto, con datos incompletos (NA) tienen entre una y hasta 10 variables ausentes (celdas color rosa). Dicha visualización de la matriz, permite detectar las variables que cuentan con datos ausentes y el número de individuos que cuentan o no con los datos de esa variable.

8.5.3. ANÁLISIS FACTORIALES DE DATOS MIXTOS (FAMD)

A. ANÁLISIS CON LAS VARIABLES FLORALES

Inicialmente se realizó un FAMD con 112 UE, 11 variables florales y 4 variables cualitativas asociadas a las flores: presencia de apéndices en la base de los pétalos (APEN), la presencia del pedicelo (PEDIC), el color de los pétalos (COL_PET) y la simetría floral (SIM). Se obtuvo que las dos primeras dimensiones representan el 52.9 % de la inercia total de este conjunto de datos (FIGURA 14). En la FIGURA 15, las variables más cercanas a 1 son las mejor representadas en el plano factorial, para el primer eje son: el largo del pétalo (0.91), el largo del estilo (0.83) y el largo de los filamentos (0.79) son las variables mejor representadas. Mientras que para el segundo eje, son la presencia de apéndices en la base de los pétalos (0.86) y el color de los pétalos (0.81).

Con respecto a la correlación que existe entre las variables cuantitativas florales, el círculo de correlaciones obtenido (FIGURA 16), señala que el largo de los pétalos (LPET) está muy correlacionado con el largo del estilo (LEST), así como del largo de los filamentos (LF). Mientras que el largo de las brácteas florales (LBF) no tiene ninguna relación con el ancho del ovario (AOV).

El análisis de agrupamiento, señala tres agrupamientos (FIGURA 17). El primer grupo formado por los individuos de *Fosterella micrantha* y de *Pitcairnia anarosae*, se caracteriza por tener las flores mucho más pequeñas que el resto, así como flores actinomorfas. Mientras que el segundo grupo, formado por *Pitcairnia amblyosperma*, *P. chiapensis* y *P. heterophylla*, tienen altos valores del ancho del ovario (AOV) y bajos valores de LBF, APET, LEST, ABF, LSEP y presentan apéndices en la base de los pétalos. Finalmente el tercer grupo, está formado por todos los individuos pertenecientes al complejo PK, y se caracteriza por tener las

flores más grandes que las demás, los pétalos rojos y rosados, sin apéndices en su base y las flores son zigomorfas.

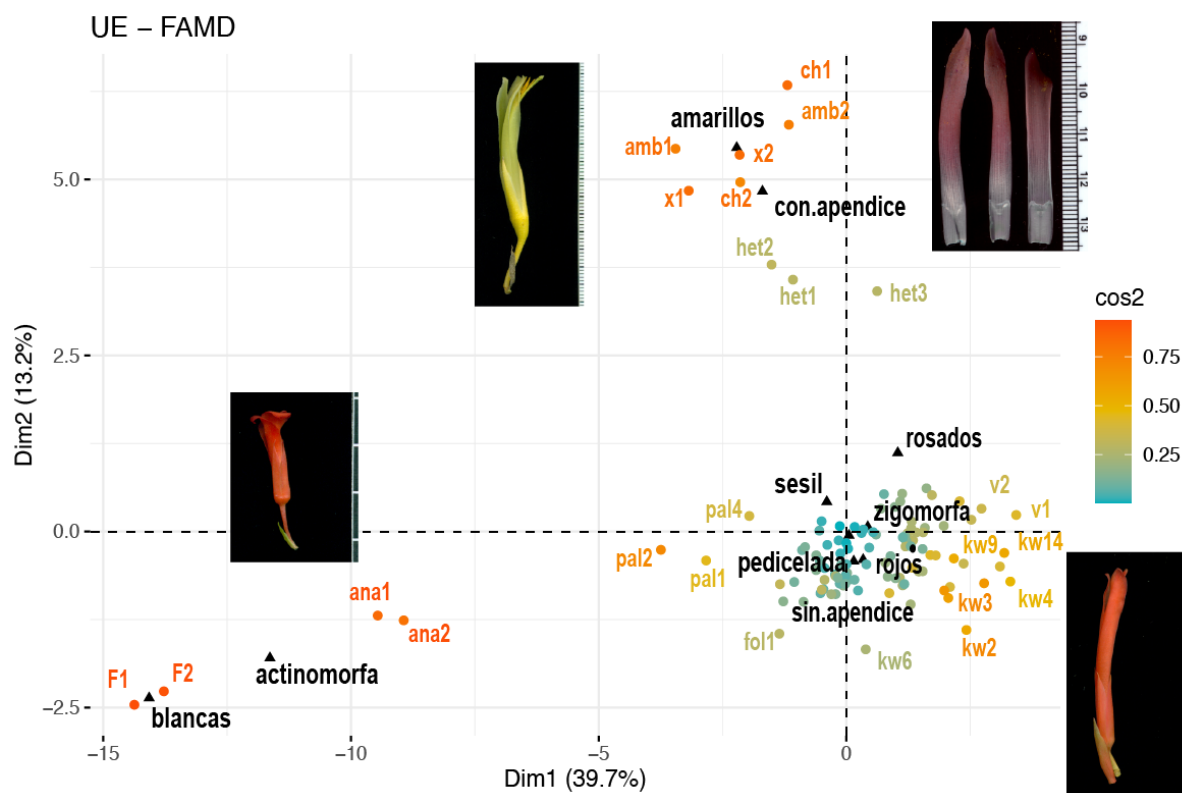


FIGURA 14. Visualización del FAMD aplicado a las flores de 112 UE. Se grafican los espacios de los factores de las dimensiones 1 y 2. Se muestra el mapa factorial de los individuos (UE) y variables cualitativas. Las UE más cercanas a $\cos^2$ igual a 1, reflejan una mayor contribución en la construcción del plano.

FIGURA 15. Mapa factorial de las variables cualitativas (en rojo) y cuantitativas (en negro). Las más cercanas a 1, reflejan la mayor contribución para la construcción del plano.

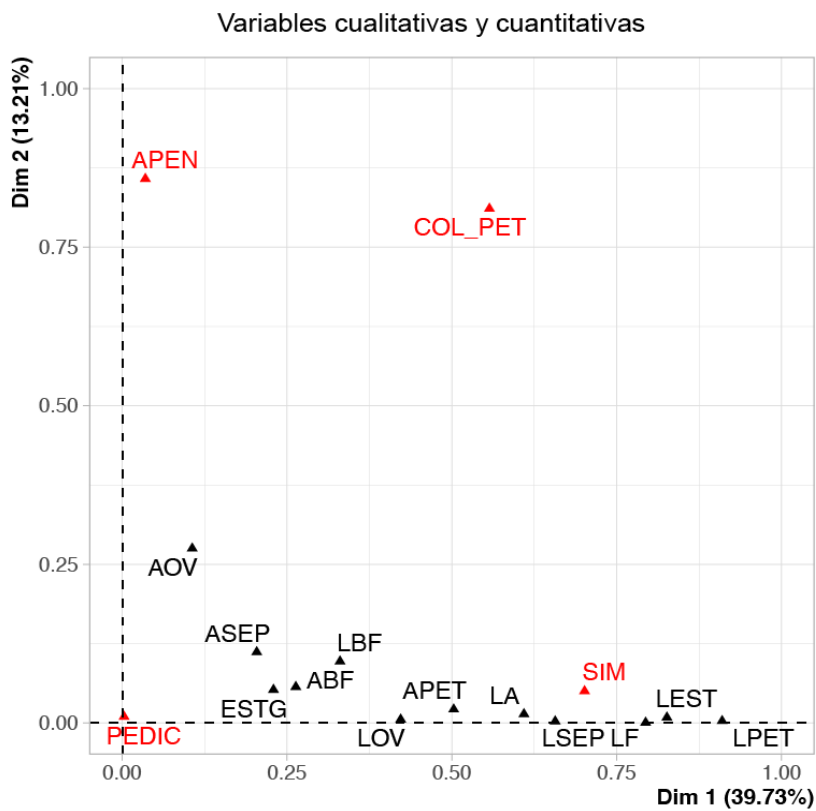
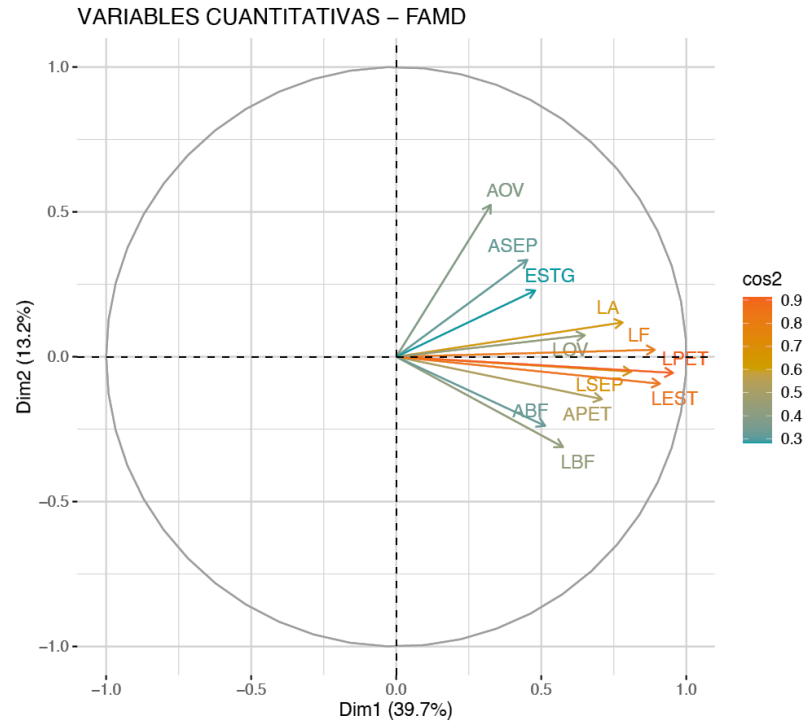


FIGURA 16. Círculo de correlación entre las variables cuantitativas de las flores. Entre más cercano estén las rectas del círculo ($\cos^2 = 1$), la variable está mejor representada en los componentes graficados.

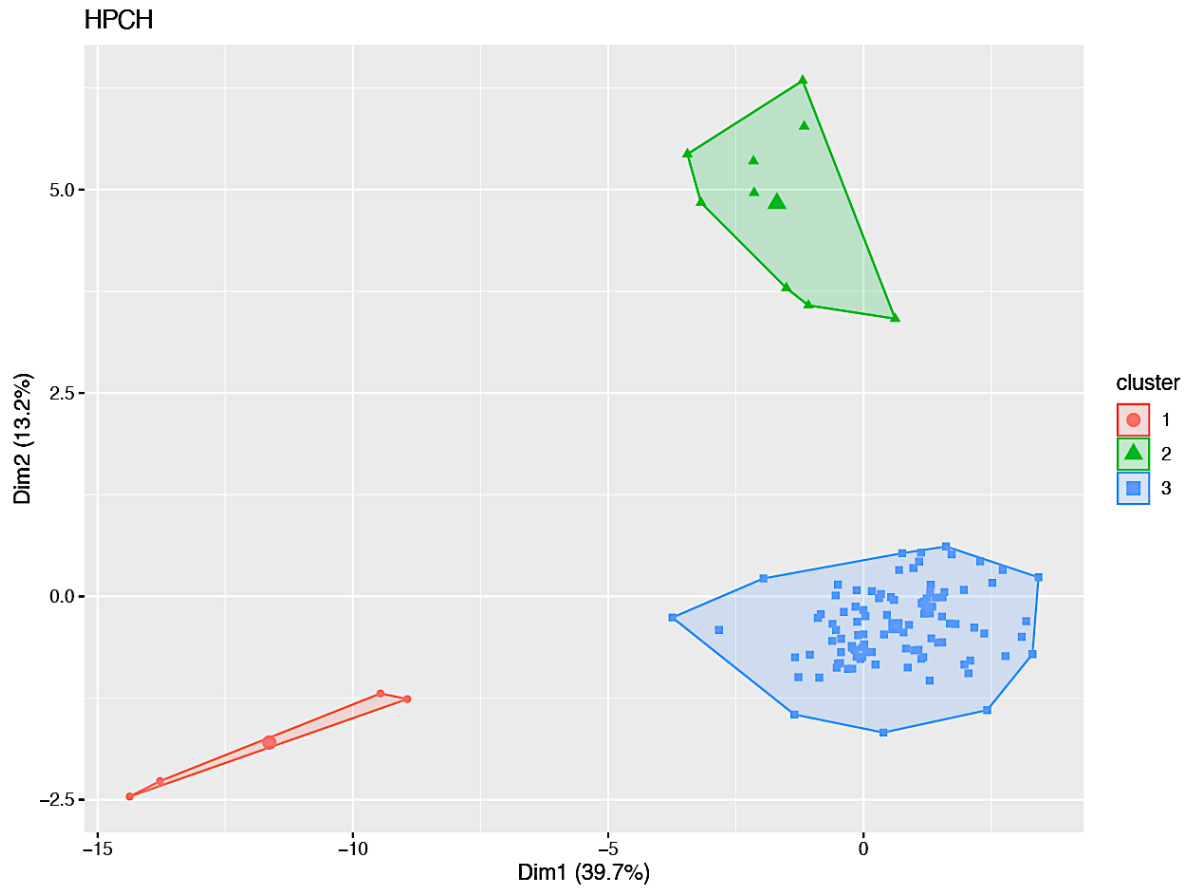


FIGURA 17. Análisis de agrupamiento jerárquico. Se obtuvieron tres grupos, el 1) formado por las UE pertenecientes a *Fosterella micrantha* y *Pitcairnia anarosa*. Mientras que el 2) está formado por *P. amblyosperma*, *P. chiapensis* y *P. heterophylla*. Finalmente el 3) formado por las UE del complejo PK.

B. ANÁLISIS CON TODOS LOS DATOS GENERADOS Y TODAS LAS VARIABLES

Posteriormente se realizó otro FAMD con 337 UE y 75 variables (ANEXO II), 11 de ellas como suplementarias (variables cuantitativas florales): 22 cualitativas y 53 cuantitativas. Las dos primeras dimensiones representan 22.2 % de la inercia total del conjunto de datos, esto significa que 22.2 % de la variabilidad total de la nube de los individuos (o variables) se explica por el plano principal (FIGURA 18). Las gráficas generales obtenidas representan a los individuos y a las variables en un espacio bidimensional definido por los dos primeros factores (FIGURA 18A) y al graficar el primer y tercer factor (FIGURA 18B), se observa una separación entre aquellas UE (13) pertenecientes al grupo externo y aquellas del grupo interno (324). En la FIGURA 18C, se observa el mapa factorial de los individuos y algunas variables cualitativas, los más cercanos a $\cos^2$ igual a 1, reflejan una mayor contribución en la construcción del plano, es decir los individuos de *Fosterella micrantha* (0.806), *Pitcairnia amblyosperma* (0.308) y *P. anarosae* (0.095) se separan claramente del resto de los demás. Sin embargo las UE de *P. heterophylla* (0.009) se encuentran mezclados con el grupo interno.

Por otro lado, el círculo de correlaciones de las variables cuantitativas refleja la importancia de dichas variables de acuerdo con su contribución y al $\cos^2$ obtenido de los factores (FIGURA 19). Las variables más importantes son: el número de flores por inflorescencia (0.46), el ancho de las hojas (0.46), el largo del bulbo y/o de la roseta (0.41) y el largo del pseudopeciolo (0.35).

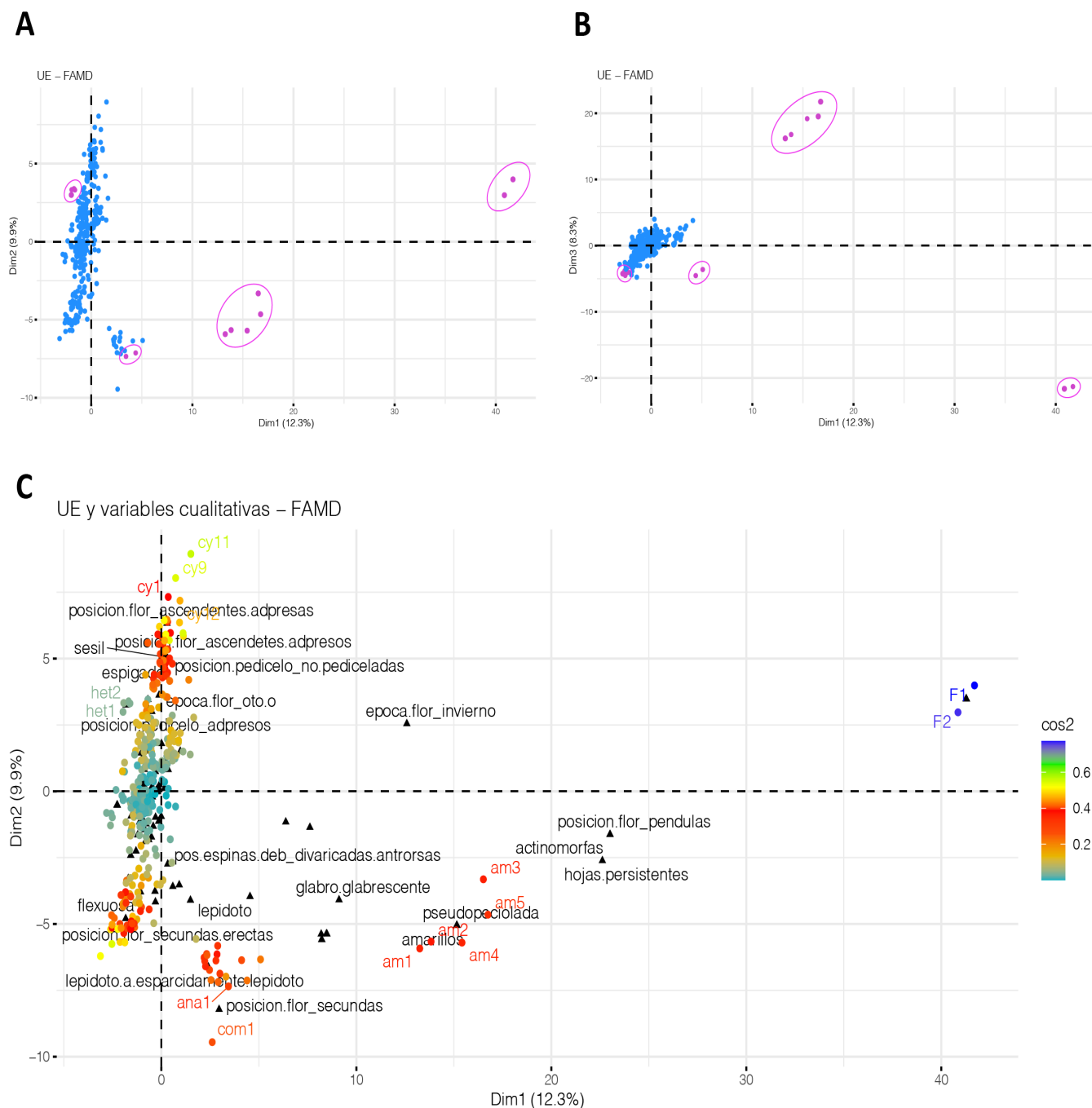


FIGURA 18. Visualización del FAMD aplicado a la MBD del complejo PK. Se grafican los espacios de los factores de A) las dimensiones 1 y 2 y B) de las dimensiones 2 y 3. (Los puntos azules reflejan a los individuos pertenecientes al grupo interno, en rosa los individuos pertenecientes al grupo externo. C) Mapa factorial de los individuos y algunas variables cualitativas, los más cercanos a $\cos^2$ igual a 1, reflejan una mayor contribución en la construcción del plano.

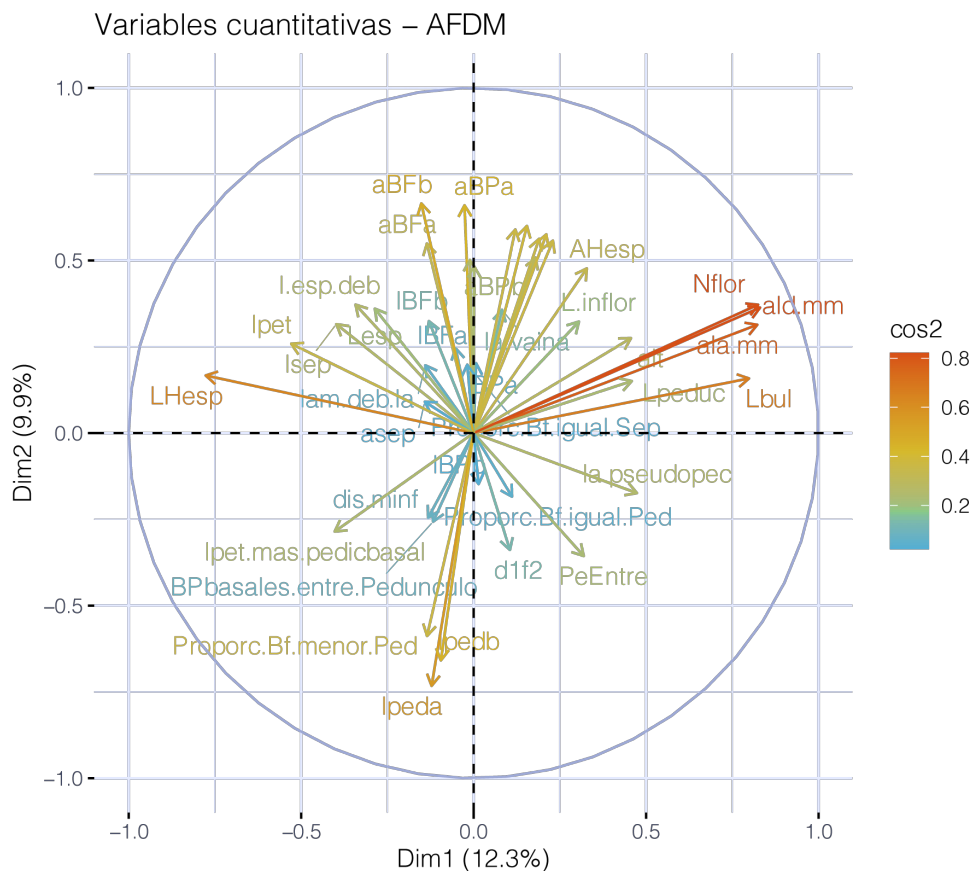


FIGURA 19. Círculo de correlación aplicado a la MBD del complejo PK. Los códigos corresponden a los caracteres del ANEXO II. Las variables próximas están muy correlacionadas entre sí, por ejemplo ald.mm (ancho de la lámina foliar por debajo de la línea de absición) y ala.mm (ancho de la lámina foliar por arriba de la línea de absición). Asimismo, ambas variables están cercanas a la periferia del círculo lo que indican que la suma de sus correlaciones con sus componentes principales ($\cos^2$) son muy cercanas a 1, lo que indica que sus componentes principales explican una alta proporción de las variables al análisis.

C. ANÁLISIS CON LOS DATOS DEL GRUPO INTERNO (SOLO LAS UE DEL COMPLEJO PK)

Posteriormente, se hizo otro FAMD sólo con las UE del grupo interno (322) y 56 variables: 16 cualitativas y 40 cuantitativas, para averiguar qué variables son importantes en la separación de las especies dentro del complejo PK (FIGURA 20). El primer componente, derivado del FAMD, explica 12.7 % de la inercia total del conjunto de datos, mientras que el segundo explica 7.1 %, ambos representan 19.77 % de la variabilidad total de la nube de UE en el plano (FIGURA 21).

La descomposición de la varianza total refleja una estimación del número de ejes a interpretar y sugiere restringir el análisis a la descripción de los primeros 3 componentes. Estos ejes presentan una cantidad de varianza acumulada de 25.66 % (TABLA 5).

D. DESCRIPCIÓN DE LAS DIMENSIONES 1, 2 Y 3

El valor p de la prueba de Wilks indica que las siguientes variables cuantitativas están mejor representadas en el primer componente: el número de flores por inflorescencia (0.715), el diámetro del pedúnculo (0.712) y el ancho de las brácteas apicales del pedúnculo (0.71) (FIGURA 20). Mientras que las variables cualitativas más importantes son: la posición del pedicelo (0.74), la posición de las flores (0.58) y la posición de la inflorescencia (0.49) (FIGURA 21).

Para el segundo componente, las variables más importantes son: la posición de las espinas debajo de la línea de abscisión (0.738), la presencia de espinas (0.64) y el tipo de hojas (0.554), la proporción de las brácteas florales que sobrepasan a los pedicelos (0.46), la relación entre el largo de las brácteas del pedúnculo basales y el largo del pedúnculo (0.45), el largo de la bráctea basal del pedúnculo (0.39) (FIGURA 22B). Mientras que para el tercer componente las variables importantes son: la suma del largo del pétalo y el pedicelo basal (0.69), la altura (0.46), la altura de la planta (0.469), la posición de las flores (0.64), la posición del pedicelo (0.47) y la época de floración (0.35) (FIGURA 22C).

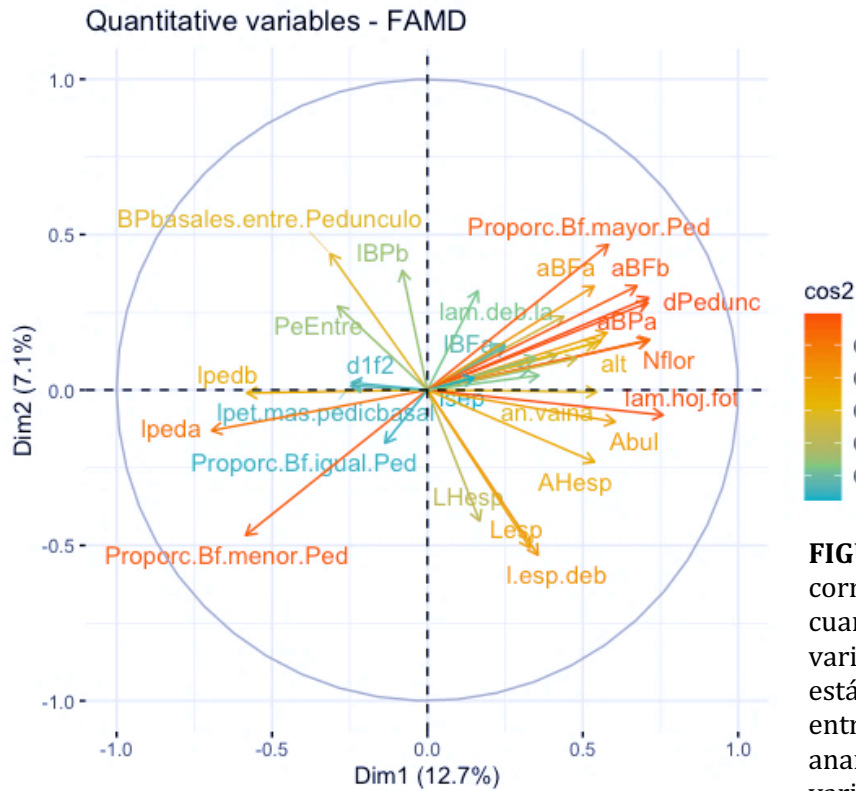


FIGURA 20. Círculo de correlación de las variables cuantitativas del FAMD. Las variables próximas entre sí están muy correlacionadas entre sí. En tonalidades anaranjadas se muestran las variables que contribuyen en la separación de las UE.

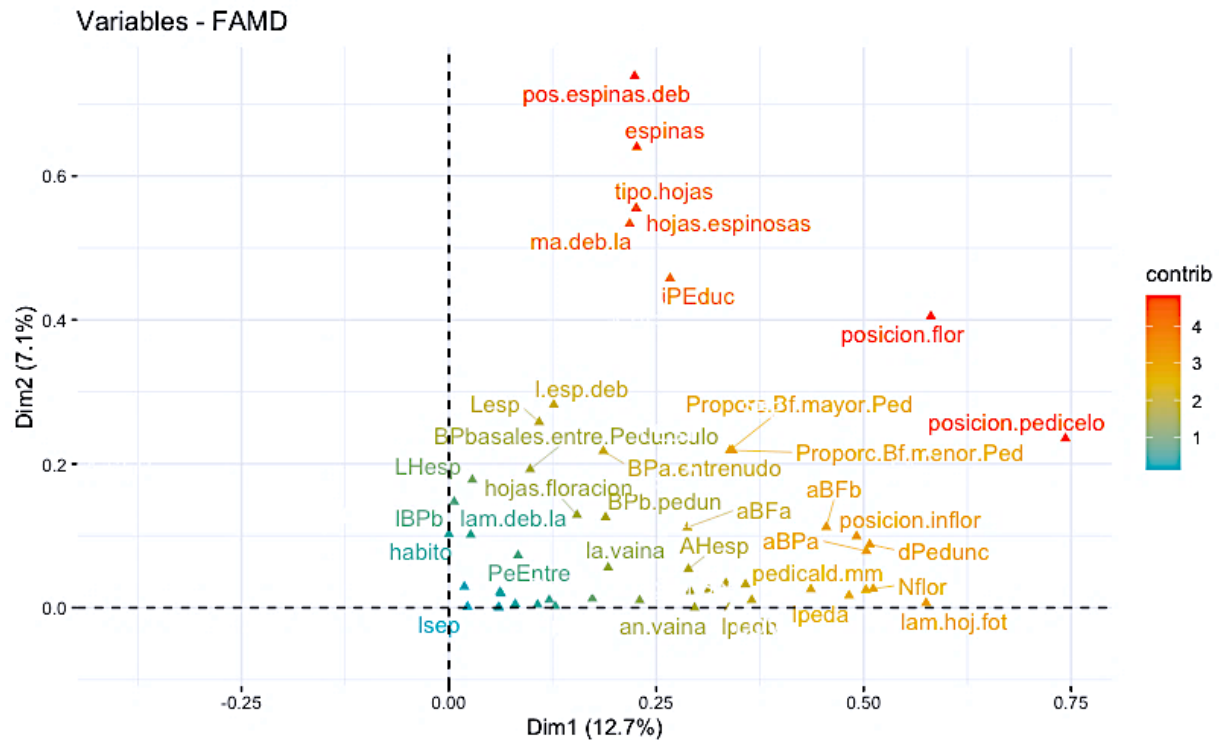
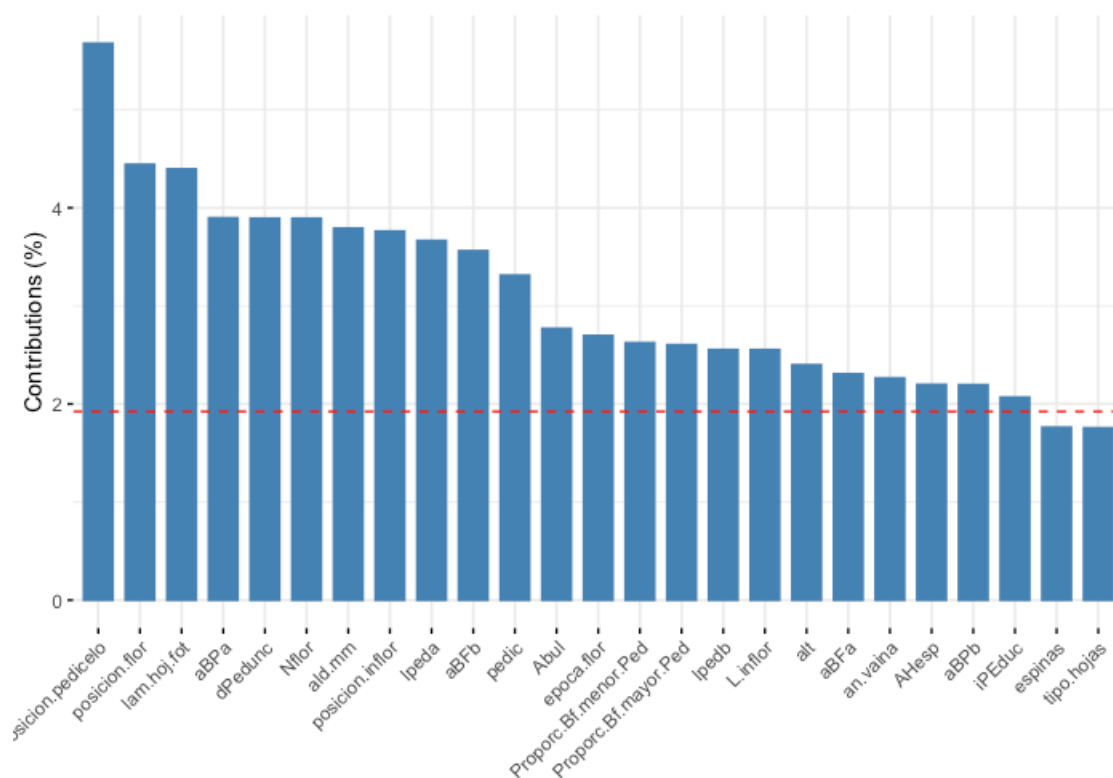


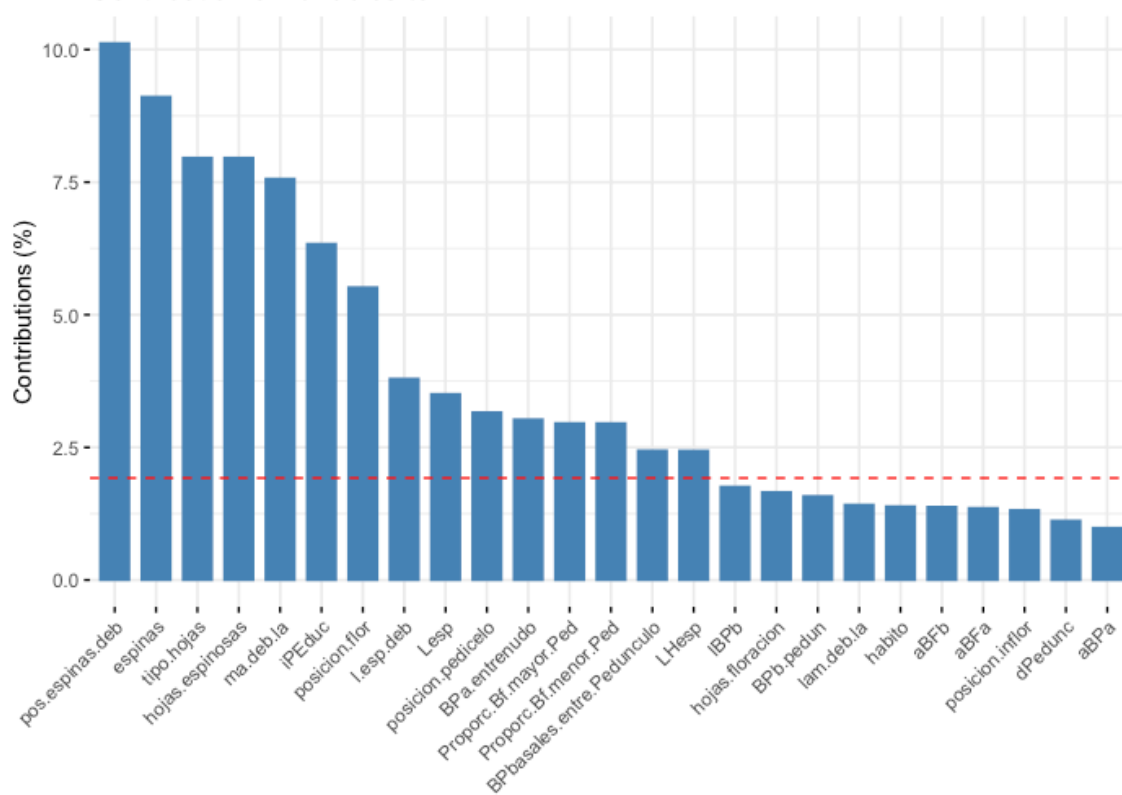
FIGURA 21. Variables cualitativas reflejadas en el 1er y 2do componentes. En anaranjado se muestran las variables que contribuyen a la separación de las UE.

A

Contribution of variables to Dim-1

**B**

Contribution of variables to Dim-2



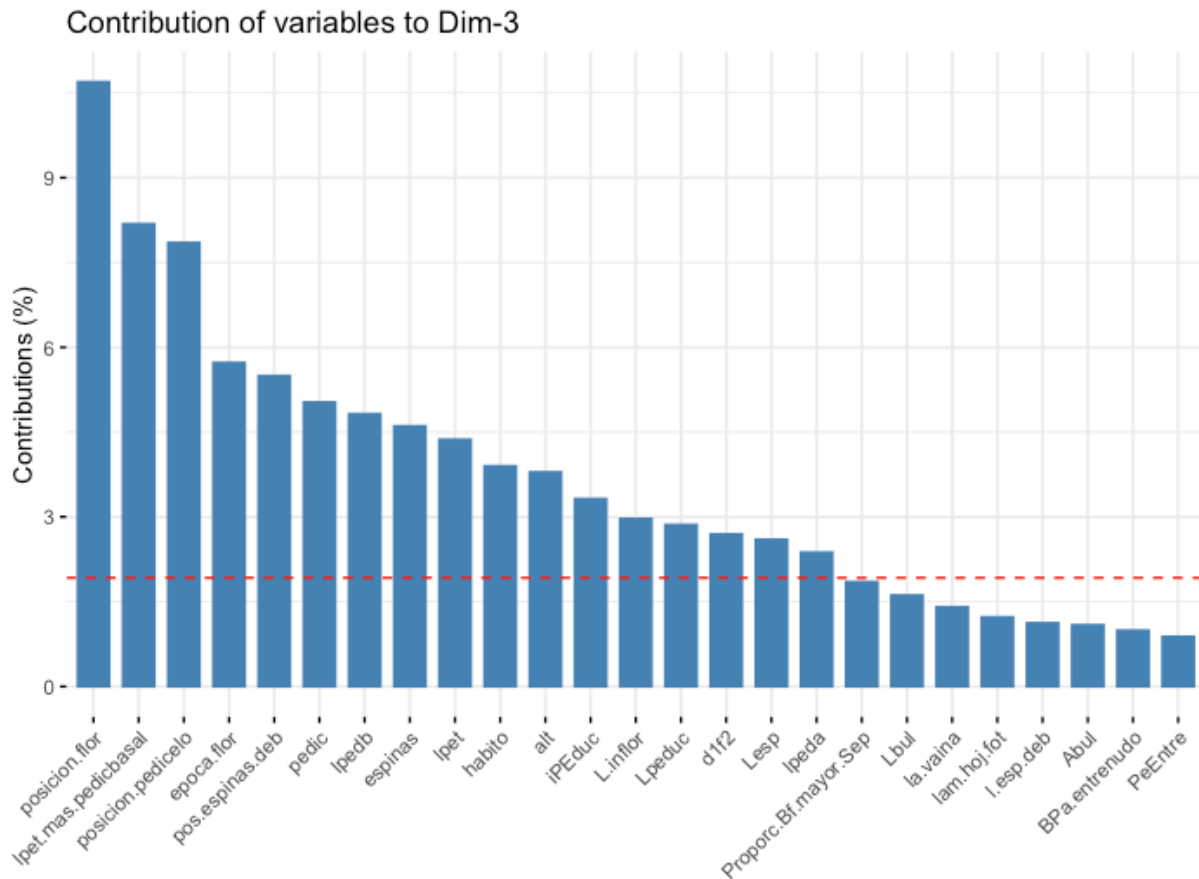


FIGURA 22. Gráficas que representan las variables y sus contribuciones en las dimensiones A) 1, B) 2 y C)3. En cada dimensión se presentan sólo las primeras 25 variables.

TABLA 5. Valores propios en los primeros 5 componentes.

	Valores propios	Porcentaje de varianza	Porcentaje de varianza acumulada
com 1	13.05	12.67	12.67
com 2	7.32	7.1	19.77
com 3	6.06	5.89	25.66
com 4	6.03	5.86	31.52
com 5	5.24	5.09	36.6

Al graficar el primer y segundo componentes (FIGURA 23), se observa que el primer componente separa a los representantes de *Pitcairnia palmeri*, *P. flexuosa*, *P. jaliscana*, *P. vallisoletana* y *P. cylindrostachya*. El segundo componente, claramente separa los representantes de *P. compostelae* y *P. foliacea* del resto de las especies, mientras que en el centro se observa una nube que concentra a *P. karwinskyana*, *P. jaliscana*, *P. pteropoda*, *P. robert-downsii* y *P. ringens*.

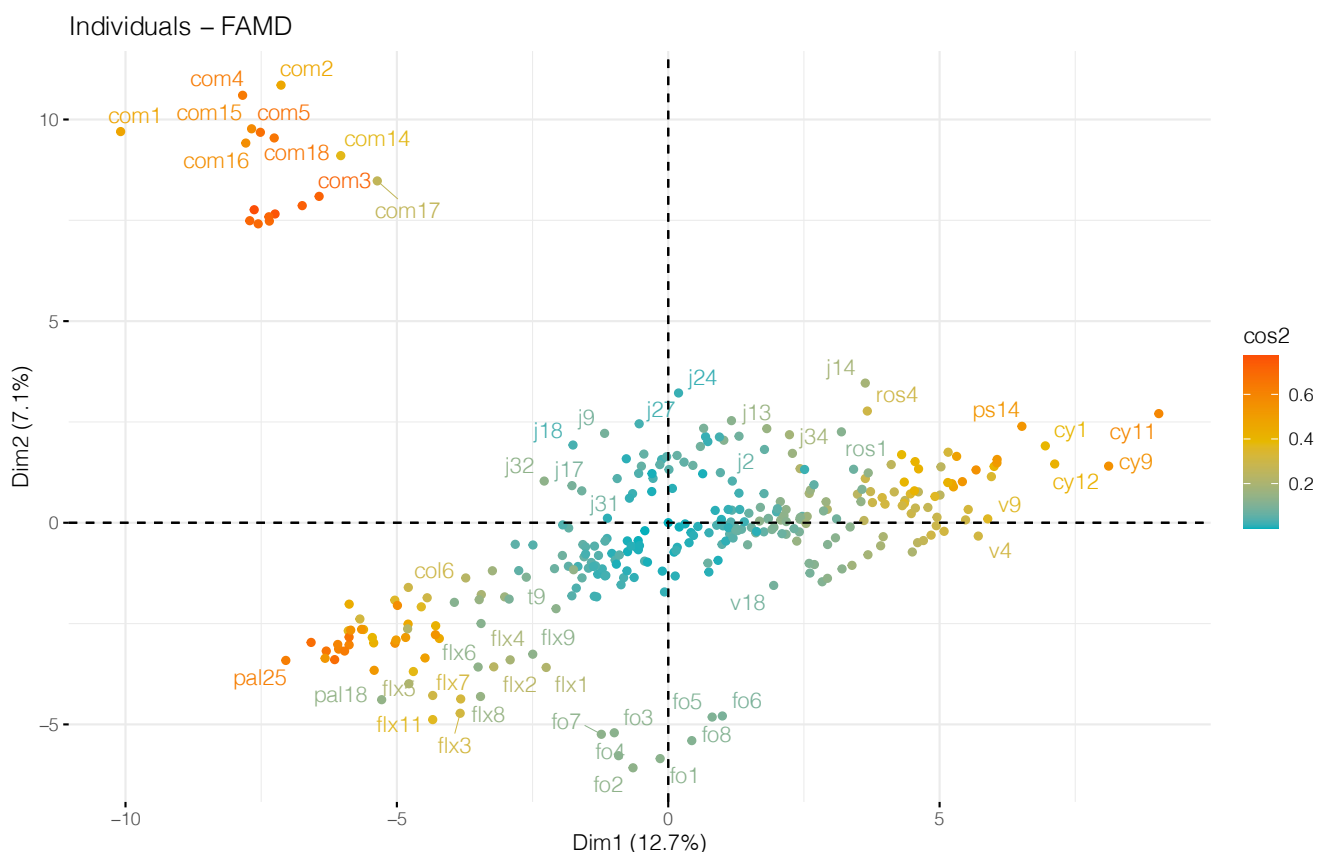


FIGURA 23. Visualización del AFDM aplicado a la MBD del grupo interno del complejo PK. Mapa factorial de las UE, del primer y segundo componentes.

Cuando graficamos el primer y tercer componentes (FIGURA 24), se observa que el primero separa a los representantes de *Pitcairnia compostelae*, *P. palmeri*, *P. flexuosa*, *P. jaliscana*, *P. ringens*, *P. vallisletana*, *P. roseana*, *P. micheliana* y *P. cylindrostachya*; mientras que el tercer componente excluye a *P. foliacea*. En el centro hay una nube de puntos de los ejemplares de *P. robert-downsii*, *P. pteropoda*, *P. karwinskyana* y *P. sordida*.

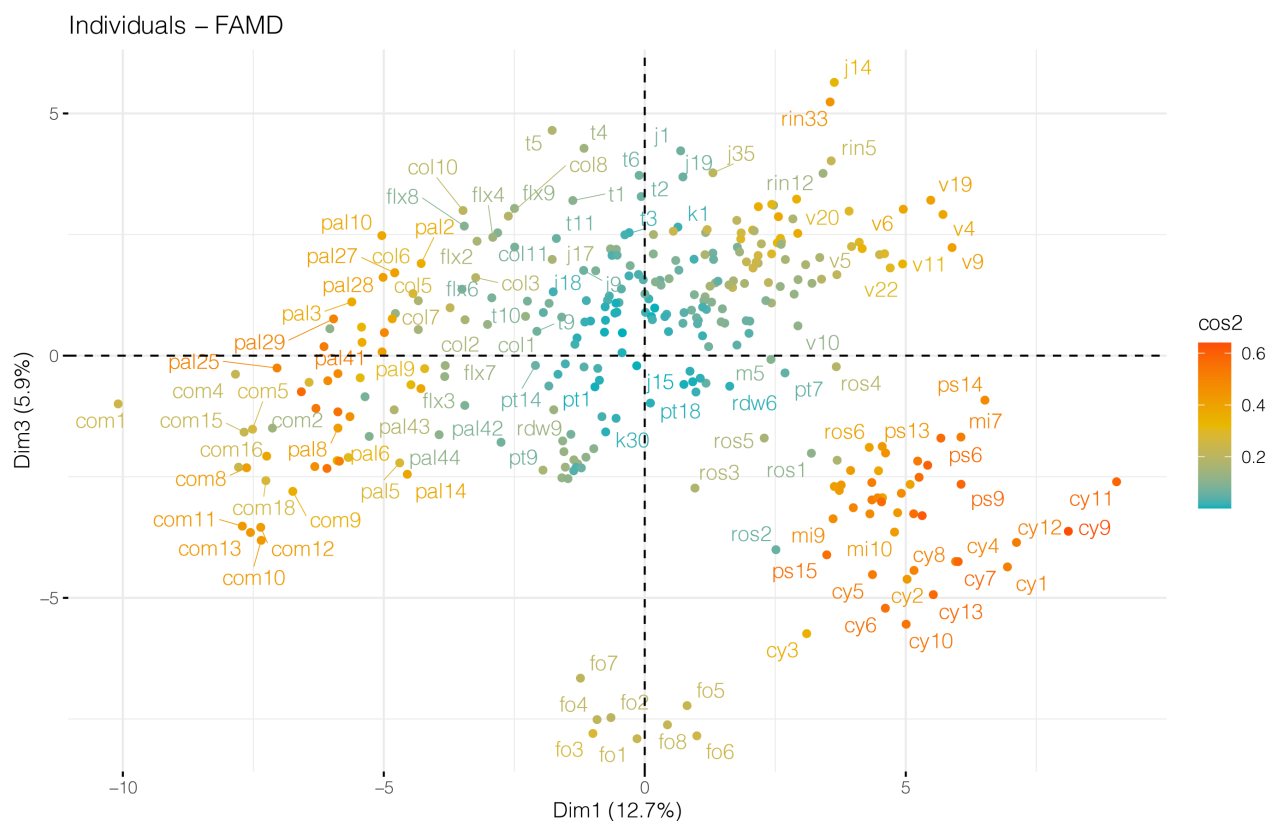


FIGURA 24. Visualización del FAMD aplicado a la MBD del grupo interno del complejo PK. Mapa factorial de las UE, del primer y tercer componentes.

8.5.4. ANÁLISIS DE FACTORES MÚLTIPLES (MFA)

Con el objetivo de identificar las relaciones entre los distintos grupos de variables formadas de acuerdo a la estructuras asociadas de las plantas que fueron medidas u observadas: 22 asociadas a las hojas, 11 al pedúnculo, 20 a la inflorescencia y 18 a las flores. La matriz contiene 319 UE y 71 variables, solo tomando las del complejo PK; cada grupo fue subdividido datos cualitativos y cuantitativos. Las variables fueron organizadas de la siguiente manera y su codificación está incluida en el ANEXO II:

1. Primer grupo (*identificación*): constituye la variable clasificatoria: La identificación *a priori* de las especies incluidas en el complejo.
2. Segundo grupo (*hojas*): son las variables cuantitativas asociadas a las hojas: alt, Lbul, Abul, la.vaina, an.vaina, lam.hoj.fot, lam.deb.la, ald.mm, l.esp.deb, LHesp, AHesp, Lesp.
3. Tercer grupo (*cuali.hojas*): son variables cualitativas que describen a las hojas: tipo.hojas, hojas.floracion, ma.deb.la, ori.espinas.deb, hojas.espinosas, espinas.
4. Cuarto grupo (*pedúnculo*): un grupo de variables cuantitativas asociadas al pedúnculo: BPbasales.entre.Pedunculo, Lpeduc, dPedunc, IBPa, IBPb, aBPa, aBPb.
5. Quinto grupo (*cuali.pedunculo*): variables cualitativas asociadas al pedúnculo: iPEduc, BPa.entrenudo, BPb.pedun.
6. Sexto grupo (*inflorescencias*): variables cuantitativas obtenidas de las medidas tomadas de las inflorescencias: L.inflor, d1f2, dis.minf, Nflor, Proporc.Bf.mayor.Ped, Proporc.Bf.menor.Ped, Proporc.Bf.mayor.Sep, Proporc.Bf.igual.Ped.
7. Séptimo grupo (*cuali.inflorescencias*): son las variables cualitativas asociadas a la floración e inflorescencia: epoca.flor, posicion.inflor, posicion.pedicelo, posicion.flor.
8. Octavo grupo (*flores*): grupo de variables cuantitativas asociadas a las flores: lsep, IBFa, IBFb, aBFa, aBFb, lpet.mas.pedicbasal, lpeda, lpedb, asep, lpet.
9. Noveno grupo (*cuali.flores*): son las variables cualitativas asociadas a las flores: pedic, color.petalos.
10. Décimo grupo (*flores.suplementarias*): representan las variables suplementarias asociadas a los datos cuantitativos obtenidos de las 112 flores disecadas: L.BF, A.BF, L.SEP, A.SEP, L.PET, A.PET, LF, LA, LEST, LOV, AOV.

Los resultados del MFA indican que las dos primeras dimensiones albergan el 16. 2 % de la varianza acumulada. Al graficar en el plano el grupo de variables consideradas, se ilustra la correlación entre los grupos y las dimensiones (FIGURA 25). El grupo de variables que más

contribuyen en la construcción de la primer dimensión son aquellas que se acercan a 1. Las variables que contribuyen en la construcción del primer componente son: la identificación *a priori* de las UE consideradas, de manera similar los grupos de las variables cuantitativas de las flores, la inflorescencia, de las hojas y del pedúnculo. Mientras que para el segundo componente es la identificación y es la que cuenta nuevamente con la contribución más alta. Las variables de las flores que en este análisis se usaron como suplementarias, no tienen ninguna contribución en la construcción de las dimensiones.

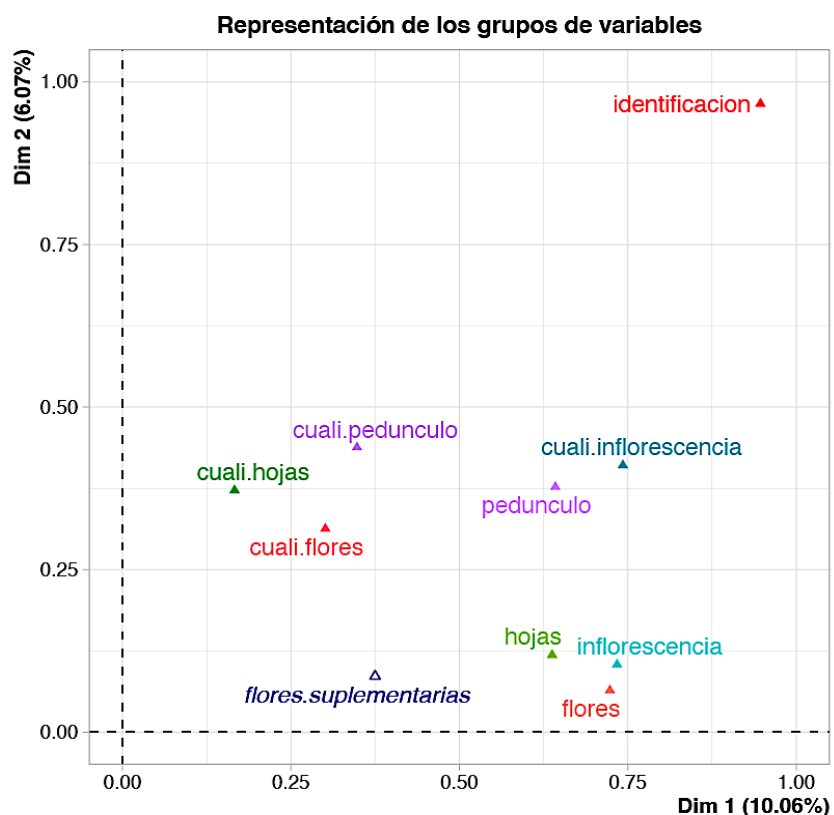


FIGURA 25. Gráfico obtenido del MFA que ilustra la correlación entre grupos de variables y las dimensiones.

CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES CUANTITATIVAS Y LAS DIMENSIONES

En la FIGURA 26, se muestran los círculos de correlaciones entre las variables cuantitativas asociadas a hojas, pedúnculo, inflorescencia y flores. Las variables florales cuantitativas complementarias están en flechas discontinuas color azul oscuro. El círculo de correlaciones obtenido del MFA, muestra la relación entre las variables cuantitativas, la calidad de su representación en el plano, y la correlación entre las variables y las dimensiones.

Las variables que se correlacionan positivamente se agrupan, mientras que las que se relacionan negativamente se colocan en cuadrantes opuestos. Por ejemplo, el largo de la inflorescencia está correlacionado directa y positivamente al número de flores. Pero la proporción de las brácteas florales que sobrepasan el tamaño de los pedicelos está correlacionada inversamente a las brácteas florales que no sobrepasan el tamaño de los pedicelos.

Por otro lado la distancia entre el punto de origen y cada variable, mide la calidad de la variable en el gráfico factorial. Es decir, los puntos de las variables que están más alejados del origen y más cercanos al círculo, están bien representados en el gráfico. El ancho de los sépalos, así como la proporción de las brácteas florales que igualan a los pedicelos son variables que están muy cercanas al punto de origen, lo que indica que no están bien representadas en el gráfico. Contrariamente a la proporción de las brácteas florales que son más largas que el tamaño de los pedicelos.



FIGURA 26. Circulo de correlaciones entre variables cuantitativas obtenidos del análisis factorial múltiple. Los grupos de variables se muestran por color, de las hojas en color verde, las del pedúnculo en lila, inflorescencias en azul claro y de las flores en color coral. Las variables suplementarias en líneas punteadas color azul oscuro.

Las variables que contribuyen en la construcción de la primer dimensión son: el ancho de las brácteas distales del pedúnculo, el diametro del pedúnculo, el largo del pedicelo distal, el número de flores, la proporción de las brácteas florales que son tanto menores como mayores que el tamaño de los pedicelos. Las variables que contribuyen en la segunda dimensión son aquellas asociadas al pedúnculo: la proporción del largo de las brácteas basales del pedúnculo y el largo del pedúnculo, y el largo de las brácteas basales del pedúnculo.

VARIABLES CUALITATIVAS E INDIVIDUOS (UE)

La representación de las variables cualitativas, es posible representarla en el gráfico con los individuos (UE), como lo muestra la FIGURA 27.

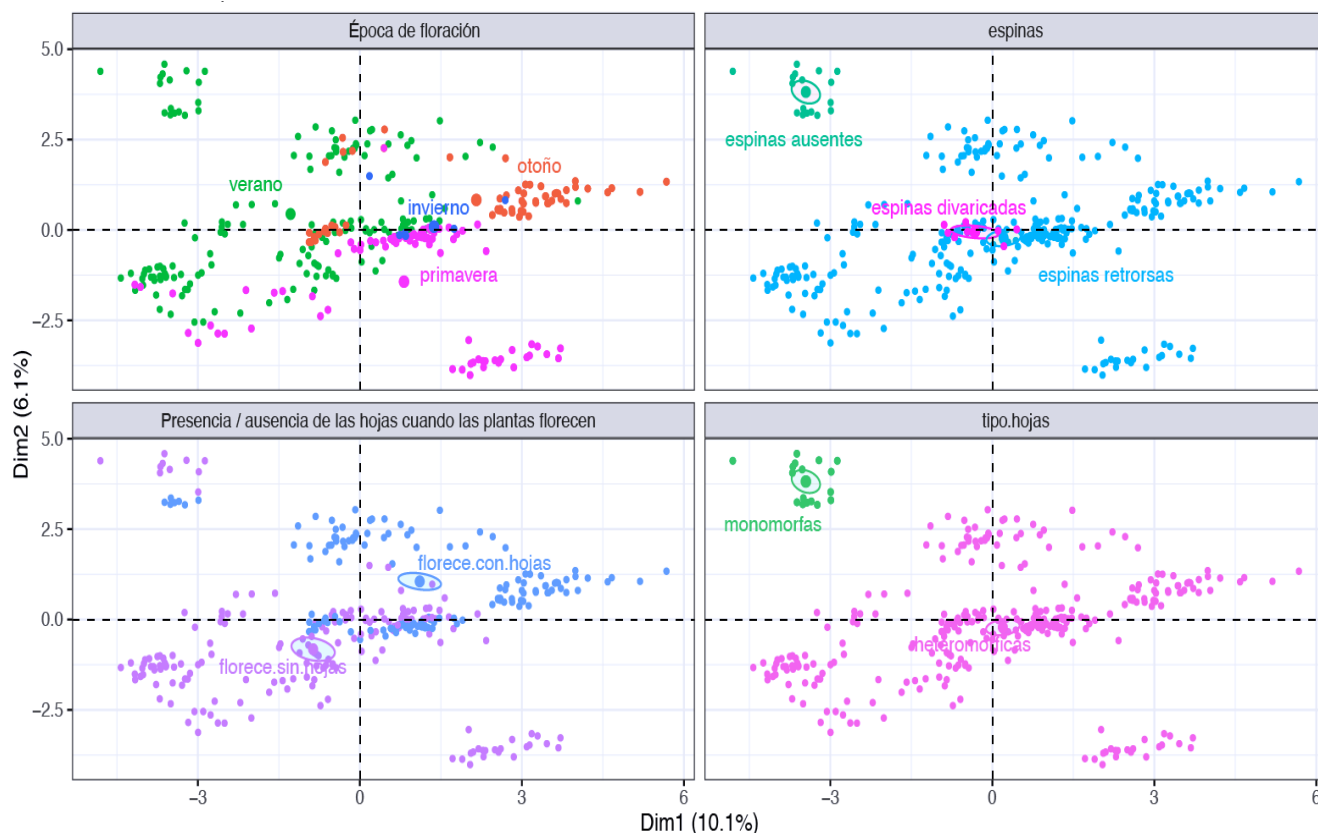


FIGURA 27. Representación de las variables categóricas en el plano de la dos primeras dimensiones. Las UE se muestran en el plano bajo cierta variable cualitativa. En este caso de izquierda a derecha: Por época de floración, la orientación de las espinas, la presencia de las hojas cuando las plantas florecen y el tipo de hojas.

8.5.5. ANÁLISIS DE DISCRIMINANTES (AD)

Con el objetivo de identificar aquellas variables que separan a las especies del complejo PK, se realizó un análisis de discriminantes con 269 UE y con 38 variables cuantitativas. Se excluyeron aquellas UE y las variables que contaban con datos incompletos (por ejemplo: largo de la lámina por arriba de la línea de abscisión y el ancho de la lámina por debajo de la línea de abscisión). Asimismo se descartaron los dos especímenes correspondientes a *P. spec.* 2 por ser insuficientes para el análisis.

Los resultados del DA indican una varianza acumulada en las dos primeras funciones de 54.3%, la primer función conserva 32.73 % del total de varianza, mientras que la segunda conserva 21.57 %. Asimismo, se obtuvo un valor de Lambda Wilks (λ) = 6.75E-08 y una $p < 0.001$. Esto sugiere que tomando en cuenta las 38 variables cuantitativas analizadas, podemos concluir que hay una separación significativa entre los grupos considerados (especies) (FIGURA 28). Al graficar los histogramas de las observaciones sobre el primer eje discriminante (FIGURA 29), se separan las especies consideradas.

La matriz de estructura de este análisis nos indica cuáles variables fueron las más importantes para cada función en la discriminación de especies, indicado por la magnitud de cada valor sin importar el signo (TABLA 6). Las variables más importantes en la diferenciación de los grupos: 1) para la primer función son: la proporción de las brácteas florales que sobrepasan el largo de los pedicelos (4.84), la proporción de las brácteas florales que sobrepasan el largo de los sépalos (2.8) y la proporción de las brácteas florales que iguala el largo de los sépalos (-6.38); 2) mientras que para la segunda función son: la proporción de las brácteas florales que sobrepasan el largo de los pedicelos (-3.36), la proporción de las brácteas florales que iguala el largo de los pedicelos (-2.66) y la proporción de las brácteas basales del pedúnculo entre el largo del pedúnculo (-2.24).

TABLA 6. Coeficientes de la primer y segunda función discriminante obtenidos en el AD.

	LD1	LD2
<i>alt</i>	-0.1184723	0.17435633
<i>Lbul</i>	0.19334281	0.10951837
<i>Abul</i>	-0.1790777	0.41202748
<i>la.vaina</i>	-0.0854048	-0.2553042
<i>an.vaina</i>	0.43681175	0.38168352
<i>lam.deb.la</i>	0.00187129	-0.00473135
<i>l.esp.deb</i>	0.3416742	0.59327877
<i>LHesp</i>	-0.0914176	0.17814931
<i>AHesp</i>	0.33867371	0.42185629
<i>Lesp</i>	-0.1997482	1.06366005
<i>BPbasales.entre.Pedunculo</i>	1.2596252	-2.24085249
<i>Lpeduc</i>	0.10461761	-0.20011417
<i>dPedunc</i>	0.07060799	0.2088576
<i>lBPa</i>	-0.0199634	-0.03971403
<i>lBPb</i>	-0.0493401	-0.04055884
<i>aBPa</i>	0.01046756	-0.04582185
<i>aBPb</i>	0.11280707	0.07166073
<i>PeEntre</i>	0.10960563	-0.38684016
<i>L.inflor</i>	0.15835023	-0.19022624
<i>dIf2</i>	0.01939651	0.0212704
<i>dis.minf</i>	-0.0494023	0.04382213
<i>Nflor</i>	0.010516	0.04273446
<i>Proporc.Bf.mayor.Ped</i>	4.83904618	-3.36339972
<i>Proporc.Bf.menor.Ped</i>	-0.7623812	0.4937657
<i>Proporc.Bf.mayor.Sep</i>	2.80627944	1.97585902
<i>Proporc.Bf.igual.Ped</i>	-1.0122424	-2.66051101
<i>Proporc.Bf.igual.Sep</i>	-6.3855519	2.11634217
<i>lBFa</i>	-0.0973244	0.11258167
<i>lBFb</i>	-0.1100923	0.03271796
<i>aBFa</i>	0.45855833	-0.0490491
<i>aBFb</i>	0.2328565	-0.09562713
<i>lpeda</i>	0.05762853	-0.06064567
<i>lpedb</i>	0.07037169	-0.06831714
<i>lsep</i>	0.45937346	-0.93303299
<i>asep</i>	-0.1384926	-0.00709822
<i>lpet</i>	2.01150147	1.82564478
<i>lpet.mas.pedicbasal</i>	-1.6536584	-1.10766453

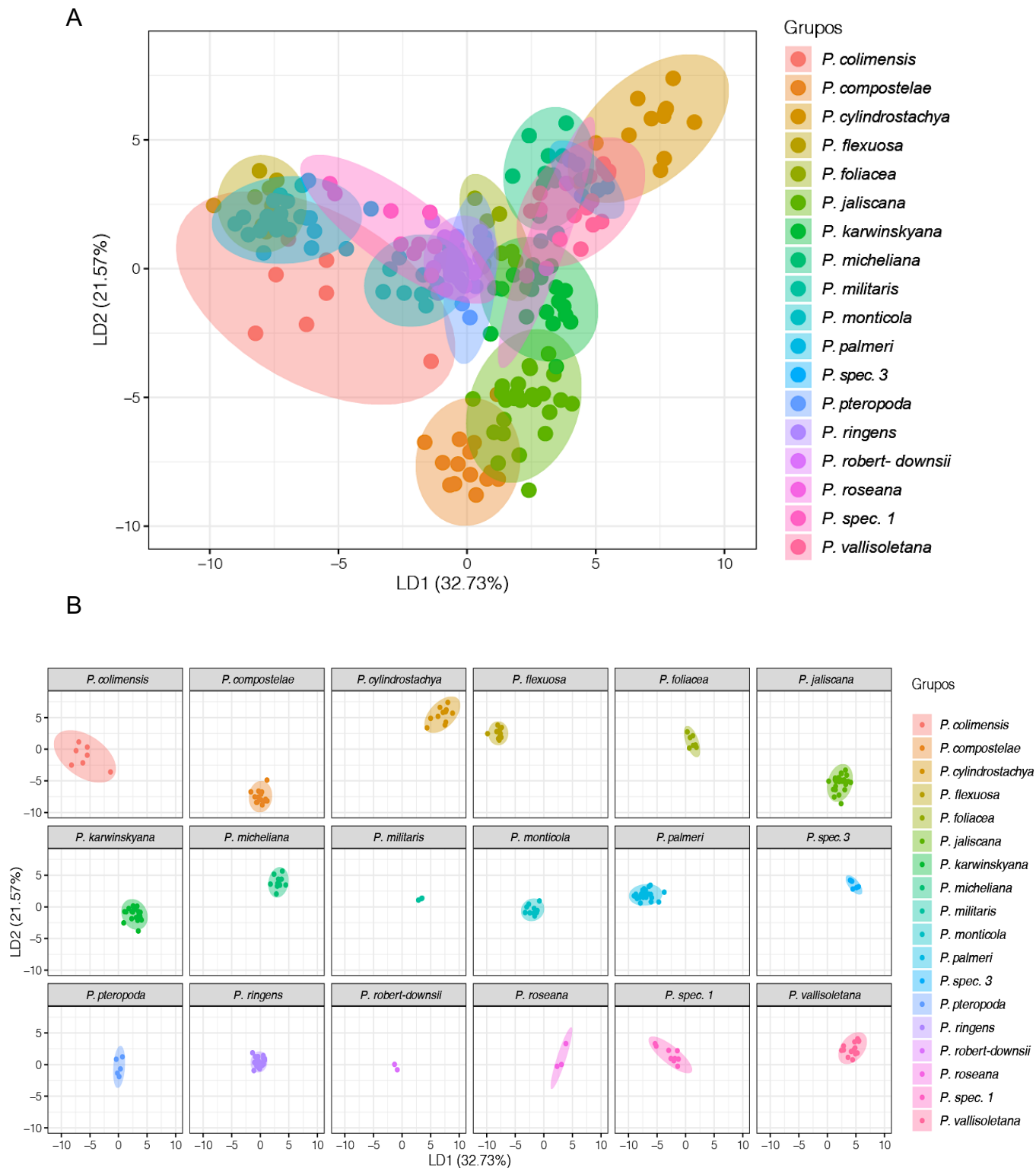


FIGURA 28. A-B) Se grafican la primera y segunda funciones discriminantes de acuerdo con las 38 variables cuantitativas y la variable clasificatoria es la especie.

8.5.6. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO JERÁRQUICO (HCPC)

De acuerdo con el dendograma derivado del análisis de agrupamiento jerárquico (HCPC), se distinguen tres grandes grupos, a su vez divididos en 17 subgrupos (FIGURA 30). Cabe señalar que sólo se utilizó el grupo interno para averiguar si hay algún patrón claro entre la variable clasificatoria que es la especie, mediante el método de k-medias ($k= 18$ especies *a priori*), descartando los dos especímenes correspondientes de *P. spec. 2* por ser insuficientes para el análisis.

En el primer grupo, se presenta un primer conglomerado formado por el material tipo y los exsiccata correspondientes a *P. compostelae*, *P. monticola*, *P. pteropoda*, *P. robert-downsii*, *P. flexuosa*, *P. colimensis* y *P. palmeri*. Es importante señalar que de las especies del complejo, *P. compostelae* carece de hojas espinosas. Al describirla, McVaugh (1989) señaló que los especímenes del taxon habían sido identificados previamente como *P. palmeri* var. *longebracteata*, y de igual manera se asemejaba a *P. palmeri* y a *P. colimensis*. Sin embargo, en el análisis, los ejemplares de estos dos taxa se encuentran en subgrupos diferentes, confirmando la separación de *P. compostelae*.

El material de *Pitcairnia monticola*, especie descrita de Culiacán, Sinaloa, claramente se agrupa junto al subgrupo que representa a los especímenes de *P. pteropoda* (plantas de Uruapan, Michoacán) y a otro que representa a *P. robert-downsii* (plantas de Durango). *Pitcairnia monticola* y *P. robert-downsii* comparten la característica de tener al menos un tercio de sus brácteas florales más largas que los pedicelos y los sépalos, así como el tamaño de sus pedicelos similares. Sin embargo, algunas características vegetativas permiten separarlos; las plantas de *P. monticola* al florecer presentan hojas verdes fotosintéticas, sus flores son más pequeñas (de hasta 4 cm) y habitan en bosques secos, mientras que en el caso de *P. pteropoda* y *P. robert-downsii* las plantas, al florecer presentan hojas fotosintéticas, sus flores son de más de 4.5 cm de largo y habitan en bosques más húmedos. Cabe recordar que en el 2018, González-Rocha *et al.*, realizaron un análisis multivariado y separaron a *P. palmeri* var. *longebracteata* de *P. palmeri* var. *palmeri*, dándole estatus de especie con el nombre de *P. robert-downsii*. Este nuevo análisis confirma que *P. robert-downsii* queda separada de los especímenes correspondientes a *P. palmeri*.

El segundo conglomerado (II) está constituido por *Pitcairnia cylindrostachya*, *P. micheliana*, y *P. spec. 3*, que son especies de difícil separación en material herborizado, ya que las tres tienen inflorescencias espigadas con flores sésiles. Muy cercanas a estos subgrupos, se

encuentran *P. sordida* y *P. vallisoletana*, ambas con pedicelos de 3 a 8 mm de largo, mucho más cortos que sus brácteas florales, por lo que aparentan tener inflorescencias espigadas.

Otro agrupamiento está conformado por *Pitcairnia spec. 1*, *P. ringens*, *P. foliacea*, *P. karwinskyana* y *P. jaliscana*, especies frecuentemente confundidas en material herborizado por tener características similares. Los elementos que conforman a *P. spec. 1*, habían sido previamente identificados con el nombre de *P. palmeri* por sus flores secundas, con los pedicelos de 4 a 23 mm de largo y las brácteas florales más cortas que los pedicelos; aunque sospechábamos que podía tratarse de una especie distinta, por lo que los ubicamos como material de identificación incierta y averiguar su posición. Con este análisis corroboramos que si se separa de *P. palmeri* y los ejemplares recolectados en campo, nos permitieron distinguirla de *P. palmeri* por la posición de las flores, ya que si bien ambas especies tienen las flores secundas, en *P. palmeri* son erectas o ascendentes; mientras que en *P. spec. 1* las flores son nutantes, característica que no es notable en los ejemplares herborizados. *Pitcairnia ringens* queda muy cercana a *P. spec. 1*, sin embargo algunas características las distinguen; en *P. ringens* las flores son polísticas y las plantas al florecer presentan hojas fotosintéticas; mientras que en *P. spec. 1* las flores son secundas y al florecer carecen de las hojas fotosintéticas.

Por otro lado, *P. foliacea*, *P. karwinskyana* y *P. jaliscana* forman conjuntos separados entre sí por poca distancia, pero bien definidos. *Pitcairnia foliacea* fue descrita por L.B. Smith en 1964 con plantas procedentes de Michoacán y por mucho tiempo sólo se registró de este estado. Sin embargo, gracias a la revisión del material en las diversas colecciones consultadas sabemos ahora que esta especie presenta una distribución más amplia; se trata de plantas epífitas (raramente rupícolas) y que presentan espinas divaricadas de más de 2 mm de largo, así como brácteas del pedúnculo foliáceas y estrechamente elípticas de hasta 14 mm de ancho y sus hojas verdes fotosintéticas se estrechan hacia la base dando aspecto de ser pseudopecioladas; mientras que *P. jaliscana* y *P. karwinskyana* tienen espinas retrorsas de hasta 1.5 mm de largo y sus brácteas del pedúnculo son lineares (parecidas a las hojas fotosintéticas) y sus hojas verdes fotosintéticas son lineares.

Pitcairnia karwinskyana fue publicada en 1830 y representa el registro más antiguo de colecta de *Pitcairnia* en México (1827, M!), procedente de las cercanías de Sultepec, Estado de México en tanto que *P. jaliscana* fue descrita en 1887, con especímenes recolectados en Río Blanco, Jalisco. En 1974, Smith y Downs consideraron a *P. jaliscana* como sinónimo

taxonómico de *P. karwinskyana*. En 1989, McVaugh consideró a *P. karwinskyana sensu lato* como una especie de características muy variables y que incluía además a *P. pteropoda* y *P. jaliscana*. Los resultados de este análisis nos permiten ver que algunos ejemplares tanto de Jalisco como del Estado de México quedan mezclados entre sí. Sin embargo, podemos decir que cada grupo se mantiene definido. *Pitcairnia karwinskyana* es una especie muy variable, especialmente en el tamaño de las brácteas del pedúnculo, que algunas veces son tan largas como el pedúnculo o incluso en ocasiones lo sobrepasan, tal como se aprecia en el ejemplar tipo. Sin embargo, al analizar el material de esta especie recolectado en el Estado de México y en Morelos, pudimos constatar que generalmente son plantas glabras a glabrescentes, pero que el tamaño de las brácteas del pedúnculo es muy variable entre los individuos de las poblaciones, ya que éstas pueden ser más cortas o más largas que el pedúnculo, por lo que puede generar confusión al analizar ejemplares únicos. En contraste, en *P. jaliscana* las brácteas del pedúnculo siempre son iguales o más largas que el pedúnculo y las plantas son siempre más lepidotas, especialmente en la superficie abaxial de las hojas y de las bráctas del pedúnculo. Asimismo, ambas especies tienen diferentes épocas de floración y áreas de distribución, *P. karwinskyana* florece a mediados de mayo y se distribuye en el Estado de México, Morelos y Guerrero; mientras que *P. jaliscana* florece a inicios de julio y se distribuye en Jalisco, Zacatecas, Aguascalientes y Guanajuato.

Finalmente, el material perteneciente a *Pitcairnia roseana* se entremezcla con *P. jaliscana* (señalado con verde en el fenograma), debido a que ambas especies tienen las brácteas del pedúnculo lineares y son tan largas que igualan, e incluso sobrepasan el tamaño del pedúnculo. Es importante señalar que aunque se contó con pocos ejemplares de *P. roseana* en este análisis, ambas especies son diferentes, ya que mientras que *P. roseana* tiene las flores sésiles en *P. jaliscana* éstas son conspicuamente pediceladas.

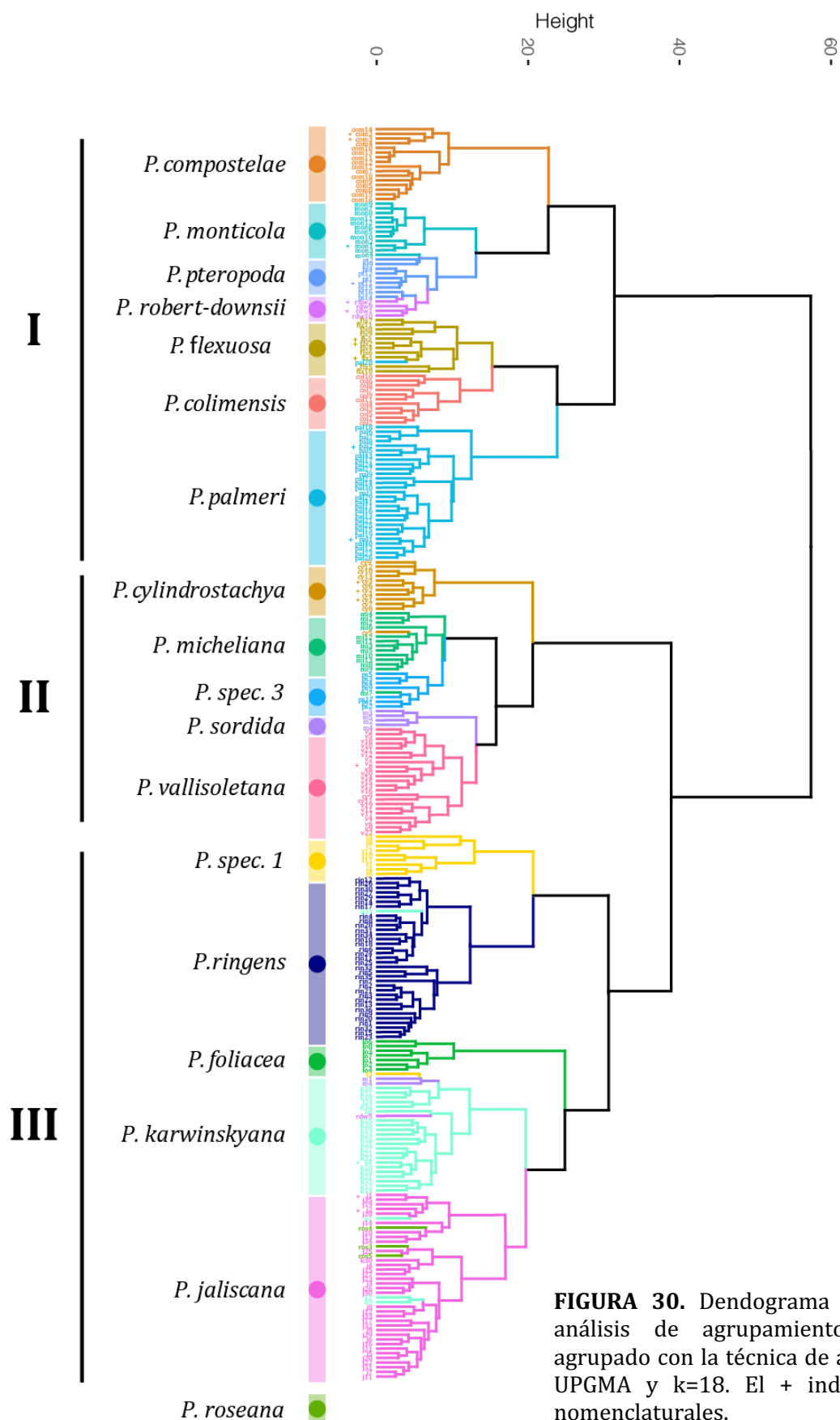


FIGURA 30. Dendrograma derivado del análisis de agrupamiento jerárquico, agrupado con la técnica de agrupamiento UPGMA y k=18. El + indica los tipos nomenclaturales.

8.6. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS

A continuación se describen los resultados obtenidos por tres métodos de inferencia filogenética: parsimonia (MP), máxima verosimilitud (ML) e inferencia bayesiana (BI), de las siguientes matrices analizadas: 1) la del marcador de cloroplasto *ycf1-b*, 2) la del marcador de núcleo *phyC*, 3) la matriz combinada de ambos marcadores, 4) la matriz de datos morfológicos y 5) la matriz de datos morfológicos + datos moleculares (*ycf1-b* + *phyC*).

En la TABLA 7 se presenta una comparación de los atributos de las matrices alineadas, así como los resultados obtenidos con parsimonia para los diferentes conjuntos de datos, como el número de árboles, número de pasos, número de caracteres informativos, el índice de consistencia (CI) y el índice de retención (RI).

8.6.1. DATOS MOLECULARES

En este estudio se generaron un total de 68 secuencias: 44 del marcador de cloroplasto *ycf1-b* y 24 del marcador de núcleo *phyC*, obtenidas a partir de material vivo y de ejemplares de herbario (ANEXO IV). Se intentó incluir dos muestras de cada especie; sin embargo, para algunas de ellas no fue posible obtener muestras vivas pese a su búsqueda en campo (*Pitcairnia compostelae*) o contar con material de herbario suficiente y en buen estado (por ejemplo *P. cylindrostachya* y *P. monticola*).

A. ANÁLISIS DEL MARCADOR YCF1-B

Del marcador *ycf1-b* se generaron 36 secuencias para el grupo interno, correspondientes a 16 especies del complejo PK. Como grupo externo se incluyeron 7 especies: *Fosterella micrantha* (1), *Pitcairnia amblyosperma* (1), *P. chiapensis* (1), *P. densiflora* (1), *P. recurvata* (2), *P. imbricata* (1) y *P. wendlandii* (1). Se obtuvieron los productos de PCR para casi todas las muestras empleadas, excepto para aquellas provenientes de material herborizado colectado de 1995 o menos. En el gel de electroforesis obtuvimos solo una banda de entre 900 y 1000 pb. Las secuencias consenso individuales obtenidas fueron de 903 a 975 pb; mientras que la longitud de la matriz alineada contiene 975 pb, con un 4.6 % de sitios informativos para parsimonia.

La búsqueda heurística produjo 970 cladogramas más parsimoniosos con una longitud de 116 pasos, con CI de 0.62 y un RI de 0.76 (TABLA 7). El árbol de consenso estricto generado con el análisis de MP se muestra en la FIGURA 31, recupera a las especies de *Pitcairnia* como un

grupo monofilético con un apoyo de bootstrap del 100 %. Se observan dos clados: 1) el primero conformado por los representantes de *Pitcairnia* empleados como grupo externo: *P. amblyosperma*, *P. chiapensis*, *P. recurvata*, *P. imbricata*, *P. wendlandii* y *P. densiflora*, con un apoyo BS 94; 2) mientras que en el grupo 2 observamos las demás especies del complejo PK con un soporte de rama de BS 91, dividido en dos subgrupos, A) uno conformado por 34 terminales, correspondientes a 14 especies y B) el otro subgrupo conformado por las terminales de *P. ringens* (99 BS) (FIGURA 31). Dentro del subgrupo A hay una politomía de casi todas las especies, las terminales de *P. pteropoda* (75 BS) y *P. palmeri* (65 BS) quedan agrupadas cada una.

Por otro lado, los árboles generados tanto de ML e IB muestran una topología similar entre ellos, con algunas incongruencias en la resolución de las ramas internas del grupo interno. Los clados formados muestran de moderado a un alto soporte de rama: valores de bootstrap (BSML) (FIGURA 32); o de probabilidad posterior (PP) en los análisis de IB (FIGURA 33). Los árboles generados tanto de ML e IB muestran dos clados: 1) el primero con un soporte de BSML 98 y PP 1 respectivamente, conformado por *P. chiapensis*, *P. amblyosperma*, *P. recurvata*, *P. imbricata*, *P. wendlandii*, y *P. densiflora*; 2) mientras que el segundo clado está conformado por 16 especies del complejo PK con buen soporte (BSML 92; PP 1). Los representantes de este grupo tienen diferentes relaciones entre sí dependiendo del método analítico. Sin embargo se mantiene en ambos análisis a *Pitcairnia ringens* como hermana del resto de las especies del complejo (FIGURAS 32-33). Las relaciones entre el resto de las especies no son claras, en ML e IB algunos grupos de especies son formados pero con bajo soporte de rama. Esperaríamos encontrar un grupo con todas las terminales de *Pitcairnia karwinskyana* como un grupo monofilético; sin embargo vemos que se agrupan con las terminales de *P. spec. 1*. Las terminales de *P. pteropoda* (BSML 89; PP 1) quedan agrupadas; mientras que las de *P. palmeri*, *P. jaliscana* y *P. karwinskyana* no incluye a todas las terminales.

TABLA 7. Descripción de las matrices de los marcadores de cloroplasto (*ycf1-b*) y de núcleo (*phyC*), de los combinados de ambos marcadores y morfológica. Se anexan los resultados obtenidos con parsimonia, la longitud del árbol (L), el índice de consistencia (CI) y el índice de retención (RI) de los árboles más parsimoniosos.

	<i>ycf1-b</i>	<i>phyC</i>	<i>ycf1-b + phyC</i>	Morfológica	Morfológica + Molecular
Núm. taxa	44	23	44	26	47
Longitud alineada (pb o número de caracteres)	975	1180	2155 (26.13 % información incompleta)	27	2182 (35.15 % información incompleta)
Longitudes de secuencia (pb)	903-975	1172-1202	2075-2180	-	-
Núm. de sitios constantes	903 (92.61 %)	1079 (91.44 %)	1982 (92 %)	0	1982 (90.8 %)
Núm. de sitios informativos	45 (4.6 %)	32 (2.7 %)	77 (3.5 %)	24	101 (4.6 %)
Modelo evolutivo	K3PU+F+I	TPM3+I		MK+F	
Núm. de árboles	966	36	773	40	681
Núm. de pasos (L)	116	122	248	93	
CI	0.62	0.86	0.71	0.43	0.59
RI	0.76	0.70	0.70	0.48	0.66

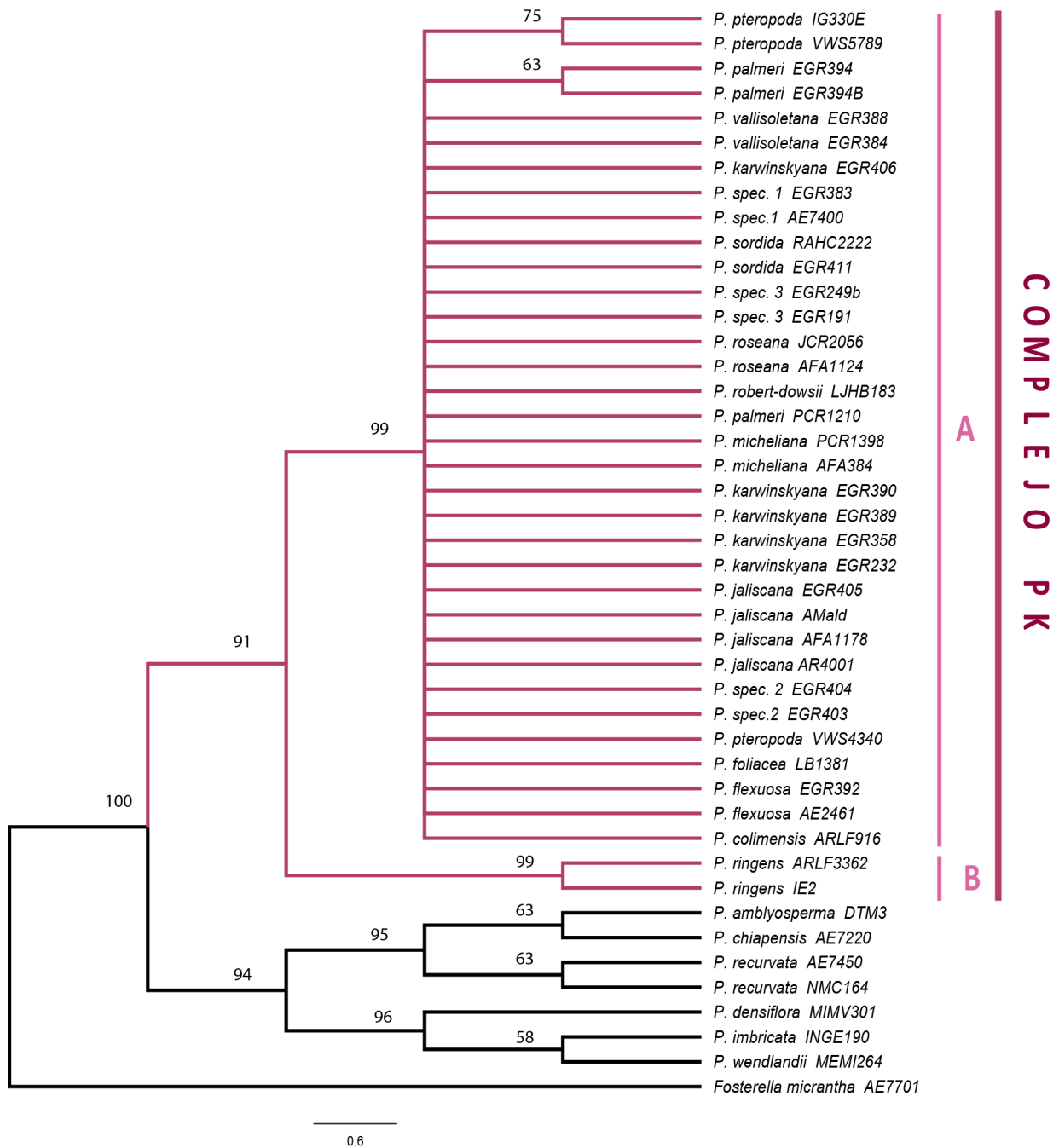


FIGURA 31. Árbol de consenso estricto (L= 116, CI= 0.62, RI=0.76) obtenido con parsimonia de 966 árboles igualmente parsimoniosos del marcador *ycf1-b*. Los valores de bootstrap (>50) de 1 000 réplicas se muestran al lado de los nodos. El complejo PK tiene un soporte de rama del 91 %.

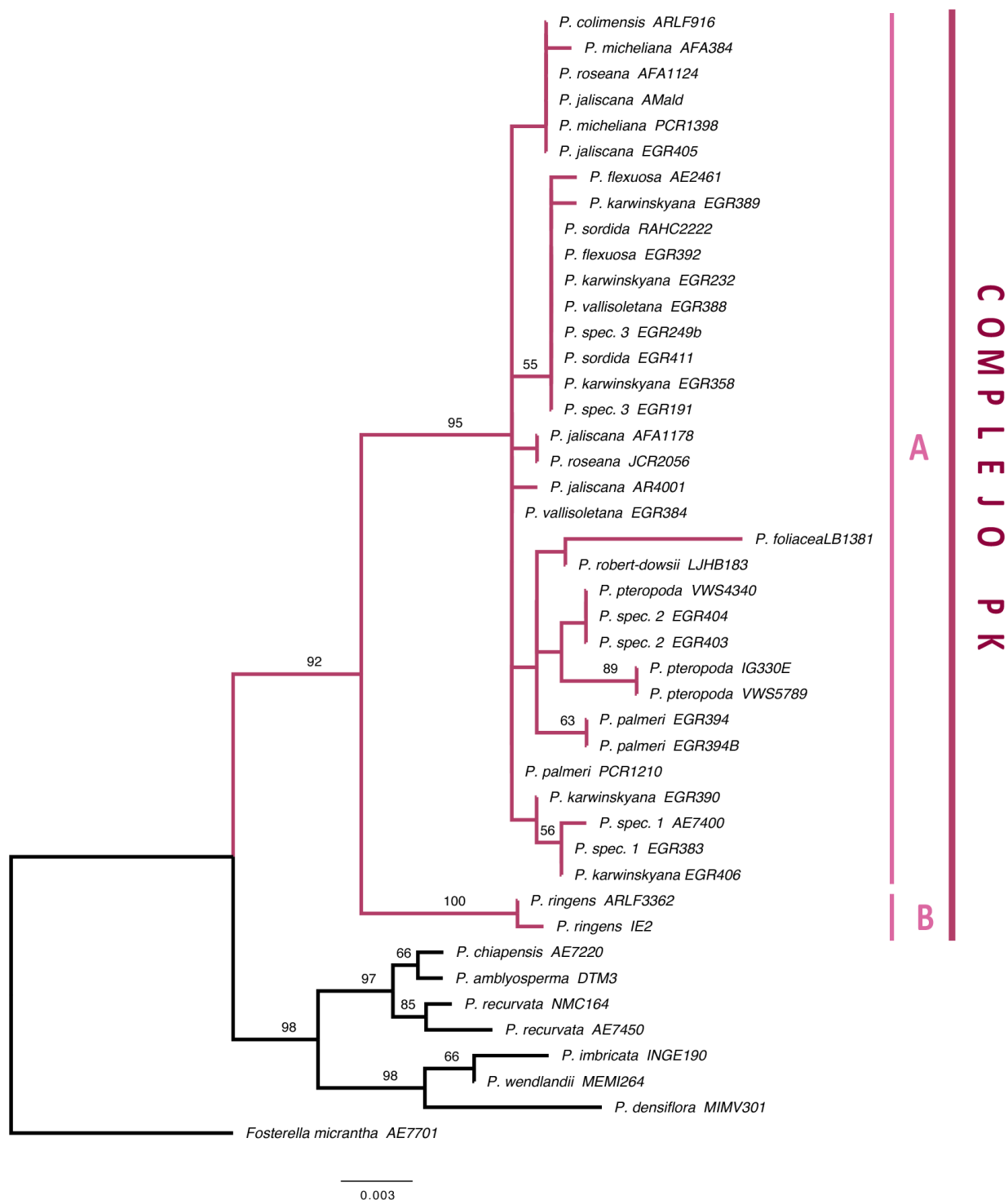


FIGURA 32. Árbol de máxima verosimilitud (ML) (log likelihood: -1938.868, 4059.737 AIC, modelo de evolución de secuencia K3Pu+F+I) basado en el análisis de 975 pares de bases del marcador *ycf1-b*. Se muestran los valores de soporte de bootstrap (%) en la parte superior de las ramas cuando son superiores a 50%.

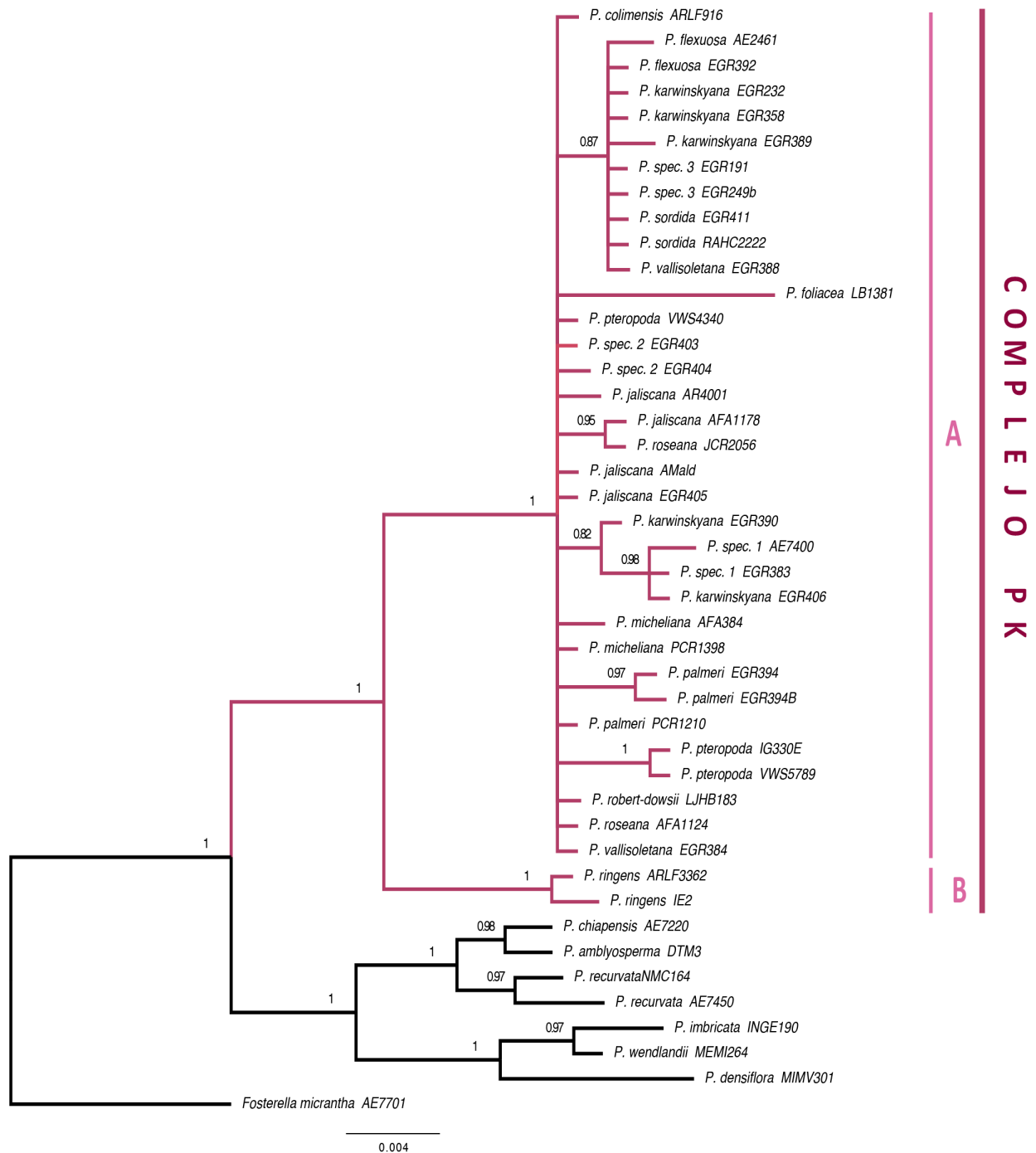


FIGURA 33. Árbol consenso de mayoría del 50 % obtenido con el análisis de inferencia bayesiana (IB) del marcador *ycf1-b*. Se muestran los valores de probabilidad posterior sobre las ramas.

B. MARCADOR *PHYC*

Para el marcador *phyC* se obtuvieron cinco secuencias, correspondientes a cinco especies para el grupo externo: *Fosterella micrantha* (1), *P. amblyosperma* (1), *P. densiflora* (1), *P. recurvata* (1), *P. wendlandii* (1); y 19 secuencias para el complejo PK, correspondientes a 11 especies. Los amplicones obtenidos de la PCR fueron solamente del material fresco, no obtuvimos resultados positivos con el material procedente de herbario. En el gel de electroforesis obtuvimos dos bandas de 900 a 1000 pb y otra de entre 1100 y 1200 pb. Las secuencias consenso individuales fueron de 1172 a 1202 pb; mientras que la longitud de la matriz alineada contiene 1180 pb, con un 2.7 % de caracteres informativos.

El árbol de consenso estricto generado con el análisis de MP tiene una longitud de 122 pasos, el IC fue de 0.86 y el IR fue de 0.70 y recupera a las especies de *Pitcairnia* como un grupo monofilético con un apoyo de bootstrap del 60%. En las FIGURAS 34-36 observamos diferentes topologías de los árboles en comparación con las obtenidas con el *locus* de cloroplasto, pero hemos de tomar en cuenta que se generaron menos secuencias y se incluyeron menos especies (ANEXO IV).

En todos los análisis, obtenemos un grupo formado por *P. wendlandii* y *P. densiflora* con un soporte del 99 BS; 1 PP. Mientras que *P. recurvata* y *P. amblyosperma* (BS 90; PP 0.99) forman un grupo hermano del resto de las especies empleadas del complejo PK (BS 91; PP 0.99). Todas las terminales de *P. karwinskyana* se agrupan en BI con un soporte de 0.51 PP (FIGURA 36), y en ML pero con un apoyo de menos del 50 % (FIGURA 35). *Pitcairnia robert-downsii* forma una tricotomía con las dos terminales de *P. palmeri* en los tres métodos filogenéticos (BSP 86, BSML 88, PP 1).

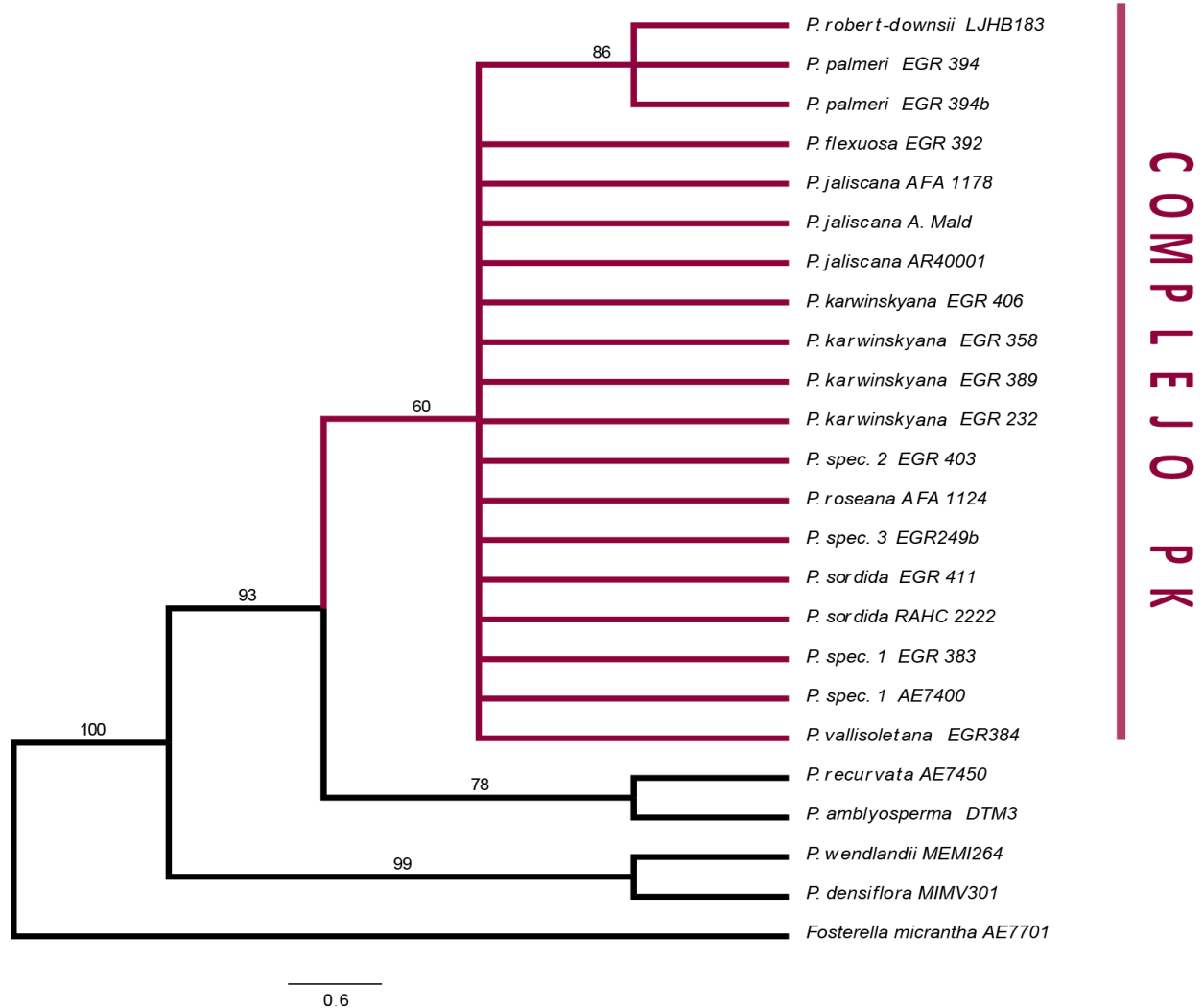


FIGURA 34. Árbol de consenso estricto (L= 122, CI= 0.86, RI=0.70) obtenido con parsimonia de 36 árboles igualmente parsimoniosos del marcador *phyC*. Los valores de bootstrap (>50) de 1 000 réplicas se muestran sobre las ramas. El complejo PK tiene un soporte de rama del 60%.

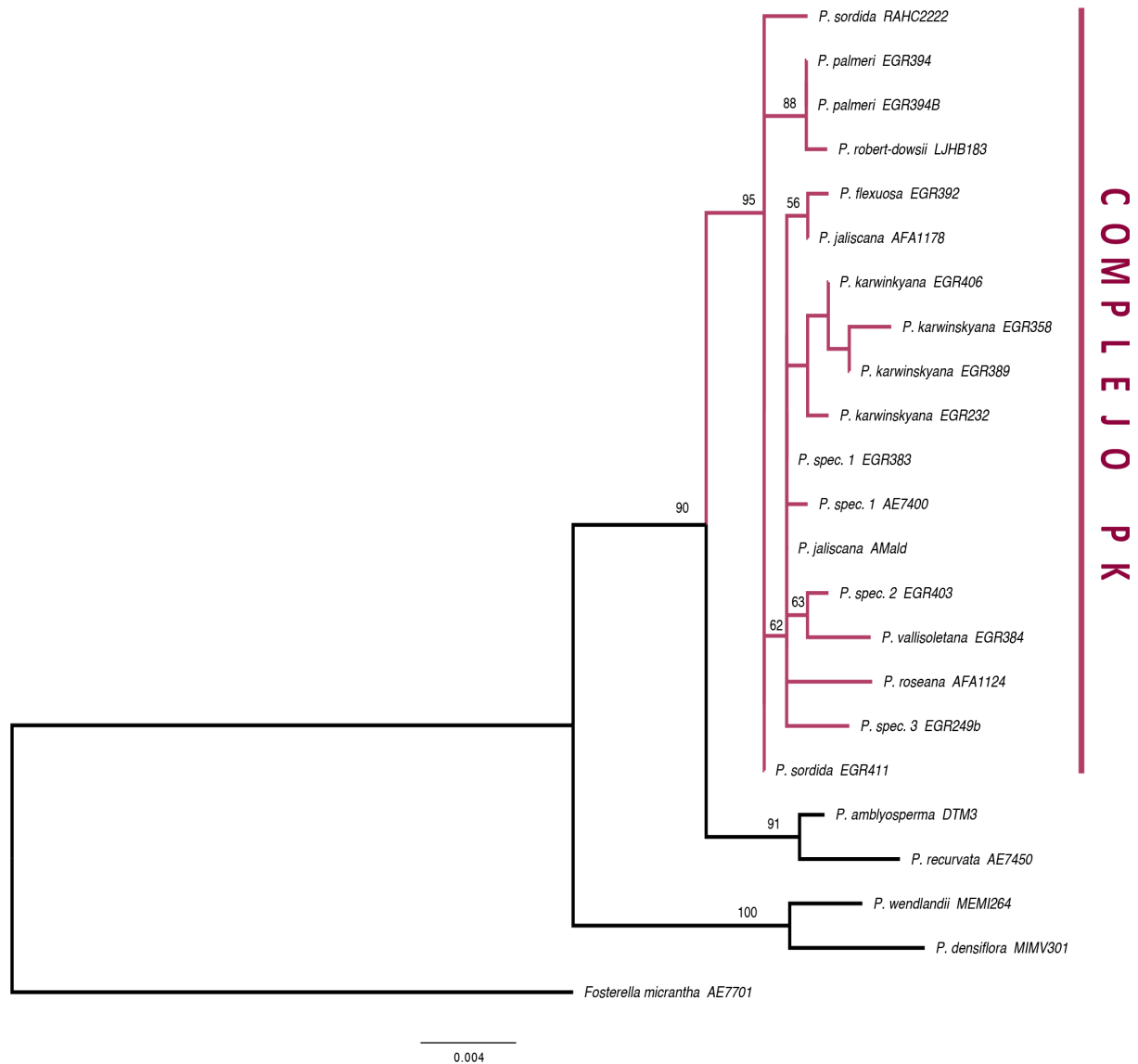


FIGURA 35. Árbol de máxima verosimilitud (ML) (log likelihood: -2350.7, 4793.399 AIC, modelo de evolución de secuencia TIM3+I) basado en el análisis de 1180 pares de bases del marcador *phyC*. Se muestran los valores de soporte de bootstrap (%) en la parte superior de las ramas cuando son superiores a 50%.

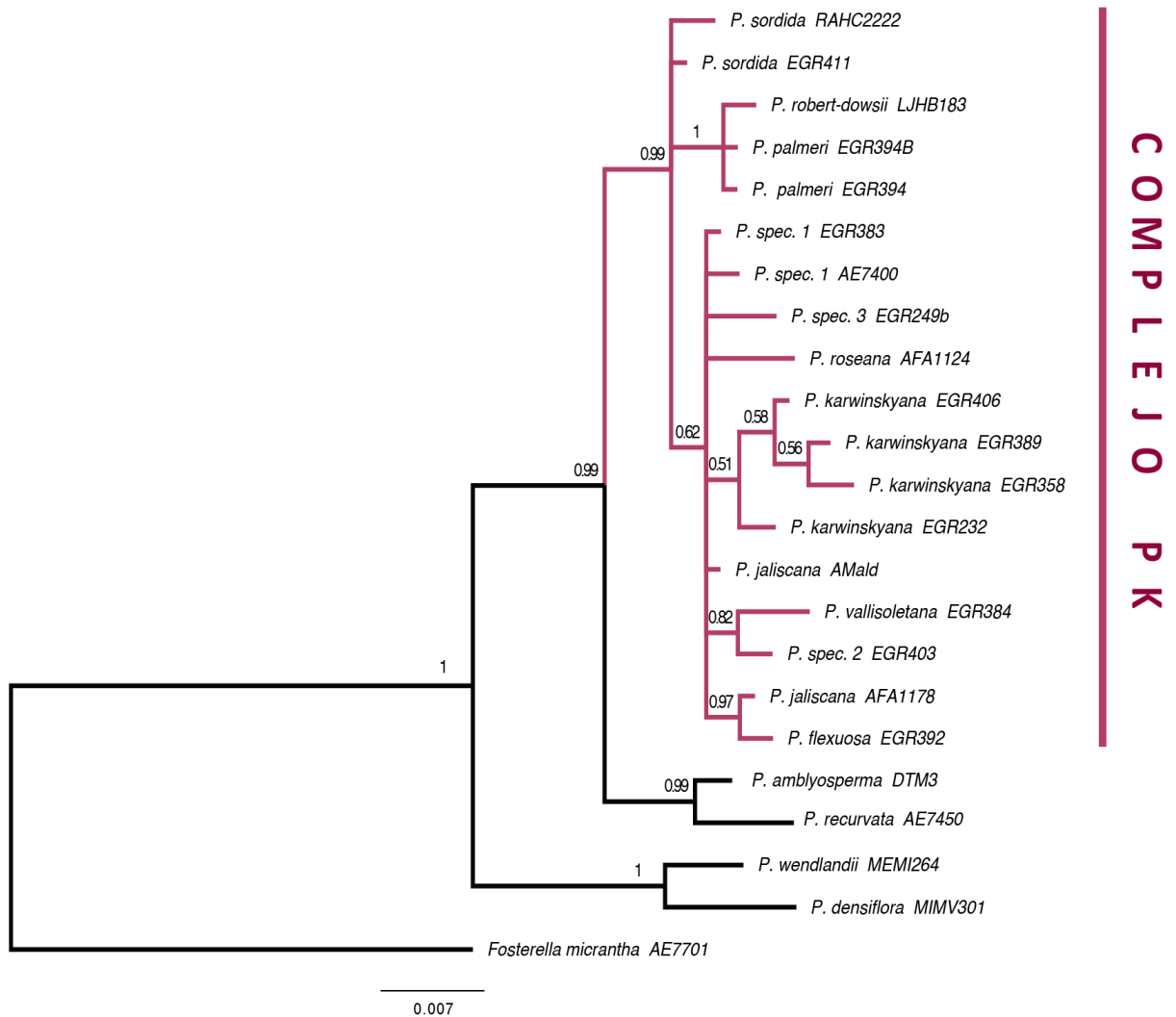


FIGURA 36. Árbol consenso de mayoría del 50 % obtenido con el análisis de inferencia bayesiana (BI) del marcador *phyC*. Se muestran también los valores de probabilidad posterior sobre las ramas.

C. MARCADORES YCF1-B + PHYC

La combinación de ambos marcadores dio como resultado una alineación con una longitud de 2155 pb, con 3.6% de caracteres informativos (TABLA 7). Los árboles generados de los análisis empleando parsimonia, máxima verosimilitud e inferencia bayesiana, muestran una topología similar entre ellos (FIGURAS 37- 39):

- Muestran a *Pitcairnia* como un grupo monofilético con un buen soporte (BSMP 100, BSML 99, PP 1).
- Un clado conformado por *P. wendlandi*, *P. imbricata* y *P. densiflora* aparece como grupo hermano del resto de las especies de *Pitcairnia* empleadas en el análisis.
- La posición de otro clado conformado por *P. amblyosperma*, *P. chiapensis* y *P. recurvata*, aparece como grupo hermano del grupo interno con un soporte de BSMP 96, BSML 99 y PP 1.
- Con respecto al clado del complejo PK, las especies forman un grupo monofilético con un soporte BSMP 94, BSML 95 y PP 1; dividido en dos subgrupos: A) formado por la mayoría del grupo interno (34 terminales, correspondientes a 14 especies), donde se observa una politomía no resuelta de casi todas las especies (BSMP 98, BSML 90, PP 1), mientras que el subgrupo B) conformado por *P. ringens* aparece como grupo hermano del resto de las especies del complejo PK con buen soporte (BSMP 99, BSML 100, PP 1).
- En cuanto al subgrupo A. La definición de los nodos internos es diferente. Se esperaría que algunas terminales se agruparan, solo las terminales de *P. pteropoda* y *P. ringens* se agrupan BSML 90, 100; PP 1, 1, respectivamente. Sin embargo, dos de los ejemplares de *P. karwinskyana* aparecen relacionados en BI con *P. spec. 1* con un soporte de PP 0.98.

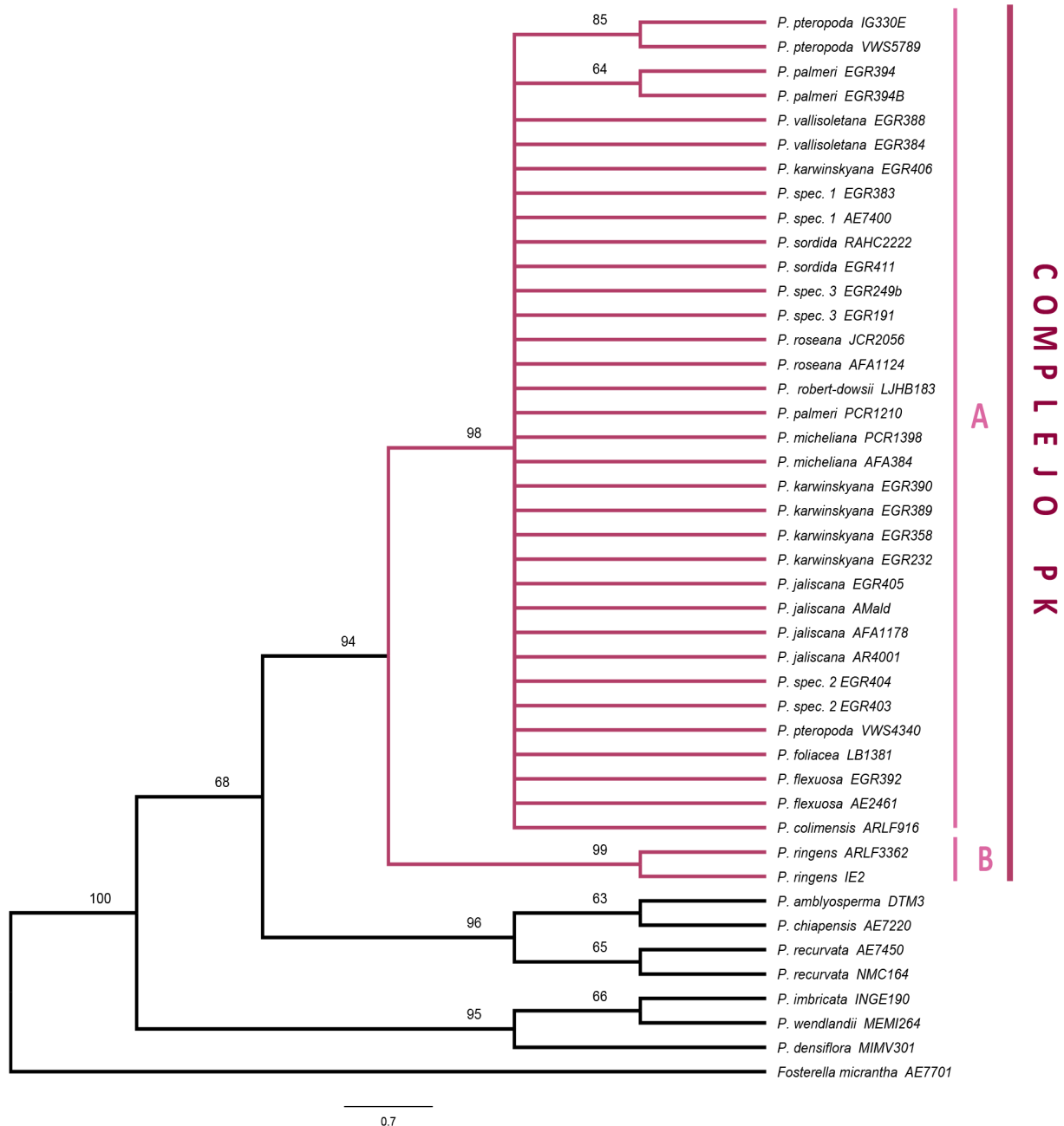


FIGURA 37. Árbol de consenso estricto (L= 248, CI= 0.71, RI=0.70) obtenido con parsimonia de 773 árboles igualmente parsimoniosos de los marcadores *ycf1-b* + *phyC*. Los valores de bootstrap (>50) de 1 000 réplicas se muestran sobre las ramas. El complejo PK tiene un soporte de rama del 94%.

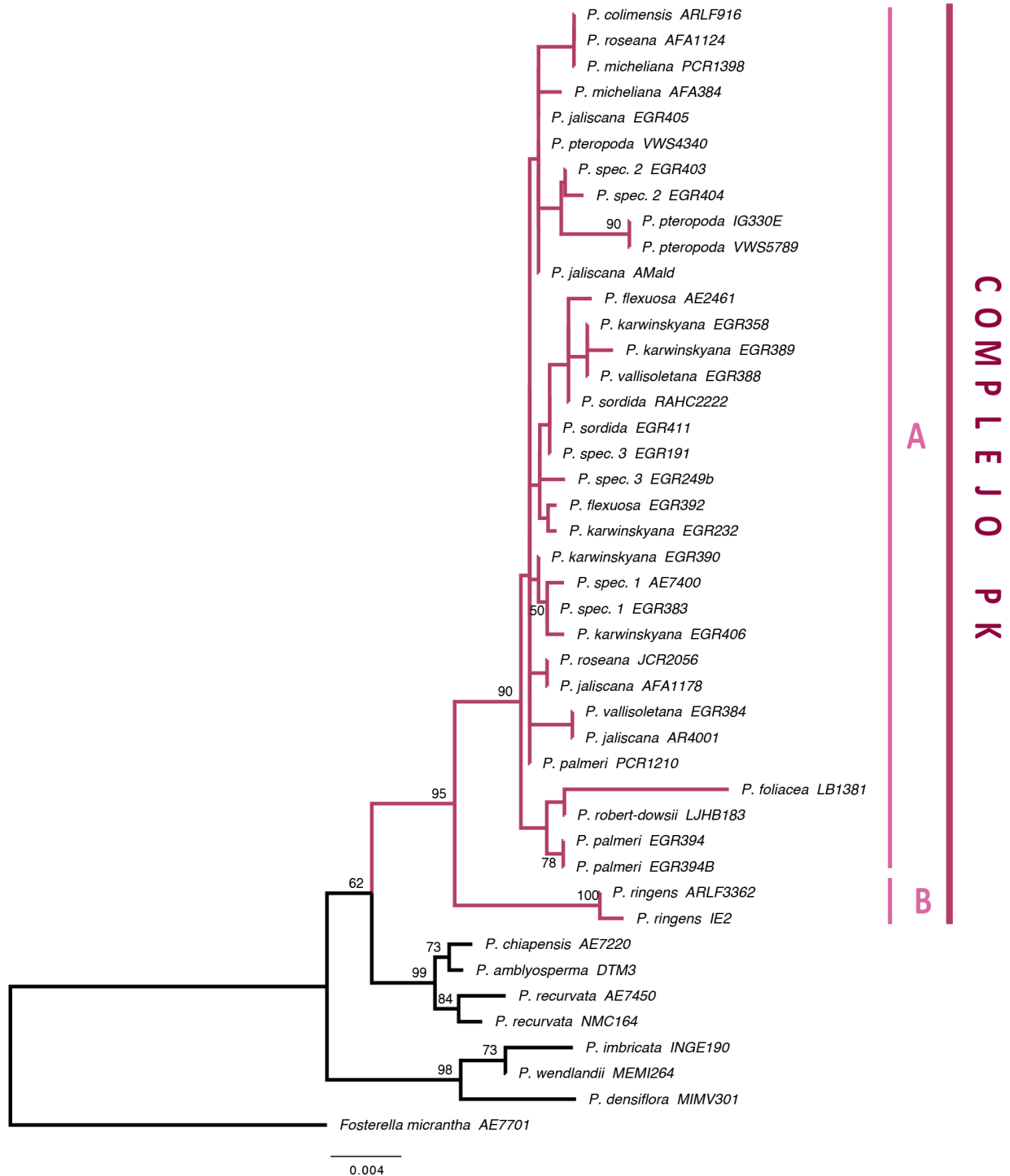


FIGURA 38. Árbol de Máxima Verosimilitud (ML) basado en el análisis combinado de los marcadores *ycf1-b* + *phyC*. Se muestran los valores de soporte de bootstrap (%) en la parte superior de las ramas cuando son superiores a 50%.

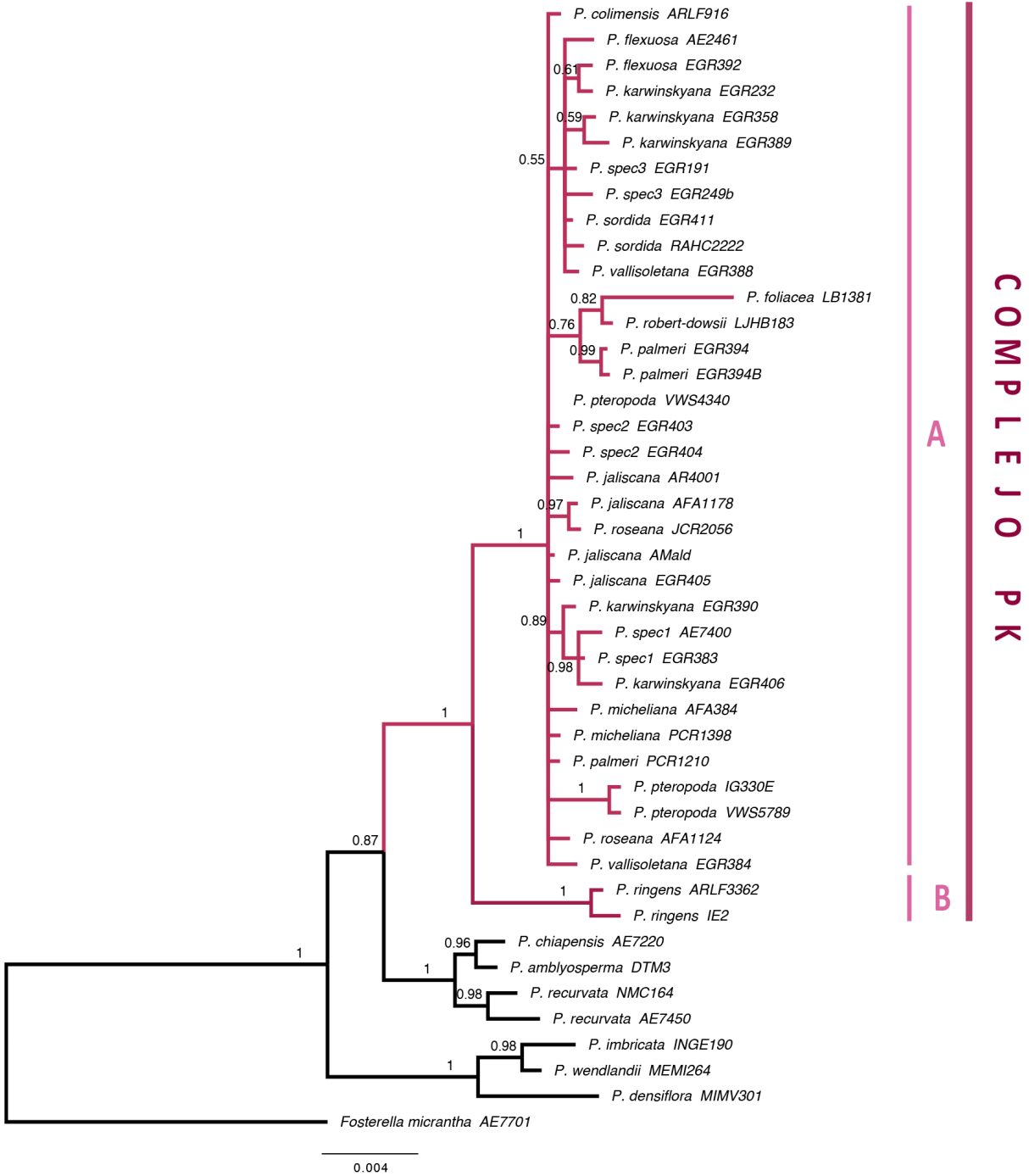


FIGURA 39. Árbol consenso de mayoría del 50 % obtenido con el análisis de inferencia bayesiana (IB) de los marcadores *ycf1-b* + *phyC*. Se muestran también los valores de probabilidad posterior sobre las ramas.

8.6.2. DATOS MORFOLÓGICOS

La matriz morfológica consistió en 26 especies y 24 caracteres variables e informativos para la parsimonia (ANEXO III). El análisis de parsimonia produjo 40 árboles igualmente parsimoniosos con una longitud de 93 pasos (CI=0.43 y RI=0.48) (TABLA 7). En el consenso estricto de todos los cladogramas más parsimoniosos (FIGURA 40), *Pitcairnia* aparece como monofilético con 100% de soporte de bootstrap. Dentro de éste, se observa una politomía con tres clados con un soporte bajo, dos de ellos pertenecen a las especies de *Pitcairnia* del grupo externo: 1) el primero con un soporte de 60 %, conformado por *P. chiapensis* y *P. amblyosperma*, ambas agrupadas por la forma oblonga de las brácteas florales (carácter (c) 20: no homoplásico) y la presencia de los apéndices basales en los pétalos (c 27: homoplásico); 2) el segundo clado con un soporte de 54 % formado por *P. densiflora*, *P. recurvata*, *P. wendlandii* y *P. imbricata*, agrupadas por la posición adpresa a erecta de las flores con respecto al raquis de la inflorescencia (c 18: homoplásico) y las flores apretadamente dispuestas (c 21: homoplásico). Mientras que 3) el tercer clado formado con un soporte del 66 % formado por las 19 especies del complejo PK, los caracteres que las agrupan son las hojas heteromorfas (c 3: homoplásico), la forma linear de las hojas verdes fotosintéticas (c 5: homoplásico), la presencia de una línea de absición en las hojas verdes fotosintéticas (c 7: no homoplásico), la presencia de las láminas espinosas (c 8: no homoplásico) y la ausencia de las hojas cuando las plantas florecen (c 10: no homoplásico). Cabe señalar que dentro de éste clado, hay un subclado con un soporte de 66 %, conformado por *P. cylindrostachya*, *P. micheliana*, *P. roseana* y *P. spec. 3* cuya sinapomorfía es la inflorescencia espigada (c 14) y la presencia de las hojas cuando las plantas florecen (c 10); mientras que las relaciones con el resto de los miembros del complejo PK no son claras. Asimismo, las relaciones del complejo PK con el grupo externo no fueron claramente resueltas.

Los resultados obtenidos de los análisis de ML y BI, son congruentes con los obtenidos con Parsimonia (árboles no mostrados), en los que los apoyos de ramas son bajos en ambos análisis.

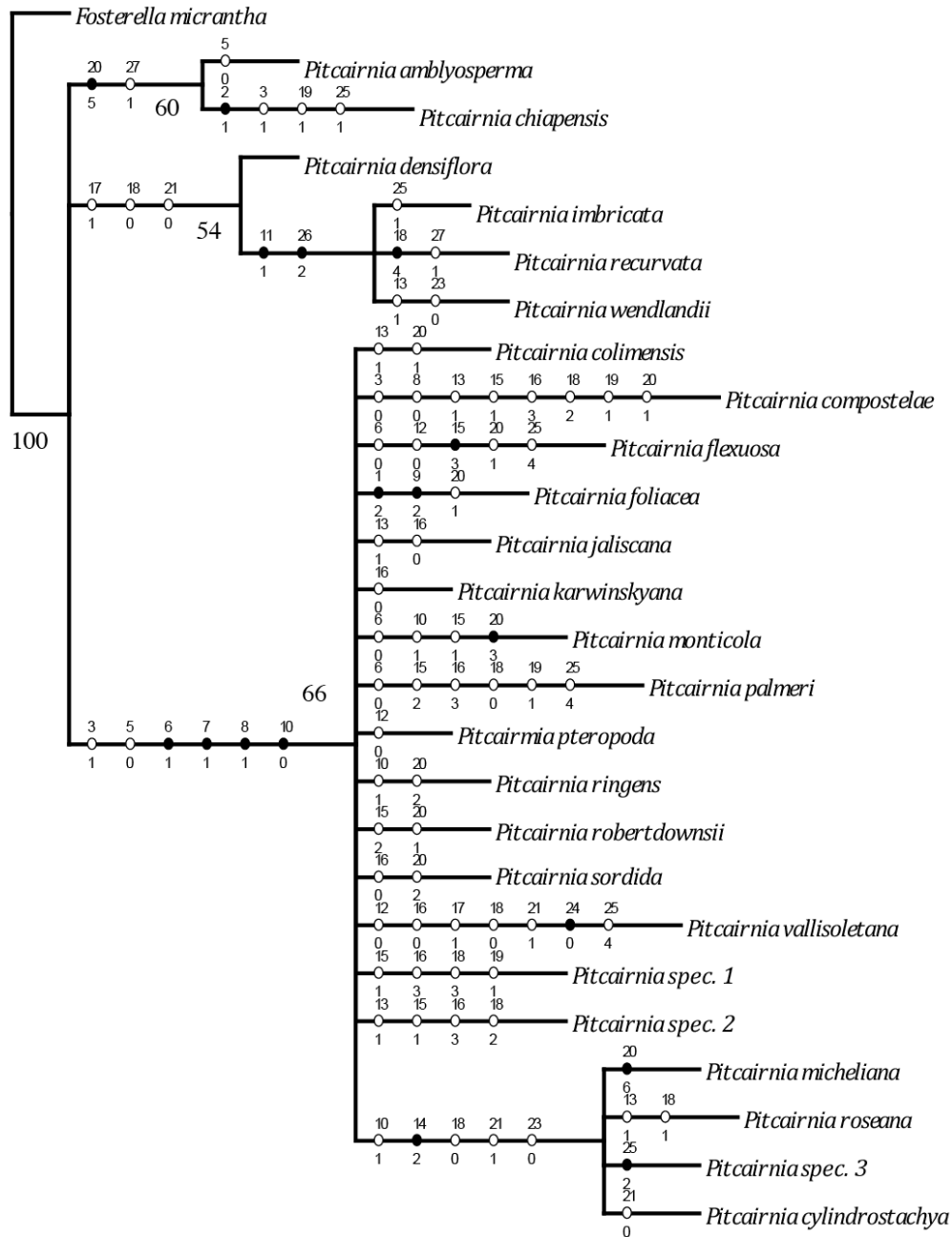


FIGURA 40. Árbol de consenso estricto ($L=93$, $CI=0.43$, $RI=0.48$) obtenido con parsimonia de 40 árboles igualmente parsimoniosos con caracteres morfológicos. Los valores de bootstrap (>50) de 1 000 réplicas se muestran al lado de los nodos. El complejo PK tiene un soporte de rama del 66 %. Los círculos blancos son: homoplasias y los círculos negros son: caracteres no homoplásicos. Los números arriba de los círculos representan el número de carácter y abajo los estados de carácter (ANEXO III).

8.6.3. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS MOLECULARES + MORFOLÓGICOS

Los árboles obtenidos con MP, MV y BI muestran similitudes y diferencias entre ellos:

- El complejo PK comparte un ancestro común con el grupo formado por *P. chiapensis*, *P. amblyosperma* y *P. recurvata* con valores bajos de soporte de BSMP 52, BSML 55 y PP 0.94.
- El complejo PK es monofilético con BSMP 93, BSML 92, PP 1, con tres sinapomorfías: las hojas heteromorfas, la forma linear de las láminas de las hojas verdes fotosintéticas, así como la presencia de una línea de absición en las hojas verdes.
- En MP hay una politomía en casi todas las especies del complejo. Algunas terminales de *P. vallisoletana* (BS 91), *P. palmeri* (BS 81), *P. karwinskyana* (BS 75), *P. pteropoda* (BS 55) y *P. flexuosa* (64) quedan agrupadas cada una. Un subgrupo con una bajo soporte (BS 54) conformado por: *P. colimensis*, *P. jaliscana*, *P. spec.2*, *P. compostelae*, *P. spec. 1*, *P. roseana*, *P. micheliana*, *P. cylindrostachya* y *P. spec. 1* (FIGURA 41).
- En ML (FIGURA 42) e BI (FIGURA 43), el complejo PK nuevamente se divide en dos subgrupos: el grupo A) formado por 17 especies (BSML 52, PP 0.91) y B) conformado por las terminales de *P. ringens* y *P. monticola* (BSML 63, PP 0.74). Dentro del subgrupo A hay una politomía de casi todas las especies; mientras que el subgrupo B (*Pitcairnia ringens* y *P. monticola*) aparecen como grupo hermano del resto de las especies del complejo.
- En la FIGURA 43, con BI algunas terminales quedan agrupadas como en *P. vallisoletana* (PP 1), *P. palmeri* (PP 0.93), *P. flexuosa* (PP 0.97), *P. pteropoda* (PP 0.9), *P. spec. 2* (PP 0.79), *P. spec. 3* (0.96). Algunas terminales de *P. karwinskyana* quedan agrupadas (PP 0.99); sin embargo otras quedan agrupadas con *P. spec. 1* (PP 0.56).

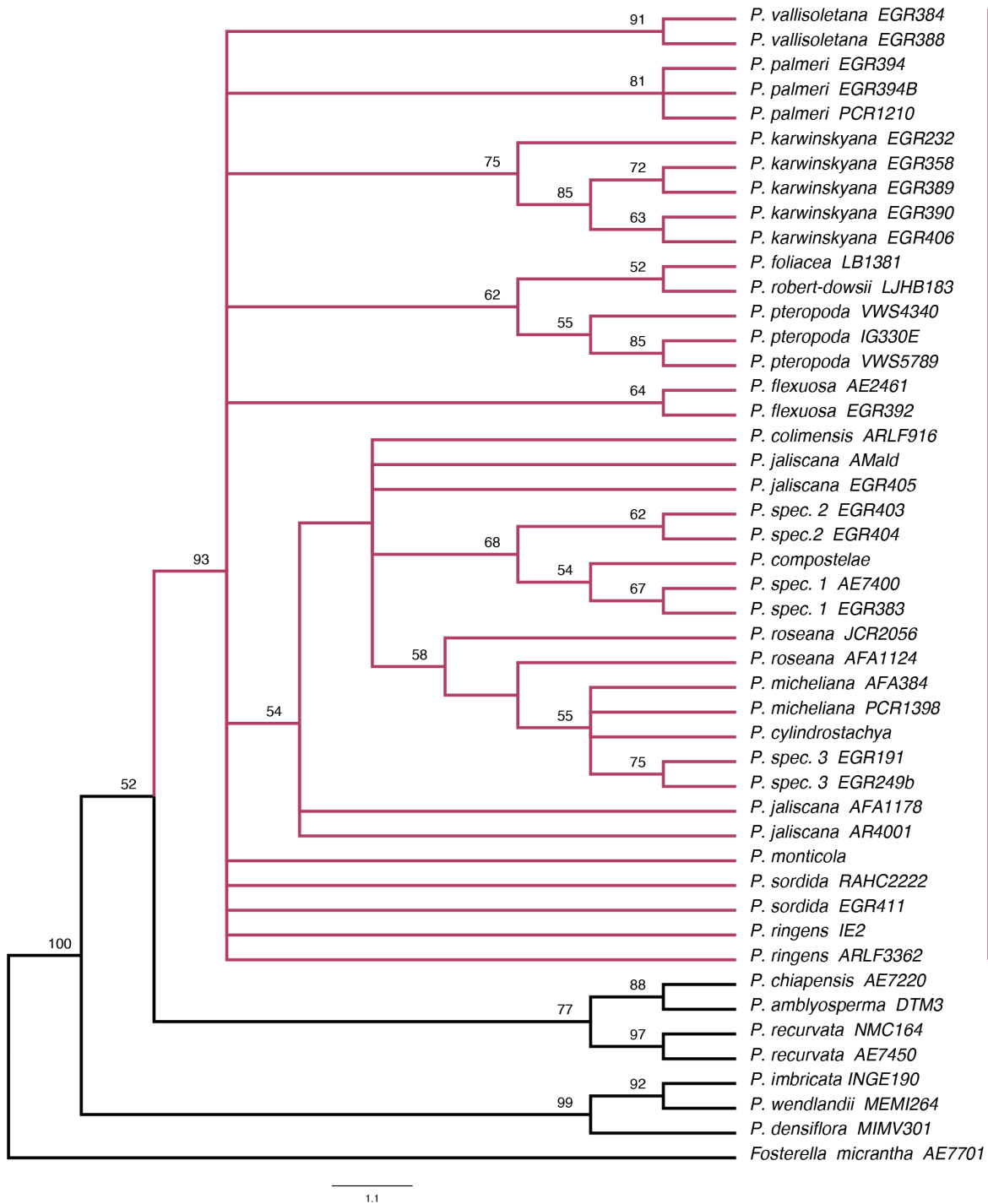


FIGURA 41. Árbol de consenso estricto (CI= 0.59, RI=0.66) obtenido con parsimonia de 681 árboles igualmente parsimoniosos con caracteres morfológicos. Los valores de bootstrap (>50) de 1 000 réplicas se muestran al lado de los nodos. El complejo PK tiene un soporte de rama del 93 %.

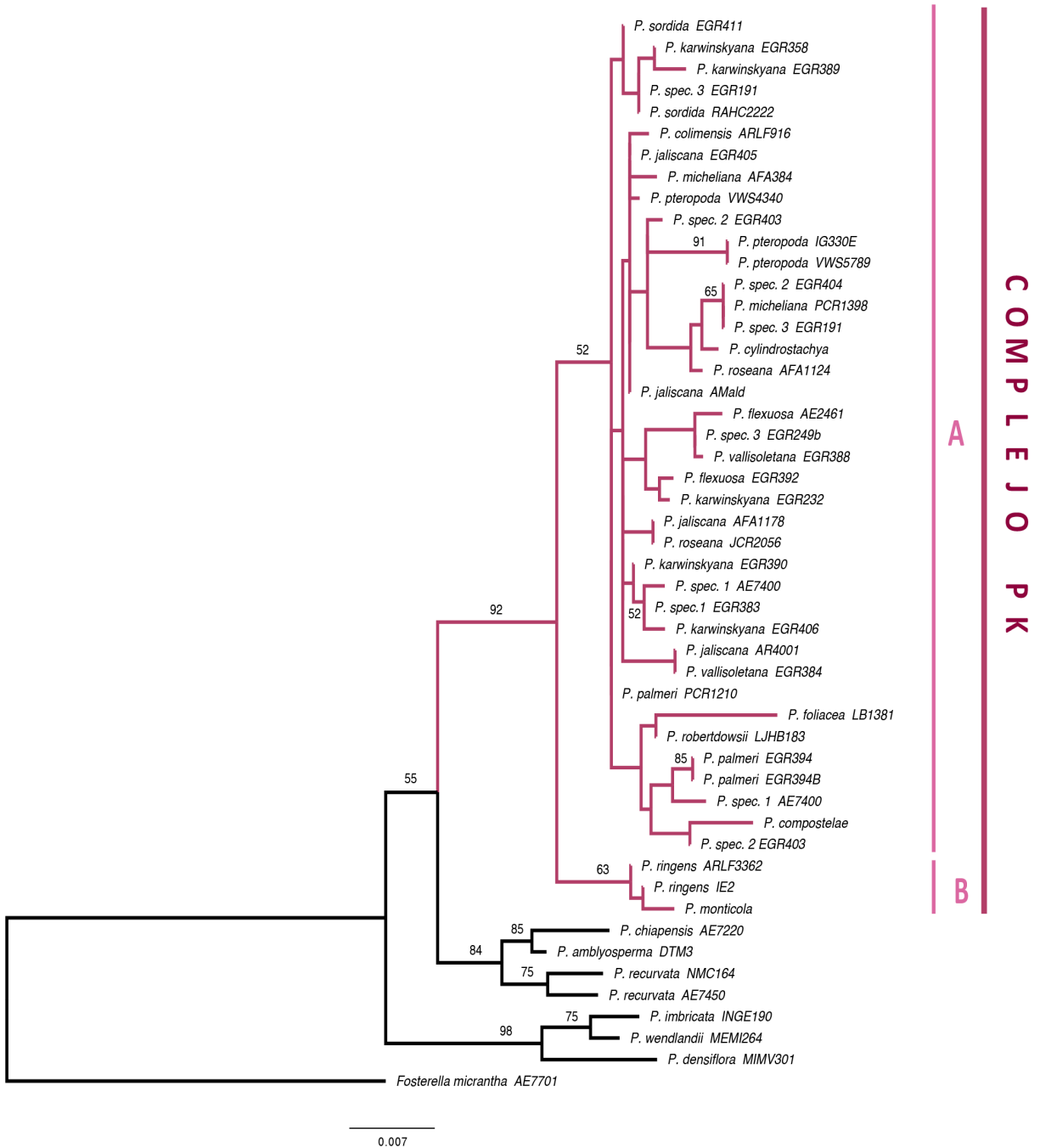


FIGURA 42. Árbol de máxima verosimilitud (ML) (log likelihood: -4781.385, 9790.77 AIC), basado en el análisis empleando los datos morfológicos + moleculares (*ycf1-b* + *phyc*). Se muestran los valores de soporte de bootstrap (%) en la parte superior de las ramas cuando son superiores a 50%

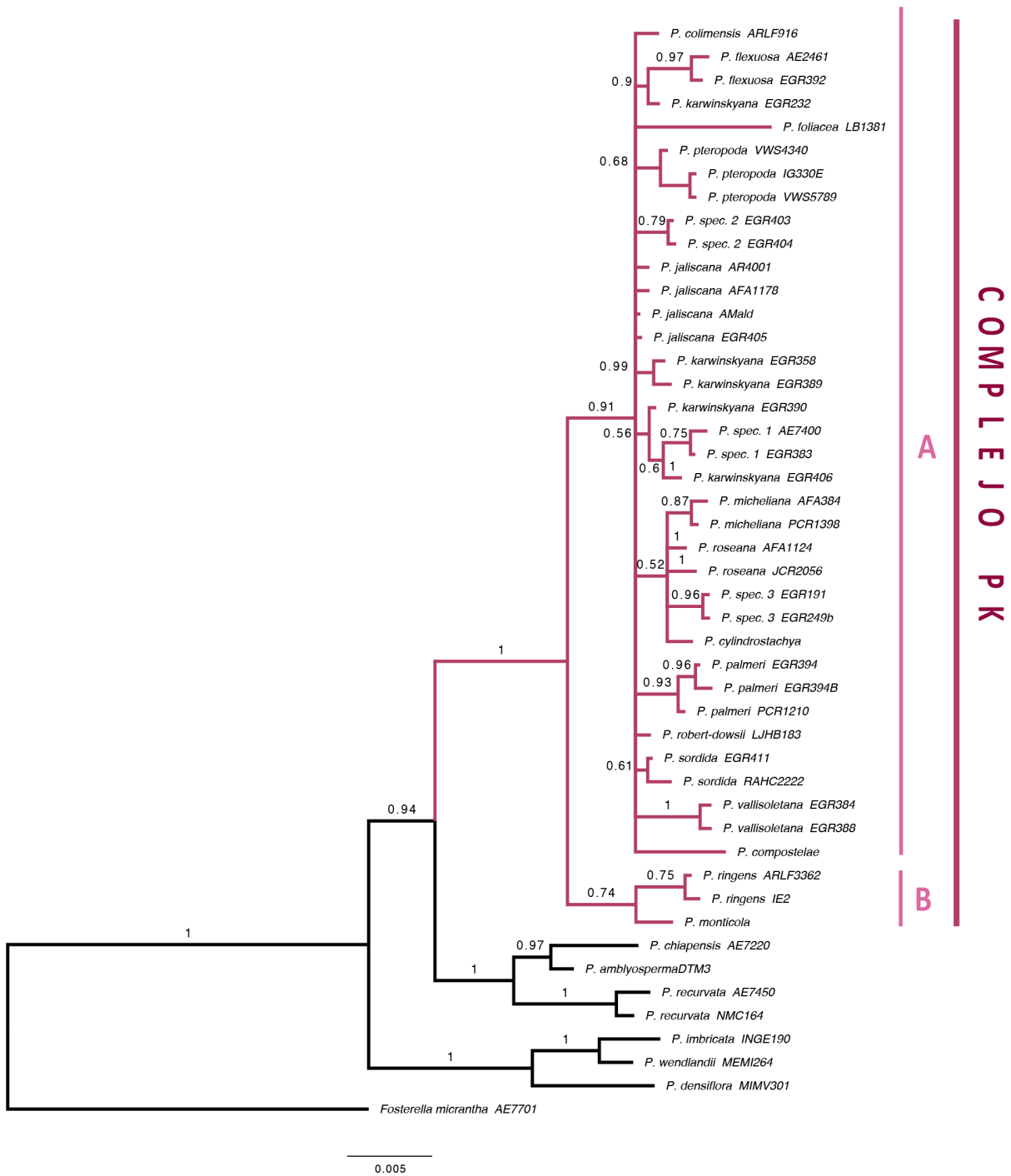


FIGURA 43. Árbol consenso de mayoría del 50 % obtenido con el análisis de inferencia bayesiana (IB) de los datos morfológicos + moleculares (*ycf1-b* + *phyC*). Se muestran también los valores de probabilidad posterior sobre las ramas.

9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

9.1. TAXONOMÍA DEL COMPLEJO PK Y CIRCUNSCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

La historia taxonómica del complejo *Pitcairnia karwinskyana*, aquí referido como complejo PK, ha sido confusa y controversial a lo largo de varios años. Desde el planteamiento del presente proyecto se sabía que las especies de este grupo representaban un reto.

Este estudio incluye el mayor número de especies mexicanas de *Pitcairnia* analizadas hasta el momento, así como la evaluación e integración de múltiples fuentes de evidencia para la toma de decisiones taxonómicas y nomenclaturales de las especies que han sido históricamente asociadas al complejo "*Pitcairnia karwinskyana*" y/o especies morfológicamente afines.

Como resultado de la revisión detallada de 1 173 ejemplares herborizados, depositados en diversas colecciones institucionales, incluyendo el material tipo de los nombres involucrados, así como la recolección en campo de material de nueve especies del grupo de estudio y la integración de análisis multivariados empleando datos morfológicos y moleculares e incluyendo información geográfica, fue posible detectar errores de identificación y de delimitación taxonómica de las especies en cuestión, lo que permitió aclarar problemas nomenclaturales y el reconocimiento de tres taxa no descritos para la ciencia y un cambio del estatus taxonómico de una variedad a especie (González-Rocha *et al.*, 2018). En este trabajo se reconocen 19 especies del complejo PK (TABLA 2): *P. colimensis*, *P. compostelae*, *P. cylindrostachya*, *P. foliacea*, *P. jaliscana*, *P. karwinskyana*, *P. micheliana*, *P. monticola*, *P. palmeri*, *P. pteropoda*, *P. ringens*, *P. robert-downsii*, *P. roseana*, *P. sordida*, *P. vallisoletana*, así como tres taxa nuevos para la ciencia, uno procedente de los estados de México y Morelos (*Pitcairnia spec. 1*) (FIGURA 66), otro de Jalisco (*P. spec. 2*) (FIGURA 68) y uno más de Guerrero, Morelos y Puebla (*P. spec. 3*) (FIGURA 69). Este complejo de especies representa 27 % de los taxa de *Pitcairnia* reportados para el país y 57 % de las especies endémicas del género (Espejo-Serna y López-Ferrari, 2018).

9.2. ANÁLISIS MULTIVARIADOS

La identificación, delimitación y descripción de especies han sido aspectos controvertidos en los campos de la biología Sistemática y Evolutiva (Pinheiro *et al.*, 2019). Los complejos de especies representan modelos para comprender la especiación y la evolución y probablemente la mayor dificultad para delimitar las especies de un grupo con caracteres

similares, está asociada con las primeras etapas del proceso de formación de nuevas especies (Pinheiro *et al.*, 2018). En este sentido, los resultados de los análisis multivariados realizados en el presente trabajo reflejan que este grupo de plantas es de complicada delimitación, ya que particularmente sus flores son muy similares, sin embargo algunas variables morfológicas combinadas como las características del pedúnculo y de la inflorescencia ayudan a separarlas .

Algunos autores habían utilizado caracteres como la presencia de un ala o carina en los sépalos, el ala en la base de los pedicelos y el tamaño de las brácteas florales y su longitud con respecto a la de los pedicelos, para delimitar a los taxa del complejo; desafortunadamente todos ellos son difíciles de observar en material herborizado (Smith y Downs, 1979; McVaugh 1989). Con el propósito de probar la utilidad de dichos caracteres, se abordó su análisis con parámetros estadísticos, además de proponer otros caracteres adicionales que pudieran ser útiles en la separación y reconocimiento de las especies, tales como la orientación de los pedicelos y de las flores con respecto al eje de la inflorescencia, o la proporción de las brácteas florales que sobrepasan, igualan o no a los pedicelos o sépalos, por lo que se evaluaron 75 variables morfológicas.

Con los análisis multivariados, evaluamos las especies propuestas para averiguar si había un patrón fenético claro con un soporte estadístico, utilizando los tipos nomenclaturales de todos los nombres hasta ahora publicados y tomando una muestra representativa de cada especie. Sin embargo el número de ejemplares disponibles por especie fue un factor limitante, por lo que en algunos casos hubo que eliminar de los análisis algunos taxa que no contaban con material adecuado y completo. En 2018, González-Rocha *et al.*, evaluaron la delimitación de las especies del grupo *Pitcairnia palmeri*, utilizando un menor número de taxa y de ejemplares de herbario de los analizados en el presente estudio y como resultado de la inclusión de más ejemplares y de taxa adicionales, se corrobora en el fenograma obtenido, la separación de *P. robert-dowsii* y de *P. palmeri*. Asimismo y de acuerdo con los análisis de agrupamiento y de discriminantes, así como la distribución geográfica, los ejemplares procedentes de Morelos y del estado de México, que habían sido identificados por largo tiempo como *P. palmeri*, corresponden a una especie no descrita lo que confirma nuestra hipótesis de que se trataba de una entidad taxonómica diferente, la cual referimos como *Pitcairnia spec. 1*.

Durante varios años, *Pitcairnia karwinskyana* y *P. jaliscana* han sido tratadas como sinónimos por varios autores (McVaugh, 1989; Smith y Downs, 1974), ya que son especies muy

parecidas morfológicamente, tal como lo evidencia el resultado obtenido en el análisis de conglomerados en el que varios ejemplares quedan mezclados entre sus grupos. Ambos taxones presentan flores pediceladas, brácteas florales que cubren por completo al pedicelo y brácteas del pedúnculo tan largas que lo igualan o lo sobrepasan. Sin embargo, se pueden distinguir por otras características morfológicas, como la presencia o no de indumento en las hojas y las brácteas del pedúnculo, o bien por caracteres ecológicos como la fenología, los patrones de distribución geográfica (FIGURA 52) y el hábitat en el que prosperan. Al analizar material procedente, tanto del Estado de México como de Morelos, pudimos constatar que en realidad *P. karwinskyana* es una especie muy variable y en general se trata de plantas glabras a glabrescentes en las que el tamaño de las brácteas del pedúnculo, incluso en individuos de una misma población, varía mucho, pudiendo encontrarse individuos con brácteas más cortas o a veces más largas que el pedúnculo, lo que ha provocado problemas en su delimitación con respecto a las otras especies. Sin embargo, en las plantas de *P. jaliscana* las brácteas del pedúnculo lo sobrepasan siempre y el indumento, tanto en las hojas como en las brácteas del pedúnculo, es blanco lepidoto.

Por otra parte, durante la revisión exhaustiva de los ejemplares herborizados se detectaron especímenes, procedentes de Jalisco, identificados como *Pitcairnia karwinskyana* y/o *P. jaliscana* que no coincidían con las características de los tipos nomenclaturales de dichos nombres; posteriormente pudo recolectarse material vivo en la región de Mazamitla, Jalisco, para corroborar su identidad y si bien no fue posible incluirlo en los análisis estadísticos, la revisión morfológica de los especímenes permitió constatar que en realidad corresponden a otra novedad, ya que las plantas presentan un denso y blanco indumento en casi todas las estructuras vegetativas y florales, en contraste con las de las especies con las que había sido previamente confundida (*P. karwinskyana*, *P. pteropoda* y/o *P. jaliscana*), por lo que fue descrita con el nombre de *Pitcairnia spec. 2*.

Otro grupo de ejemplares, que había sido previamente identificado por varios autores con los nombres de *Pitcairnia roseana* o *P. micheliana* (Pulido-Esparza *et al.*, 2004; Espejo-Serna y López-Ferrari, 2010; González-Rocha, 2014; González-Rocha *et al.*, 2016), al ser comparado con los tipos nomenclaturales correspondientes mostró ser claramente distinto de *P. roseana* y más similar a *P. micheliana*. En el fenograma obtenido, algunos especímenes de dichos ejemplares se intercambian con *P. micheliana* y viceversa, pero ambos grupos se conservan. Sin embargo, se diferencian por el tamaño de sus inflorescencias, por el indumento de sus hojas, de las brácteas florales y las del pedúnculo. Aquí sugerido como *Pitcairnia spec. 3*.

Cabe señalar que un problema general de todas las técnicas multivariadas es el llamado “maldición de la dimensionalidad” que consiste en que la eficiencia en la clasificación de las UE disminuye a medida que aumenta el número de dimensiones o variables (Palacio *et al.*, 2020); esto se ve reflejado en los resultados de los análisis factoriales obtenidos al incluir 22 taxa y 75 variables. Sin embargo, este trabajo emplea un mayor número de taxa y de variables, en contraste, con otros trabajos donde se ha evaluado la circunscripción de diferentes grupos de especies de la familia Bromeliaceae con técnicas multivariadas, en los cuales se han incluido un menor número de taxa, de UE y de variables como el complejo *Pitcairnia corcovadensis* donde se evaluó la circunscripción de 3 taxa (43 UE) con 9 variables (Wendt *et al.* 2000), el complejo *Vriesea paraibica*: 4 taxa (81 UE) y 18 variables (Costa *et al.* 2009), en *Aechmea* subgénero *Macrochordion*: 6 taxa (38 UE) con 16 variables cualitativas (de Faria *et al.*, 2010), en el complejo *T. utriculata* L., donde evaluaron 3 taxa (36 UE) con 13 variables cuantitativas (Pinzón *et al.*, 2011).

9.3. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS CON DATOS MOLECULARES

La obtención de secuencias para cada uno de los marcadores utilizados varió en función del material disponible, 44 para *ycf1-b*, correspondientes a 16 especies del complejo PK y siete del grupo externo, cifra que representa 42 % de las 54 especies de *Pitcairnia* presentes en el país (Espejo-Serna y López-Ferrari, 2018); mientras que para *phyC* se obtuvieron 24, correspondientes a 11 especies del complejo PK y cinco del grupo externo (29 %) (ANEXO IV).

Hubo problemas para amplificar el marcador de núcleo *phyC*, especialmente en el caso de las muestras de herbario y si bien se obtuvieron secuencias de ambos marcadores a partir del material herborizado, las de mala calidad fueron descartadas para los análisis, por lo que fue necesario excluir de los análisis moleculares a las especies *Pitcairnia compostelae*, *P. cylindrostachya* y *P. monticola*. La principal limitante durante la realización del proyecto fue la imposibilidad de obtener muestras vivas para la extracción de ADN de todas las especies del complejo y de otras especies mexicanas de *Pitcairnia*. No obstante, este trabajo es el primero en el que se incluyen más especies mexicanas del género en un análisis filogenético, evaluado a través de datos moleculares, morfológicos y combinados.

Si bien es cierto que en todos los análisis filogenéticos realizados el grupo del complejo *Pitcairnia karwinskyana* resulta monofilético, ninguno resuelve, de manera integral las

relaciones del grupo interno. La combinación de secuencias de cloroplasto y núcleo tienen un mejor soporte de bootstrap que los análisis individuales correspondientes.

Las topologías de los filogramas obtenidos por los diferentes métodos de inferencia filogenética, muestran un acomodo diferente en las especies de *Pitcairnia* usadas como grupo externo. Los árboles generados con *ycf1-b* muestran un grupo formado por *Pitcairnia chiapensis*, *P. amblyosperma*, *P. recurvata* y *P. imbricata*, *P. wendlandii* y *P. densiflora*, como grupo hermano del resto del complejo PK. Sin embargo, los generados con *phyC* y los combinados (*ycf1-b+phyC*), muestran un arreglo distinto, ya que *P. chiapensis*, *P. amblyosperma* y *P. recurvata* aparecen como grupo hermano del resto del complejo. Esta diferencia entre las topologías resultado de ambos marcadores, podría ser consecuencia de las diferencias en el número de especies utilizadas para cada uno.

En todos los árboles obtenidos el clado del complejo PK, se divide en dos subgrupos: A) uno conformado por 14 especies en el caso de los análisis para *ycf1-b* y 11 en el de *phyC* y B) otro subgrupo conformado solo por las terminales de *Pitcairnia ringens*. Dentro del subgrupo A, hay una politomía de casi todas las especies, la resolución de los árboles no es suficiente para dilucidar las relaciones entre las especies del grupo interno, mientras que *P. ringens* aparece como especie hermana del resto del complejo, aunque dicha posición solo se pudo confirmar con el marcador *ycf1-b*. Por otro lado, estos dos subgrupos de segregación formados concuerdan con el patrón geográfico de los taxa: *Pitcairnia ringens* es una especie que habita en la vertiente del Golfo de México, mientras que las especies restantes del grupo de estudio se distribuyen en la vertiente del Pacífico. Morfológicamente, *Pitcairnia ringens* tiene flores pediceladas y las hojas verdes fotosintéticas están presentes durante la floración, condición que es rara en el resto de las especies con flores pediceladas del grupo interno y pudiera estar ligada al hábitat en el que esta especie prospera, ya que habita principalmente en zonas más húmedas de bosques mesófilos de montaña. Schütz (2011) en su estudio sobre el género *Deuterocohnia*, encontró que las topologías obtenidas, podían ser el resultado de una correlación geográfica entre los haplotipos más que mostrar las relaciones taxonómicas entre las especies, ya que especímenes de una misma zona geográfica compartían el mismo haplotipo, independientemente de la especie a la que pertenecían, sugiriendo que las poblaciones existentes, de las diferentes especies, todavía están conectadas por el flujo de genes. Palma-Silva *et al.* (2011) también encontraron un patrón geográfico, más que taxonómico, en sus análisis con microsatélites de plástido y núcleo para cuatro especies de

Pitcairnia que se distribuyen simpátricamente sobre varios inselbergs en Río de Janeiro, Brasil.

En varios estudios filogenéticos realizados con diversos representantes de Bromeliaceae se han empleado *loci* individuales, los cuales tampoco han revelado las relaciones con suficiente detalle (Crayn *et al.*, 2000; Givnish *et al.*, 2007) y al parecer el uso de diferentes marcadores combinados tampoco muestra una resolución más fina a nivel infraespecífico, lo que coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio (Barfuss *et al.*, 2005; Rex *et al.* 2009; Schubert, 2017). Existe controversia sobre si se requiere incluir en los análisis un mayor número de muestras o de taxa o bien, aumentar el número de marcadores empleados y que tengan una buena resolución filogenética (Barfuss *et al.*, 2005; Schubert, 2017). Las politomías representan una incertidumbre en las hipótesis sobre las relaciones filogenéticas entre las especies. Como ya se ha mencionado antes, el trabajo de Schubert (2017) representa hasta ahora el análisis sistemático con un enfoque filogenético con el mayor número de especies (141) de *Pitcairnia* incluidas y con el mayor número de marcadores utilizados (cuatro marcadores de cloroplasto (*matK*, *rpl32-trnL*, *rps16-trnK* y *ycf1*) y tres de núcleo (*phyC*, *rpb2*, *g3pdh*)). Dicho autor reconoció dos grandes clados en el género, cada uno dividido en 6 grupos monofiléticos, sin embargo las relaciones entre los grupos de especies tampoco quedaban resueltas y a menudo formaban politomías, sugiriendo que sus resultados podrían ser explicados en función de la reciente diversificación de las especies del género, o bien por la existencia de procesos de introgresión y formación de híbridos en el grupo (Wendt *et al.*, 2000).

Por otra parte, en el estudio del complejo *Pitcairnia flammea* compuesto por *P. albiflos* y *P. staminea*, especies normalmente alopátricas, pero que crecen de forma simpátrica en un área pequeña en el monte Corcovado en Río de Janeiro, Brasil; Wendt *et al.* (2001) demostraron que ambas son capaces de autofertilizarse y también de formar híbridos entre sí. La baja variabilidad genética de las especies del complejo PK, se refleja en la baja resolución de los árboles (Schütz, 2011), situación común en otros estudios (Krapp, 2009; Schütz, 2011), quizá por su corto tiempo de divergencia y que aún no se han acumulado gran cantidad de mutaciones (Givnish *et al.* 2011). Sin embargo, según Schütz (2011) la falta de resolución del árbol quizá no solo se debe a la baja variación, sino también al flujo de genes interespecíficos en curso que impide una diferenciación genética más fuerte. En este sentido, sería interesante abordar estos aspectos en un estudio de genética de poblaciones de las especies de *Pitcairnia* mexicanas.

9.4. ANÁLISIS FILOGENÉTICOS CON DATOS MORFOLÓGICOS

En cuanto al análisis cladístico empleando 26 especies y 27 caracteres, encontramos una alta proporción de homoplasias, estimado a través de los índices CI y RI. Asimismo hay varios caracteres homoplásicos y bajos valores de soporte de los clados obtenidos con el análisis de parsimonia. Dichos resultados coinciden con los de Pereira-Saraiva *et al.* (2015), a pesar de que en su estudio los autores utilizaron un mayor número de ejemplares y de caracteres, tanto micro como macromorfológicos. Esta es una situación recurrente en las filogenias basadas en caracteres morfológicos (Forzza 2001; Faria *et al.*, 2004; Almeida *et al.*, 2009), probablemente debido a la diferencia entre el número de caracteres codificados en comparación con los datos moleculares. La familia Bromeliaceae presenta un número considerable de homoplasias, ya que las múltiples invasiones de linajes relacionados en ambientes similares dieron como resultado la evolución convergente de rasgos (Givnish *et al.*, 2007), este origen repetido e independiente limita e impide la comprensión de las relaciones filogenéticas (Faria *et al.*, 2004).

En el árbol de consenso estricto obtenido con MP, *Pitcairnia* aparece como monofilético (BS 100) y aunque el clado PK resulta monofilético presenta un soporte bajo de BS 66. De acuerdo con los resultados del análisis, las sinapomorfías del complejo PK son la presencia de hojas heteromorfas, la forma linear de las hojas verdes fotosintéticas y la presencia de la línea de abscisión en éstas.

9.5. CONCLUSIÓN

Este trabajo representó el inicio de un proceso que incluye la caracterización del grupo, la resolución de problemas nomenclaturales y de delimitación taxonómica, la descripción completa de las especies que lo integran y la formalización de las novedades taxonómicas encontradas, así como la obtención de material genético necesario para evaluar hipótesis de relaciones filogenéticas entre los taxa involucrados. Nuestros resultados demuestran que el complejo PK es monofilético, sin embargo las relaciones entre las especies no fueron adecuadamente resueltas empleando datos moleculares ni morfológicos, dada la baja variabilidad de los marcadores usados y al alto número de homoplasias.

10. PERSPECTIVAS

Los resultados obtenidos en el presente estudio proporcionan datos para el conocimiento taxonómico, florístico y filogenético de *Pitcairnia* y por ende de las Bromeliaceae, sin embargo, una de las limitantes más importante fue la escasez de material herborizado de cada una de las especies estudiadas y que además los ejemplares estuvieran incompletos. Por tal motivo, es importante que en posteriores investigaciones se haga énfasis en la obtención de material completo. Sin embargo, algunas especies se distribuyen en zonas de alto riesgo por problemas de narcotráfico (por ejemplo en Inguarán, Michoacán), por lo que planear viajes de exploración es complicado.

La revisión detallada de numerosos especímenes, tantos como fue posible, de cada una de las especies consideradas como parte del grupo, a lo largo de estos años, ha revelado rasgos taxonómicamente útiles que necesitan ser evaluados en un contexto taxonómico, anatómico y filogenético más amplio. Las especies de *Pitcairnia* son acrescentes y es importante tener en consideración a la hora de seleccionar caracteres importantes y diagnósticos. Entre estos destacan: el indumento de las hojas verdes fotosintéticas ya que algunas especies son completamente glabras mientras que algunas otras tienen indumento sólo en el margen foliar y otras más son densamente lepidotas abaxialmente; sin embargo, este carácter es muy difícil de analizar en ejemplares de herbario, debido a que en muchas de las especies de *Pitcairnia*, los bulbos en los que se desarrollan las inflorescencias carecen de hojas fotosintéticas por lo que no se extraen las plantas completas y sólo se colectan las inflorescencias, sin tomar en cuenta las hojas que pueden estar presentes en otras plantas más jóvenes de las poblaciones.

Existen otros caracteres que varían entre las especies del grupo, los cuales requieren de su análisis en ejemplares vivos, tales como el ala o carina de los sépalos, ya que en algunas especies no es tan evidente en ejemplares herborizados como en *P. colimensis*, aunque McVaugh (1989) lo señaló en esta especie, no se corroboró hasta ver fotografías disponibles. O bien, la relación entre el largo de los estambres con el de los pétalos, ya que en material herborizado es difícil de apreciar. Otra característica es la variación en la morfología de las hojas espinosas ya que en algunas especies estas hojas pardas y espinosas presentan una lámina verde filiforme en el ápice, pero al ser decidua, en muchos de los especímenes no se conservan. Al parecer esta lámina filiforme parece una reducción de las hojas verdes fotosintéticas y sería interesante evaluar en un futuro. En el caso de las ramas estigmáticas, también existe variación entre las especies, pero en las flores de los ejemplares herborizados

ya no son distinguibles estas diferencias. Finalmente también sería conveniente analizar, a nivel poblacional, si el crecimiento de las inflorescencias y la disposición de las flores en el raquis, es un carácter constante y útil para delimitar a las especies. En observaciones en campo, pudimos constatar que en algunas especies como *P. palmeri* las flores son secundas y ascendentes, mientras que en *Pitcairnia spec. 1* las flores son secundas y nutantes.

Por otro lado, para profundizar en la evolución, biogeografía y obtener más evidencias sobre las relaciones del grupo será necesario ampliar la muestra de terminales y caracteres, incluyendo todas las especies de *Pitcairnia* en México. El presente estudio integró diversos análisis para la delimitación y el conocimiento de 19 especies de *Pitcairnia*, con análisis multivariados de 75 variables, un análisis filogenético basado en un marcador de cloroplasto *ycf1-b* y uno de núcleo *phyC* de un muestreo relativamente medio de las especies del género en México, y de datos combinados con morfología.

10.1. RECOMENDACIONES PARA RECOLECTORES EN CAMPO

Pitcairnia es el único género dentro de Bromeliaceae que presenta dimorfismo foliar. Muchas especies florecen sin la presencia de las hojas fotosintéticas y por lo tanto, la mayoría de los ejemplares herborizados conservados en las colecciones, solo incluyen la inflorescencia. Esto ha generado problemas para definir algunas especies lo que ha provocado que se confundan (por ejemplo, *P. karwinskyana*, *P. jaliscana* y *P. spec. 2*). Se observó que la presencia y tipo de indumento en algunas estructuras vegetativas y florales parece ser constante dentro de la misma especie y variable entre diferentes especies. Por lo tanto, recomendamos que los recolectores botánicos, presten atención y recolecten bulbos con las hojas verdes para caracterizar a las especies, otros datos importantes que se pierden con el secado y que sugerimos registrar son la coloración de las brácteas florales, de los sépalos y de los pétalos y anotar si los sépalos son alados o carinados. En el Herbario Metropolitano (UAMIZ), desde hace muchos años hemos implementado como buena práctica, disecar las flores y elaborar tarjetas florales que facilitan las subsecuentes mediciones y comparaciones entre los especímenes (FIGURA 6).

Otra característica importante que debe ser considerada al elaborar las anotaciones de campo es la forma y el tamaño de las brácteas del pedúnculo, algunas veces son tan largas que pueden ser confundidas por las hojas verdes fotosintéticas y otras veces son más cortas que el pedúnculo. En casi todas las especies hay un patrón repetitivo, excepto en *P. karwinskyana* que es una especie muy variable en el tamaño de las brácteas del pedúnculo.



**11. TRATAMIENTO
TAXONÓMICO DEL COMPLEJO
*PITCAIRNIA KARWINSKYANA***

COMPLEJO *PITCAIRNIA KARWINSKYANA* (PK)

PLANTAS saxícolas, muy raramente epífitas, perennes, bulbosas, generalmente coloniales a cespitosas. **RAÍCES** fibrosas. **HOJAS** sésiles, arrosetadas, con las **VAINAS** ovadas a ampliamente ovadas u oblongas, pardas claras, glabras y lustrosas adaxialmente, pardas obscuras, glabras o densamente lepidotas abaxialmente hacia la porción distal; las **LÁMINAS** heteromorfas, generalmente de tres tipos: unas lineares, verdes, glabras, flocosas y/o lepidotas abaxialmente o sólo en el margen, en algunas especies ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, presentan el margen espinoso; otras con las **LÁMINAS** reducidas, verdes a pardas claras cuando secas, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, persistentes y otras pardas obscuras, con las **LÁMINAS** lineares a filiformes, con el margen espinoso, las espinas retrorsas, antrorsas o divaricadas. **INFLORESCENCIA** terminal, simple, espigada o racemosa, erecta a arqueada; **PEDÚNCULO** terete, verde, glabro a lepidoto, cubierto total o parcialmente por las brácteas del pedúnculo; **BRÁCTEAS DEL PEDÚNCULO** foliáceas, verdes, tan largas o más cortas que las hojas, las basales más largas que los entrenudos, disminuyendo de tamaño hacia la porción distal del pedúnculo, en algunas especies con las láminas deciduas por una línea de abscisión, las distales más largas o más cortas que los entrenudos; **RAQUIS** terete, verde, glabro a lepidoto, cubierto parcial o totalmente por las brácteas florales; **BRÁCTEAS FLORALES** ovadas, triangulares a estrechamente triangulares o raramente elípticas, verdes a rojas o rosadas, glabras adaxialmente, glabras, esparcidamente lepidotas a densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas o más cortas que los entrenudos, a veces más cortas que los sépalos o que los pedicelos, disminuyendo de tamaño hacia la porción distal de la inflorescencia; **FLORES** pediceladas a sésiles, tubiformes, zigomorfas, polísticamente dispuestas, erectas, ascendentes o divaricadas en la antesis, secundas en algunas especies; **PEDICELOS** erectos, ascendentes o divaricados en la antesis, a veces recurvados; **SÉPALOS** libres, connados en la parte basal abrazando al ovario semiínfero, rojos, anaranjados, rosados o verdes, simétricos, los dos adaxiales a veces carinados y/o alados, enteros; **PÉTALOS** oblongos a oblongo-elípticos, cortamente unguiculados, subiguales, rojos, anaranjados o rosados hacia la porción apical, blancos hacia la porción basal, glabros, marcescentes, sin apéndices basales; **ESTAMBRES** iguales en tamaño, más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** algo aplanados, lineares, blancos; **ANTERAS** lineares, sagitadas, amarillas, basifijas; **OVARIO** ovoide a angostamente ovoide, verde, semisúpero; **ESTILO** linear blanco; **RAMAS ESTIGMÁTICAS** conduplicado-espinaladas, rojizas. **FRUTO** una cápsula septicida, elipsoide, trígona, verde a parda cuando madura; **SEMILLAS** pardas, fusiformes, bicaudadas, las caudas pardas claras.

CLAVE DICOTÓMICA PARA IDENTIFICAR LAS ESPECIES DEL COMPLEJO PK

1. Inflorescencias espigadas; flores sésiles.....	2
1. Inflorescencias racemosas; flores pediceladas.....	5
2. Brácteas basales del pedúnculo de 19 a 33 cm de largo, más largas que el pedúnculo.....	<u><i>P. roseana</i></u>
2. Brácteas basales del pedúnculo de 3.5 a 15 cm de largo, más cortas que el pedúnculo.....	3
3. El raquis de la inflorescencia cubierto totalmente por las brácteas florales; brácteas florales ovadas, iguales o más largas que los sépalos.....	<u><i>P. cylindrostachya</i></u>
3. El raquis cubierto parcialmente por las brácteas florales; brácteas florales triangulares, a ovado-triangulares, generalmente más cortas que los sépalos.....	4
4. Hojas fotosintéticas esparcidamente blanco-lepidotas abaxialmente; plantas de Colima, Jalisco y Michoacán	<u><i>P. micheliana</i></u>
4. Hojas fotosintéticas densamente blanco lepidotas abaxialmente; plantas de Guerrero, Morelos y Puebla	<u><i>P. spec. 3</i></u>
5. Flores con los pétalos rosados, el pedicelo de las flores basales de hasta 6 mm de largo	<u><i>P. vallisoletana</i></u>
5. Flores con los pétalos rojos o anaranjados, el pedicelo de las flores basales de más de 8 mm de largo.....	6
6. Plantas en floración con hojas fotosintéticas presentes.....	7
6. Plantas en floración sin hojas fotosintéticas presentes	8
7. Inflorescencia densamente flocosa; racimo de 5.5 a 9 cm de largo, con hasta 16 flores; pétalos anaranjados, de 3.8 a 4.5 cm de largo; plantas de la vertiente del Pacífico.....	<u><i>P. monticola</i></u>
7. Inflorescencia esparcidamente blanco-lepidota; racimo de 8 a 28 cm de largo, generalmente con más de 20 flores; pétalos rojos, de 5 a 6.6 cm de largo; plantas de la vertiente del Golfo de México.....	<u><i>P. ringens</i></u>
8. Flores secundas	9
8. Flores polísticas.....	11

9. Hojas del tipo de láminas reducidas, pardas y espinosas ausentes; brácteas basales del pedúnculo iguales o más largas que el pedúnculo, de 11 a 42 cm de largo..... *P. compostelae*
9. Hojas del tipo de láminas reducidas, pardas y espinosas presentes; brácteas basales del pedúnculo más cortas que el pedúnculo, de 2 a 11 cm largo..... 10
10. Flores erectas a ascendentes; brácteas florales estrechamente triangulares; sépalos anaranjados; pétalos lanceolados, de 3.7 a 5.6 cm de largo, obtusos a redondeados..... *P. palmeri*
10. Flores nutantes; brácteas florales ovadas; sépalos rosados; pétalos estrechamente oblongos, de 5.3 a 6.1 cm de largo, agudos..... *P. spec. 1*
11. Plantas epífitas, muy raramente saxícolas; hojas fotosintéticas con las láminas lineares, estrechándose hacia la base; láminas de las hojas espinosas aciculiformes, con las espinas de 2 a 4 mm de largo, divaricadas; brácteas del pedúnculo estrechamente elípticas..... *P. foliacea*
11. Plantas saxícolas; hojas fotosintéticas lineares, no estrechándose hacia la base; las láminas de las hojas espinosas lineares a filiformes, con las espinas de hasta 1.5 mm de largo, antrorsas o retrorsas; brácteas del pedúnculo lineares a lanceoladas..... 12
12. Inflorescencias curvadas o flexuosas..... 13
12. Inflorescencias erectas..... 15
13. Hojas fotosintéticas glabras en ambas caras, lepidotas sólo en el margen; inflorescencias flexuosas; pedúnculo glabro; brácteas florales de 2 a 5 mm de ancho..... *P. flexuosa*
13. Hojas fotosintéticas densamente blanco-lepidotas abaxialmente; inflorescencias curvadas, pedúnculo densamente blanco-lepidoto; brácteas florales de 6 a 12 mm de ancho..... 14
14. Brácteas del pedúnculo estrechamente triangulares, de 5 a 11.5 cm de largo, más cortas que el pedúnculo; brácteas florales estrechamente triangulares, de 2 a 5.8 cm de largo; más largas que los pedicelos y hasta 1/3 de ellas sobrepasando los sépalos..... *P. robert-downsii*
14. Brácteas del pedúnculo lineares, de 12 a 29 cm de largo, casi tan largas como el pedúnculo; brácteas florales lanceoladas a ovadas, de 1.5 a 3.5 cm de largo; más largas que los pedicelos, pero nunca sobrepasando los sépalos..... *P. spec. 2*

15. Brácteas florales de 3 a 6 mm de ancho..... 16
15. Brácteas florales de 6 a 16 mm de ancho..... 17
16. Brácteas basales del pedúnculo lineares, de 27 a 44 cm de largo, verdes con una línea central discolora; pedicelos de hasta 25 mm de largo, ascendentes..... *P. colimensis*
16. Brácteas basales del pedúnculo lanceoladas, de 7.5 a 12 cm de largo, verdes con tonalidades rojizas en la base; pedicelos de hasta 8 mm de largo, erectos a adpresos..... *P. sordida*
17. Brácteas basales del pedúnculo más cortas que el pedúnculo; flores ascendentes a divaricadas en antesis; pedicelos ascendentes a escuarrosos-secundos en la madurez..... *P. pteropoda*
17. Brácteas basales del pedúnculo tan largas como el pedúnculo (en *P. karwinskyana* a veces más cortas); flores ascendentes en antesis; pedicelos erectos..... 18
18. Hojas fotosintéticas con las láminas blanco-lepidotas abaxialmente; brácteas del pedúnculo densamente blanco-lepidotas abaxialmente; brácteas florales ampliamente ovadas a ovadas; plantas provenientes de Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco y Zacatecas *P. jaliscana*
18. Hojas fotosintéticas con las láminas glabras en ambas caras, esparcidamente lepidotas solo en el margen; brácteas florales estrechamente triangulares a ovadas; plantas provenientes de Guerrero, Estado de México y Morelos..... *P. karwinskyana*

Pitcairnia colimensis L.B. Sm., Phytologia 18: 139, t. 1, f. 9. 1969. Tipo:—MÉXICO. Colima, municipio de Colima, steep bluffs above río Salado, 5 miles south of Colima, 400 m, deciduous woodlands, flowers scarlet, hard, 17 julio 1957 (fl), *R. McVaugh 15509* (Holotipo: MICH 1111025!, Isotipos: MEXU 92170!, US 00088814!) (FIGURA 44).

El epíteto específico alude al estado de Colima, único sitio del que se conocía esta especie al ser descrita

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 32–55 cm de alto; bulbosas, bulbos de 3–4.6 cm de alto, de 1.5–3.5 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1.5–3 cm de largo y de 1.5–3 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** oblongas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 1.6–3.5 cm de largo, 1.2–2.7 cm de ancho en la base; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** ausentes durante la época de floración (no vistas), deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción basal de la lámina persistente, con el margen espinoso, espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, oblongas, pardas claras abaxialmente, de 3.5–7 cm de largo, de 1–2.5 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 2–5.5 cm de largo, de ca. 1.5 mm de ancho, densamente blanco-lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, erecta; **PEDÚNCULO** verde, de 23–39 cm de largo, de 2–4.5 mm de diámetro, densamente blanco-lepidoto, cubierto por las brácteas del pedúnculo en su parte basal; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lineares, arrosietadas, verdes, con una línea central longitudinal discolora adaxial, de 27–44 cm de largo, de 10–12 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente hacia la porción basal, glabras a glabrescentes hacia la porción apical, mucho más largas que los entrenudos, tan largas como el tamaño del pedúnculo y cubriéndolo en su porción basal, deciduas por una línea de abscisión, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** estrechamente triangulares con el ápice largamente acuminado, verdes, de 1.5–4 cm de largo, de 1.5–4.5 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, generalmente más cortas que los entrenudos; **RACIMO** de 7–18 cm de largo, con 8–21 flores laxas y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 2.9 cm de largo; **RAQUIS** densa a esparcidamente blanco-lepidoto, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** verdes hacia el ápice, rosadas en la base, las basales estrechamente triangulares,

de 1–1.8 cm de largo, de 2–6 mm de ancho, generalmente más cortas que los pedicelos, a veces más largas pero nunca sobrepasan el tamaño de los sépalos; las apicales lanceoladas, de 5–8 mm de largo, de 1–2 mm de ancho, más cortas que los pedicelos, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente; **FLORES** erectas a ascendentes en la antesis, largamente pediceladas, no secundas; **PEDICELOS** lineares, ascendentes en la antesis, de 4–25 mm de largo, densamente blanco-lepidotos; **SÉPALOS** oblongos a elípticos, rojos, de 1.7–2.8 cm de largo, de 3–8 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, esparcidamente lepidotos abaxialmente, los dos adaxiales carinados y alados, el ala de 1–2 mm de ancho; **PÉTALOS** oblongos a estrechamente elípticos, rojos, de 4.7–6 cm de largo, de 6–8 mm de ancho, obtusos, cortamente unguiculados, la uña de 5–8 mm de largo; **ESTAMBRES** de ca. 6.1 cm de largo, ligeramente más largos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de ca. 5.1 cm de largo; **ANTERAS** de ca. 10 mm de largo; **OVARIO** de ca. 7 mm de largo, de ca. 3 mm de diámetro; **ESTILO** de ca. 5.5 cm de largo. **CÁPSULAS** y **SEMILLAS** no vistas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Especie endémica de México, conocida de los estados de Colima, Jalisco y Michoacán, en donde crece sobre paredes rocosas, en suelos calcáreos o yesosos, en bosques tropicales caducifolios, en elevaciones entre 400 y 1 200 m (FIGURA 45).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de julio y agosto y con frutos de agosto a octubre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. COLIMA: MUNICIPIO DE COLIMA: entre Armería y Colima, a 4 km de los Asmoles, *A. Delgado S.* 377, *R. Hernández* 2628 (CHAPA, ENCB, MEXU, MICH); La Salada, 20 km al S de Colima, *F. J. Santana M.* y *S. Lemus J.* 9191 (ZEA); MUNICIPIO DE COMALA: 15-16 km al NW de Colima, 2-3 km al SE de Campo Cuatro, camino Juluapan-Campo Cuatro, *F. J. Santana M.*, *J. A. Vázquez G.* y *L. Guzmán H.* 5289 (IBUG, IEB, ZEA); sitio 26, 3.5 km en línea recta al SE de Campo Cuatro, camino a Juluapan, *G. Ibarra-Manríquez* 5694 (MEXU); sierra de Manantlán, brecha a Campo Cuatro, *R. Ramírez D.*, *E. Salcedo P.* y *F. Zamora N.* 2186 (CHAPA, IBUG, MEXU); 3-4 km al NW de Zacualpan. 2-4 km al N de Campo Cuatro. Camino campo Cutro- El Terrero, *R. Cuevas G.* y *L. Guzmán H.* 3953 (ZEA). MUNICIPIO DE COQUIMATLÁN: base of cerro de San Gabriel. Mountains ca. 4 km S of los Asmoles, at km 237, ca. 20 km SSW of Colima along highway to Manzanillo, *H. H. Iltis*, *R. Koeppen* y *F. Iltis* 676 (MICH). MUNICIPIO DE IXTLAHUACÁN: cerca del cruce de Turle, *R. Cuevas G.* y *S. Moreno G.* 6843 (ZEA). MUNICIPIO DE TECOMÁN: 8 km adelante de los Asmoles, carretera Colima-Manzanillo, *A. R. López-Ferrari* y *A. Espejo* 916 (UAMIZ, MEXU). **JALISCO:**

MUNICIPIO DE TUXCACUESCO: 5-6 km al WSW de Tuxcacuesco. 5-6 km al ENE de Zenzontla, cerro del Palacio, *B. Benz y F. J. Santana* 1297 (ZEA); cerro del Palacio, 5-6 km al WSW de Tuxcacuesco. 5-6 km al ENE de Zenzontla, *F. J. Santana M. y B. F. Benz* 6403 (ZEA); cerro del Palacio, 5-6 km al WSW de Tuxcacuesco, *F. J. Santana M. y T. Mormond* 7633 (ZEA).

MICHOACÁN: MUNICIPIO DE CHINICUILA: 2 km al N de Paso de Arriero, camino a la Angostadera, *E. J. Lott, E. Martínez S. y J. A. S. Magallanes* 1914 (MEXU).

COMENTARIOS. *Pitcairnia colimensis* es muy parecida a *P. compostelae*, ya que ambas tienen las brácteas basales del pedúnculo tan largas que sobrepasan al pedúnculo y las láminas de las hojas fotosintéticas son también similares, sin embargo ambas especies se pueden distinguir por la orientación de sus flores y pedicelos con respecto al raquis de la inflorescencia; en *P. colimensis* las flores están polísticamente dispuestas (no secundas) y los pedicelos son ascendentes con respecto al raquis en tanto que en *P. compostelae* las flores son secundas y tienen los pedicelos escuarrosos y también secundos. El ala en los sépalos es una característica difícil de apreciar en ejemplares herborizados, no obstante en plantas vivas, se puede observar claramente su presencia en *P. colimensis* (FIGURA 44B).

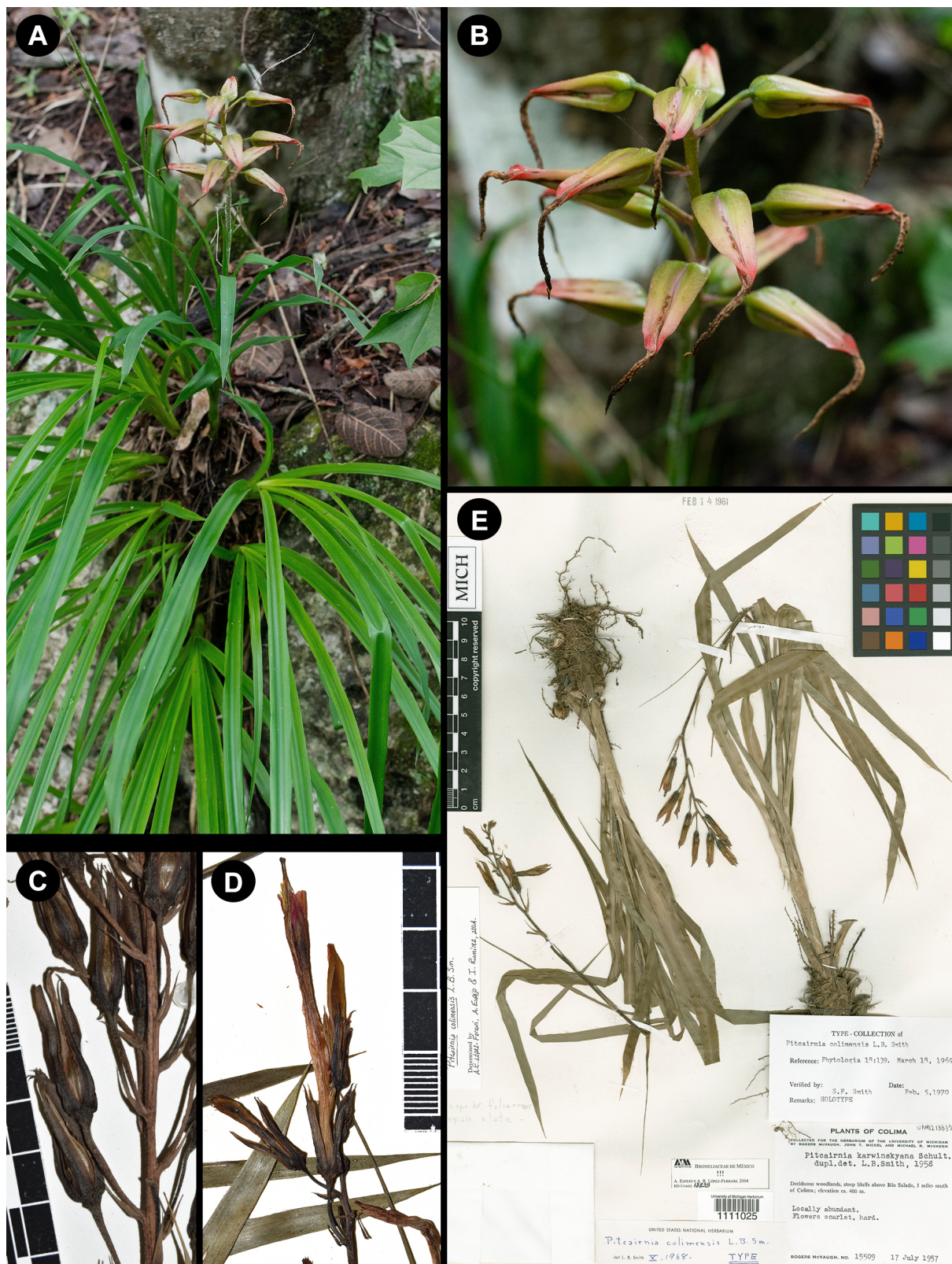


FIGURA 44. *Pitcairnia colimensis* L.B. Sm., A) planta en su hábitat, B) acercamiento de la inflorescencia, se aprecian los sépalos alados, C) cápsulas cubiertas con los remanentes de los pétalos, D) flor y E) holotipo R. McVaugh 15509 (MICH!). Fotos A-B: A. Díaz Torres.

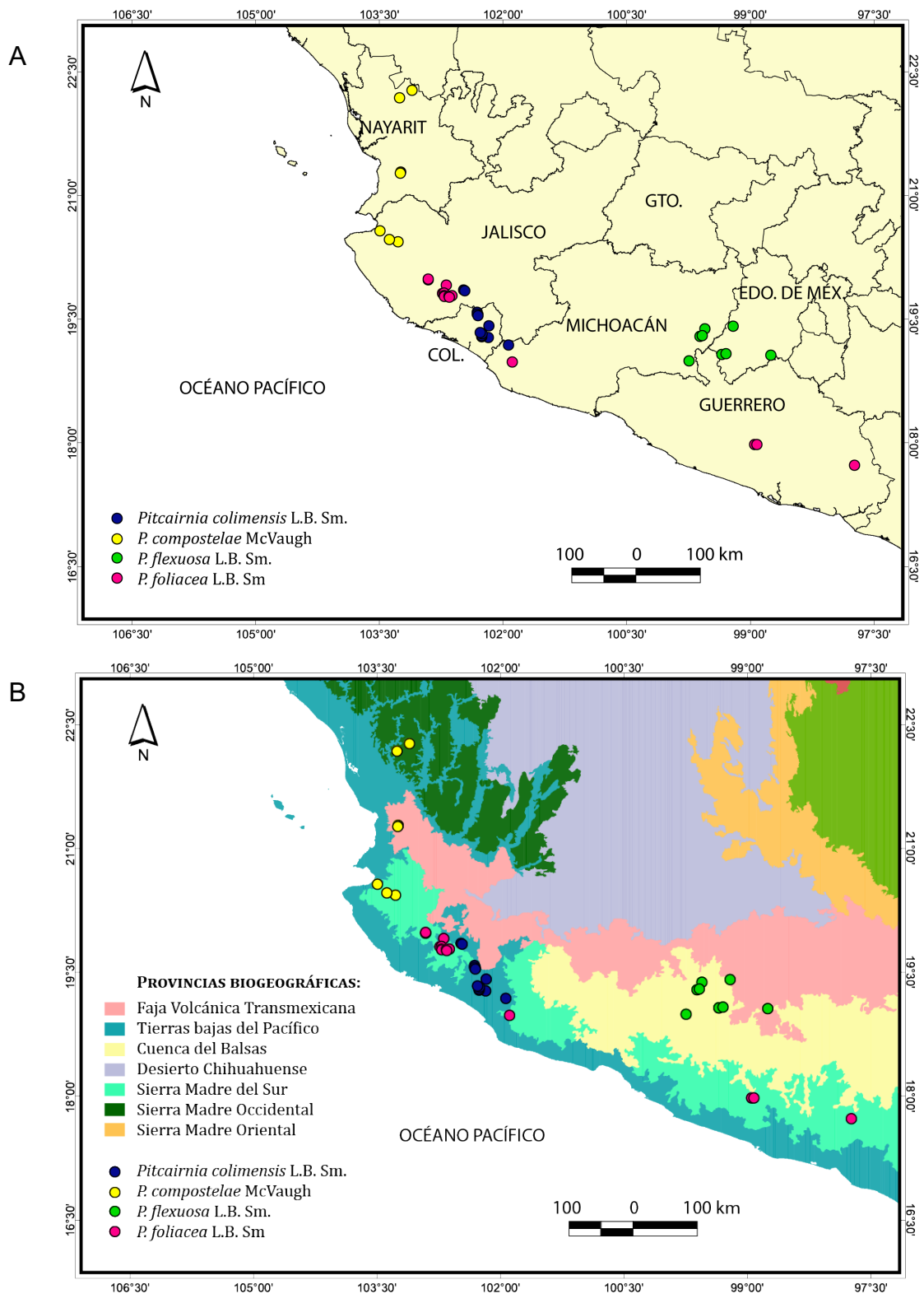


FIGURA 45. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de *Pitcairnia colimensis*, *P. compostelae*, *P. flexuosa* y *P. foliacea*.

Pitcairnia compostelae McVaugh. Fl. Novo-Galiciana 15: 27, 25. 1989. Tipo:—MÉXICO. Nayarit, municipio de Xalisco, 15 miles south of Tepic, road to Compostela, 4000-4500 ft, oak woodlands, 10 julio 1951 (fl), *H. S. Gentry & C. L. Gilly 10825* (Holotipo: MICH 1111026!) (FIGURA 46).

El epíteto específico alude al municipio de Compostela, en el estado de Nayarit, del cual procede el material tipo de esta especie

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 10–42 cm de alto; bulbosas, bulbos de 2.6–6 cm de largo, de 1–2.7 cm de diámetro; estolones presentes, de 3-4 cm de largo y de ca. 3 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** oblongas, de 2–3.7 cm de largo, 1.2–2.2 cm de ancho en la base, pardo obscuras abaxialmente, pardas adaxialmente; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 15–35 cm de largo, de 7–11 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, esparcidamente lepidotas abaxialmente, ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión, la porción basal de la lámina persistente, con el margen entero; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, oblongas a ovadas, pardas claras abaxialmente, de 2.5–7 cm de largo, de 8–15 mm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** con las láminas espinosas aparentemente ausentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, curvada; **PEDÚNCULO** de 6–26.5 cm de largo, de 1–3.2 mm de diámetro, esparcidamente blanco lepidoto; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lineares, arrosetadas, verdes, de 10–42 cm de largo, de 4–13 mm de ancho, enteras, glabras en ambas caras, esparcidamente lepidotas en el margen, iguales o más largas que los entrenudos, sobrepasando el pedúnculo y cubriéndolo en su porción basal, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo, **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** estrechamente triangulares, verdes, de 2.5-7 cm de largo, de 3-6.5 mm de ancho, enteras, ápice acuminado, glabrescentes en ambas caras, más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 3–22 cm de largo, con 6–20 flores secundas, dispuestas laxamente a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 4 cm de largo; **RAQUIS** esparcidamente blanco lepidoto; **BRÁCTEAS FLORALES** rojas, las basales estrechamente triangulares, generalmente más largas que los pedicelos pero más cortas que los sépalos, de 1.5–3.5 cm de largo, de 3–10 mm de ancho, acuminadas, las apicales elípticas, de 1–2.7 cm de largo, de 2–6 mm de ancho, mas cortas o mas largas que los pedicelos, enteras, agudas, glabras adaxialmente, glabrescentes abaxialmente; **FLORES** divaricadas y secundas en antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, escuarrosos, de 5–19 mm de largo, muy esparcidamente blanco lepidotos; **SÉPALOS** elípticos, rojos, de 1.6–2.6 cm de largo, de 2–4.5 mm de ancho, agudos, glabros, los dos adaxiales

alados; **PÉTALOS** rojos, de 4.2–5.2 cm de largo, glabros; **ESTAMBRES** de ca. 5.3 cm de largo, más largos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de ca. 4.5 cm de largo; **ANTERAS** amarillas, lineares, sagitadas, de 6–8 mm de largo; **OVARIO** no visto. **CÁPSULAS** de 5–8 mm de largo, de ca. 4 mm de diámetro; **SEMILLAS** pardas, fusiformes, de 2.5–3.5 mm de largo, bicaudadas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce de los estados de Jalisco y Nayarit, en donde crece, sobre rocas, en cañadas con bosques de *Quercus* y de coníferas, en elevaciones entre 1 000 y 1 600 m (FIGURA 45).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de julio y agosto y con frutos en agosto.

EJEMPLARES EXAMINADOS. JALISCO. MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA: ejido el Jorullo, aprox 7.5 km al W de Llanitos, *A. Flores-Argüelles* y *A.R. Romero-Guzmán* 767 (IBUG). MUNICIPIO DE TALPA DE ALLENDE: arroyo el Salto, brecha Cuale-Talpa, *A. Rodríguez C.*, *R. Ramírez* y *J. García-Cruz* 2210 (MEXU, IEB, IBUG); entre Cuale y Minas de Oro, *R. González T.* 438 (ENCB, MICH). **NAYARIT.** MUNICIPIO DEL NAYAR: in the Sierra Madre, near Santa Teresa, territorio de Tepic, *J. N. Rose* SN (US); in the Sierra Madre, between Dolores and Santa Gertrudis, territorio de Tepic, *J. N. Rose* 2040 (US). MUNICIPIO DE XALISCO: mountains 9 miles north of Compostela, *R. McVaugh* 16496 (MEXU, MICH, US); rumbo a Compostela, 3.5 km adelante de Tepic, *A. Espejo* y *A. R. López-Ferrari* 5250 (UAMIZ).

COMENTARIOS. En material herborizado esta especie es frecuentemente confundida con *Pitcairnia palmeri* y *P. robert-downsii*, por tener las flores secundas. Sin embargo, se puede distinguir por sus brácteas basales del pedúnculo tan largas que lo sobrepasan y a veces hasta a la inflorescencia misma. Asimismo, estas brácteas pueden confundirse con las hojas fotosintéticas de la planta. Otra característica importante para reconocer a esta especie de las demás del complejo, es la aparente ausencia de las hojas con láminas espinosas, como lo señaló McVaugh (1989). En los ejemplares examinados, los bulbos y los remanentes de las hojas fotosintéticas están muy maltratados y pese a la minuciosa revisión no pudimos corroborar la presencia y/o ausencia de hojas con las láminas espinosas, asimismo tampoco es claramente apreciable la presencia del ala en los sépalos lo de que quizás sea el resultado del proceso de secado de las plantas. Sin embargo, la descripción se ajusta a la incluida en el protólogo (McVaugh, 1989).



FIGURA 46. *Pitcairnia compostelae* McVaugh, A) topotipo, A. Espejo y A. R. López-Ferrari (UAMIZ!), B) acercamiento de la inflorescencia, C) del bulbo, D) de las cápsulas y E) holotipo H. S. Gentry y C. L. Gilly 10835 (MICH!). Fotos: E. González-Rocha.

Pitcairnia cylindrostachya L.B. Sm. Contr. Gray Herb. 117: 25, t. 2, f. 14, 15. 1937. Tipo:— MÉXICO. Jalisco, municipio de Guadalajara, rocky bluffs of barranca near Guadalajara, 5 octubre 1891 (fl), C. G. Pringle 3884 (Holotipo: GH 00029165!, Isotipos: BR 0000008697844!, BR 0000008696045!, F 0077937F!, ISC 0000235!, K 000321570!, LE 00006245!, MEXU 00007507!, MEXU 00007509!, MEXU 00007510!, MICH 1111027!, MO-591352!, NY 00247183!, NY 00247186 (espécimen del lado izquierdo de la cartulina)!, P 0077937F!, P 00713052!, PH 00030832!, PH 00030831!, UC 2429!, US 00810570!, US 00088827!, VT 031026!) (FIGURAS 47).

El epíteto específico hace referencia a la apariencia cilíndrica de las inflorescencias de las plantas de esta especie

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 16–49 cm de alto, bulbosas, los bulbos de 2.9–5 cm de largo, de 2.6–4.2 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1.5–2.5 de largo y de 4–6 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** ovadas, pardas oscuras abaxialmente, pardas adaxialmente, de 2.1–3.8 cm de largo, de 1.8–4.4 cm de ancho en la base; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 28–71 cm de largo, de 8–17 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente, presentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión, la porción basal de la lámina persistente, con el margen espinoso, espinas de ca. 2 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, estrechamente triangulares, pardas claras, de 6.5–11 cm de largo, de 1.5–1.8 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 1–4.8 cm de largo, de 1–4 mm de ancho, glabras adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente, con el margen espinoso, persistentes, las espinas de ca. 2 mm de largo, retrorsas. **INFLORESCENCIA** espigada, erecta; **PEDÚNCULO** verde, terete, de 11–29 cm de largo, de 2.5–6.5 mm de diámetro, densamente blanco-lepidoto, cubierto por las brácteas del pedúnculo; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, verdes pálidas, de 3.5–15 cm de largo, de 8–17 mm de ancho en la base, enteras, a veces con láminas filiformes, de 1.6–11 cm de largo, de 1–2 mm de ancho, con espinas de ca. 2 mm de largo, retrorsas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, imbricadas, más largas que los entrenudos, pero mucho más cortas que el pedúnculo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** ovadas, verdes pálidas, de 2–5 cm de largo, de 8–15 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que los entrenudos; **ESPIGA** de 6–21.5 cm de largo, con 12–50 flores apretada y polísticamente dispuestas a lo largo de la inflorescencia, entrenudos de hasta 1 cm de largo; **RAQUIS** densamente lepidoto, cubierto

totalmente por las brácteas florales; **BRÁCTEAS FLORALES** rosadas pálidas, ovadas, las basales de 2.2–4 cm de largo, de 8–13 mm de ancho, agudas, iguales o más largas que los sépalos, una tercera porción o menos de las brácteas basales sobrepasando a los sépalos, las apicales de 1.4–2.3 cm de largo, de 5–8 mm de ancho, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente; **FLORES** ascendentes a adpresas en la antesis, sésiles; **SÉPALOS** lanceolados, rojos, de 1.6–2.8 cm de largo, de 3–5.5 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, esparcidamente lepidotos abaxialmente, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** oblongos, rojos a rosados-fuchsias, de 4.7–5.3 cm de largo, de 5–6 mm en su parte más ancha, agudos, glabros; **ESTAMBRES** de ca. 5 cm de largo, más largos que los pétalos; **FILAMENTOS** blancos, filiformes, de ca. 4 cm de largo; **ANTERAS** amarillas, lineares, sagitadas, de 7–10 mm de largo; **OVARIO** de 8–9 mm de largo, de 3–4 mm de diámetro; **ESTILO** blanco, linear, de ca. 5.5 cm de largo; **ESTIGMA** conduplicado-espiral, lóbulos rojizos. **CÁPSULAS** de ca. 1 cm de largo, de ca. 5 mm de diámetro, apéndice rostrado; **SEMILLAS** no vistas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se tiene registrada hasta ahora sólo de los estados de Jalisco y Nayarit en donde crece sobre riscos en bosque de conífera y en bosque tropical caducifolio, en elevaciones entre 850 y 2 100 m. (FIGURA 48).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor durante los meses de agosto a noviembre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. JALISCO. MUNICIPIO DE CABO CORRIENTES. La Báscula, al norte de El Tuito por el camino a El Cuale, *G. Castillo C., P. Zamora C. y R. Acevedo R.* 10213 (XAL). MUNICIPIO DE CASIMIRO CASTILLO. Sierra Madre Occidental, Sierra de Autlán (West end of Sierra de Manatlán). On N-facing cliffs ca. 2 km, E of and above firetower along highway from Casimiro Castillo to Autlán 10 km N of Casimiro Castillo (km 175), *H. H. Iltis, S. Solheim y R. Guzmán M. (with L. Nault and D. DeLong)* 3116 (ENCB, MEXU). MUNICIPIO DE GUADALAJARA. Near Guadalajara, *J. N. Rose y Jos. H. Painter* 7401 (GH, US). MUNICIPIO DE MEZQUITIC. Alrededores de San Andrés Cohamiata, *J. J. Reynoso D.* 429 (IBUG, MEXU). MUNICIPIO DE SAN SEBASTIÁN DEL OESTE. Ca. 9.5 km después de San Felipe de Híjar, rumbo a San Sebastián del Oeste, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja y A. Mendoza R.* 7336 (UAMIZ). NAYARIT. MUNICIPIO DE AHUACATLÁN. Derrame de lava del volcán Ceboruco, al N de Ahuacatlán, *A. Espejo y A. R. López-Ferrari* 5262 (UAMIZ). MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEL ORO. Santa María del Oro, cerca de la laguna, *L. Paray* 3431 (ENCB). MUNICIPIO DE TEPIC. About 10 road-miles east of Jalcocotán, on road to Tepic, *R. McVaugh* 13356 (ENCB, MICH,

MEXU, US). MUNICIPIO DE XALISCO. 15 km al W del camino de terracería de Xalisco al Malinal, G. Flores F., I. A. Martínez R. y A. Domínguez M. 4057 (BR, FCME, MEXU).

COMENTARIOS. *Pitcairnia cylindrostachya* presenta semejanzas con *P. micheliana*, pero se distingue de ella por sus brácteas florales ovadas que cubren totalmente al raquis de la inflorescencia y que son iguales o más largas que los sépalos, de las cuales hasta una tercera parte de las presentes en la porción basal de la inflorescencia sobrepasan a los sépalos. Por su parte, en *P. micheliana* las brácteas florales son triangulares, cubren al raquis de la inflorescencia solo en la parte apical y son generalmente más cortas que los sépalos, aunque algunas pueden ser iguales o ligeramente más largas que éstos.



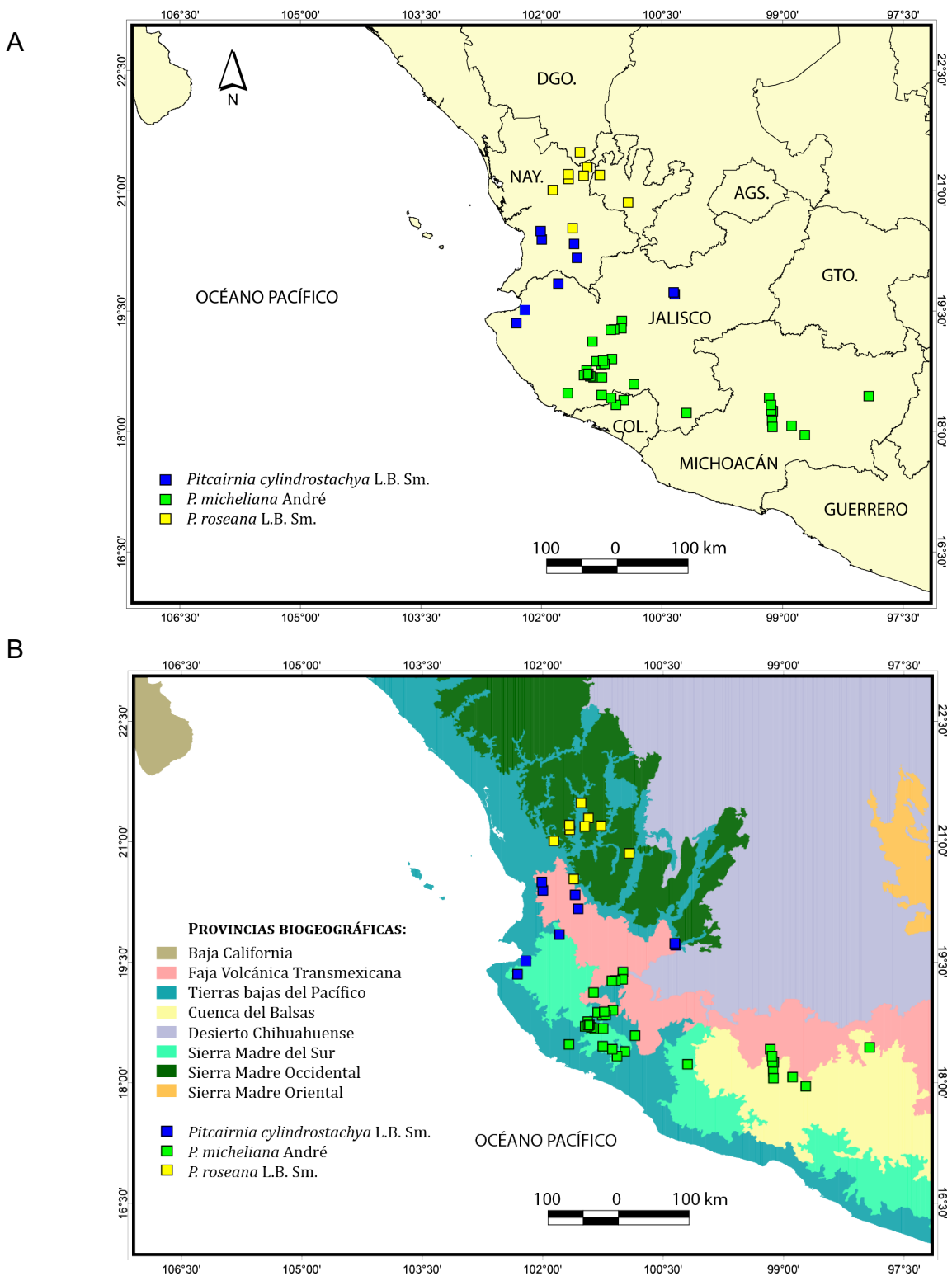


FIGURA 48. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de *Pitcairnia cylindrostachya*, *P. micheliana* y *P. roseana*.

Pitcairnia flexuosa L.B. Sm. Contr. Gray Herb. 114: 6–7, t. 1, f. 7. 1936. Tipo:—MÉXICO. México, distrito de Temascaltepec (municipio de Tejupilco), Guayabal, on cliff, 790 m, 20 mayo 1933 (fl), *G. B. Hinton* 3948 (Holotipo: K 000321575!, Isotipos: BM 000906059!, G 00098104!, GBH 003948!, GH 00135248!, GH 00029167!, GH 00135248!, LL 00370233!, NY 00247184!, S-G-8075!, S 14-30436!, US 00088843!). (FIGURA 49).

El epíteto específico hace referencia a la apariencia flexuosa de la inflorescencia debido a la presencia de dobleces en el raquis de la misma, que presentan las plantas de esta especie

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 14–72 cm de alto; bulbosas, bulbos de 2.2–4 cm de largo, de 1.7–3.5 cm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** muy ampliamente ovadas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 1.8–3.2 cm de largo, 1.4–3.1 cm de ancho en la base; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 20–30 cm de largo, de 3–9 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras en ambas caras, lepidotas sólo en el margen, ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión, la porción basal persistente, con el margen espinoso, las espinas de hasta 2 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, triangulares a estrechamente triangulares, verdes, de 2.5–6 cm de largo, de 1–1.2 cm de ancho, enteras, acuminadas, inconspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, lepidotas hacia el ápice y glabras hacia la base abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 1–9 cm de largo, de ca. 1 mm de ancho, glabras en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, flexuosa; **PEDÚNCULO** verde, de 8.5–26 cm de largo, de 1.2–2.2 mm de diámetro, glabro, no cubierto totalmente por las brácteas del pedúnculo; no cubierto totalmente por las brácteas del pedúnculo; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lineares a lanceoladas, verdes, de 3.7–11.5 cm de largo, de 2–5 mm de ancho en la base, enteras, glabras en ambas caras, con el margen esparcidamente lepidoto, más largas que los entrenudos, pero mucho más cortas que el pedúnculo, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** triangulares, a veces con una lámina filiforme, de 1.7–3.5 cm de largo, de 2–4 mm de ancho, enteras, glabras con el margen esparcidamente lepidoto; generalmente más cortas u ocasionalmente más largas que los entrenudos; **RACIMO** de (5.5–)12–44 cm de largo, con (4–)10–40 flores laxa y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 2.5 cm de largo; **RAQUIS** glabro, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** rosadas pálidas, las basales estrechamente triangulares, de 1–2.8(–6.5) cm de largo, de 2–5 mm de ancho, generalmente más cortas que los pedicelos o si algunas los sobrepasan nunca más largas que los sépalos, las apicales lanceoladas, de 4–9 mm de

largo, de 1–3 mm de ancho, más cortas que los pedicelos, enteras, acuminadas, glabras en ambas caras, a veces con el ápice glabrescente abaxialmente; **FLORES** ascendentes en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, ascendentes en la antesis, de 6–25 mm de largo, glabros; **SÉPALOS** estrechamente triangulares, rojos, de 1.4–2 cm de largo, de 2–5 mm de ancho, acuminados, glabros en ambas caras, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** estrechamente elípticos, rojos, de 4–5.4 cm de largo, de 10–11 mm de ancho, agudos, cortamente unguiculados, la uña de 4–6 mm de largo, de 2–3 mm de ancho; **ESTAMBRES** de ca. 6 cm de largo, más largos que los pétalos; **FILAMENTOS** blancos, filiformes, de 4–4.9 cm de largo; **ANTERAS** amarillas, lineares, sagitadas, de 9–11 mm de largo; **OVARIO** de ca. 8 mm de largo, de ca. 4 mm de diámetro; **ESTILO** blanco, linear, de ca. 5.4 cm de largo; **ESTIGMA** conduplicado-espiral, lóbulos rojizos. **CÁPSULAS** ovoides, trígonoas, de 1.2–1.4 cm de largo, de 4–6 mm de diámetro, apéndice rostrado; **SEMILLAS** no vistas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce sólo de los estados de México y Michoacán, en donde crece sobre paredes rocosas en bosques tropicales caducifolios y bosques de galería, en elevaciones entre 500 y 1 300 m (FIGURA 45).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor durante los meses de mayo a julio.

EJEMPLARES EXAMINADOS. ESTADO DE MÉXICO. MUNICIPIO DE SANTO TOMÁS. Santo Tomás de los Plátanos, *I. García R. 432* (CODAGEM). MUNICIPIO DE TEJUPILCO. N de Bejucos, ladera W, *I. García R. 426* (CODAGEM, ENCB, MEXU); en el río a 1.2 km al N del poblado de Bejucos, *E. González-Rocha, A. González e Y. González 392* (UAMIZ). MUNICIPIO DE TLATLAYA. Piedras Paradas, San Antonio, lindero con el estado de Guerrero, *E. Matuda et al. 31139* (CODAGEM, MEXU, US), *E. Matuda et al. 31086* (MEXU). **MICHOACÁN.** MUNICIPIO DE HUETAMO. En Chihuero, a 10 km al NE de Huetamo, camino a Zitácuaro, *E. Martínez S. y J. C. Soto N. 1474* (MEXU, MO). MUNICIPIO DE TIQUICHEO DE NICOLÁS ROMERO. Puerto Los Cirianes, 17 km al NE de Tiquicheo, carretera Huetamo-Zitácuaro, *J. C. Soto N. 5346* (MEXU). MUNICIPIO DE TUZANTLA. 5 km al NE de Ocampo, sobre la carretera a Tuzantla, *J. Rzedowski 34173* (ENCB); barranca Los Bonetes, a 10 km al SE de Melchor Ocampo, camino a Huetamo, *A. Espejo y T. Chehaibar 2461* (IEB, UAMIZ, ZEA).

COMENTARIOS. *Pitcairnia flexuosa* presenta algunas semejanzas con *P. spec. 1* como el tamaño de las brácteas florales, las flores laxamente dispuestas en el raquis y el tamaño y diámetro del pedúnculo de la inflorescencia. Sin embargo, la primera se distingue fácilmente por tener las flores ascendentes y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis de la

inflorescencia, mientras que en *P. spec. 1* las flores son conspicuamente secundas y nutantes.

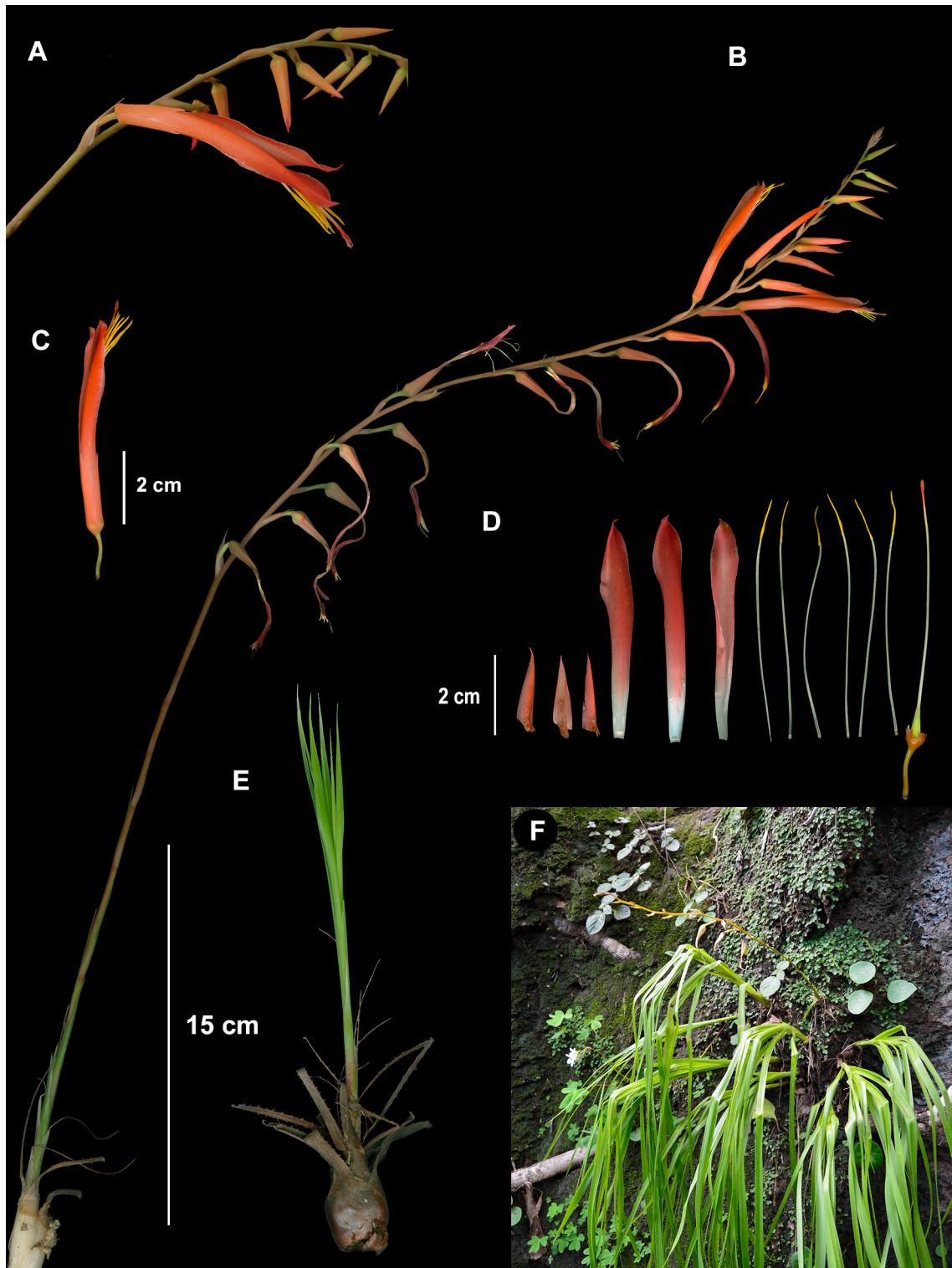


FIGURA 49. *Pitcairnia flexuosa* L.B. Sm., A) acercamiento de la flor, B) planta, C) flor vista lateral, D) partes florales: sépalos, pétalos, androceo y gineceo, E) bulbo con nuevas hojas verdes fotosintéticas, en la base con las hojas espinosas y los remanentes basales con el margen espinoso de las hojas verdes y F) hábitat (E. González-Rocha, A. González e Y. González 392, UAMIZ!). Fotos: A. Espejo (A-E) y E. González (F).

Pitcairnia foliacea L.B. Sm. Phytologia 10: 42-43, t. 1, f. 16-17. 1964. Tipo:—MÉXICO. Michoacán, distrito de Coalcomán, on a tree, fl. pink, Sierra Naranjillo, 1 250 m, 2 agosto 1941 (fl), G. B. Hinton et al. 15941 (Holotipo: US 00088844!, Isotipo: ENCB 002874!). (FIGURA 50).

El epíteto específico hace referencia a las brácteas foliáceas del pedúnculo que caracterizan a las plantas de esta especie

PLANTAS epífitas, muy raramente saxícolas, formando colonias, en flor de 24–34 cm de alto, bulbosas, los bulbos de 2.5–4.5 cm de largo, de 1.8–3 cm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** ampliamente ovadas a ampliamente oblongas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 1.5–3 cm de largo, 1.5–2.6 cm de ancho en la base, enteras, a veces con espinas hacia la porción apical; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, estrechándose ligeramente hacia la base, verdes, foliáceas, de 28–60 cm de largo, de 9–13 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras en ambas caras, ausentes durante la época de floración, deciduas, con el margen espinoso; otras con las **LÁMINAS** reducidas como vainas, lanceoladas a estrechamente triangulares, pardas, de 3.5–5 cm de largo, de 5–8 mm de ancho, enteras, a veces con el ápice con espinas en el margen, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas glabras, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas oscuras, de 2.8–6.5 cm de largo, de 2–4 mm de ancho, glabras, con el margen espinoso, las espinas de 2–4 mm de largo, divaricadas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, erecta; **PEDÚNCULO** verde, 15–24 cm de largo, de 1–3 mm de diámetro, densa a esparcidamente blanco-lepidoto, cubierto casi completamente por las brácteas del pedúnculo; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** estrechamente elípticas, arrosetadas, verdes, de 15–31 cm de largo, de 5.5–14 mm de ancho, enteras, glabras, a veces con espinas en la base, mucho más largas que los entrenudos, tan largas como el pedúnculo, cubriéndolo casi totalmente, deciduas con la edad; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** estrechamente elípticas, verdes, de 1.7–9.5 cm de largo, de 4–7.5 mm de ancho, enteras, largamente acuminadas, glabras en ambas caras, más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 6–12 cm de largo, con 7–14 flores dispuestas laxa y polísticamente a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 1.8 cm de largo; **RAQUIS** densamente blanco lepidoto; **BRÁCTEAS FLORALES** verdes a rojas, las basales estrechamente triangulares, de 2.3–6.3 cm de largo, de 5–7 mm de ancho, generalmente más largas que los pedicelos o incluso algunas más largas que los sépalos, las apicales ovadas, de 1–2 cm de largo, de 3–6 mm de ancho, más largas que los pedicelos, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, blanco-lepidotas a esparcidamente lepidotas abaxialmente; **FLORES** erectas a ascendentes en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, ascendentes en la antesis, de 5–16 mm de largo,

densamente blanco-lepidotos; **SÉPALOS** linear-lanceolados, rojos, de 2.3–2.9 cm de largo, de 2.5–5 mm de ancho, acuminados, densamente blanco-lepidotos hacia la base, los dos sépalos adaxiales levemente carinados; **PÉTALOS** rojos, de 4.5–5.1 cm de largo, agudos; **ESTAMBRES** de 4.8–5.1 cm de largo, ligeramente más largos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 4–4.4 cm de largo; **ANTERAS** de 6–8 mm de largo; **OVARIO** de 6–8 mm de largo, de 2–3 mm de diámetro. **CÁPSULAS** de 13–15 mm de largo, de 6–7 mm de diámetro; **SEMILLAS** pardas, fusiformes, de 1 mm de largo, bicaudadas, las caudas de ca. 4 mm de largo.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Es la única especie del complejo con hábito epífita, se conoce de los estados de Guerrero, Jalisco y Michoacán, en donde crece en bosque mesófilo de montaña y en bosque de coníferas, en elevaciones entre 1 100 y 1 900 m (FIGURA 45).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor entre los meses de junio y agosto; con frutos entre julio y septiembre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. GUERRERO. MUNICIPIO DE LEONARDO BRAVO. 10.5 km al SW de Tres Caminos, *J. Calónico y Y. P. M. 10007* (FCME); pedregal Cruz de Ocote a 30 km al SW de Filo de Caballos hacia Atoyac, *Lab. de Biogeografía 1381* (FCME, MEXU). MUNICIPIO DE MALINALTEPEC. Barranca Honda, a 8 km de Huehuetepic, rumbo a Zitlaltepec, *R. M. Fonseca y E. Velázquez 3643* (UAMIZ). **JALISCO.** MUNICIPIO DE AUTLÁN DE NAVARRO. 1 km al E de El Zarzamoro, cañada del Tlacuache, *R. Cuevas y L. Guzmán 4273* (CHAPA, ZEA). Las Galeras, estación científica Las Joyas, *R. Cuevas G., L. Guzmán H. y M. Morales 5891* (ZEA); 3 km al SSE de Ahuacapán, 13-14 km al SSE de Autlán de Navarro, *L. Guzmán H., G. Saldivar V. y G. Nieves H. 271* (ZEA); Barbechos del Sol y La Luna, *R. Cuevas G. 1215* (ZEA); cañada del Arroyo de la Moza, sobre una vereda a Corralitos, Ahuacapán, *A. Vázquez 3355* (ZEA); Las Galeras, estación científica Las Joyas, *R. Cuevas G., L. Guzmán H. y M. Morales 5891* (ZEA); Charco de los Perros, estación científica Las Joyas, 18-19 km al SSE de Autlán, *F.J. Santana M., R. Tamayo, M.R. Sánchez 6727* (ZEA); 3-5 km delante de Ahuacapán, camino a Corralillos, *R. Cuevas G., R. González T. y G. Guzmán S. 8936* (ZEA). MUNICIPIO DE CUAUTITLÁN DE GARCÍA BARRAGÁN. Las Pilas, Manantlán, Cuautitlán, *A. Vázquez 3335* (ZEA); 3 km al WNW del Rincón de Manantlán, *R. Cuevas G. y M. Rosales 2176* (IBUG, ZEA); lower N-facing slopes of the Sierra de Manantlán occidental, 2 km SW of Rincón de Manantlán along lumber road to Corralitos, *H.H. Iltis, B. F. Benz, M. Burd 28820* (ZEA). MUNICIPIO DE VILLA PURIFICACIÓN. Predio Villas de Cacoma, *J. G. Morales, J. L. Rodríguez, I. Padilla 94* (IBUG, ZEA); *J. L. Rodríguez, J. G. Morales, L. Guzmán y M. G. Gama 284* (ZEA).

COMENTARIOS. *Pitcairnia foliacea* se distingue de las demás especies del complejo por su hábito mayormente epífita y porque crece en tipos de vegetación mesófilos, lo que explicaría su morfología vegetativa y claramente distintiva entre los miembros del complejo, ya que presenta las hojas fotosintéticas anchas y casi pseudopecioladas, mismas que al caducar son sustituidas por las brácteas foliáceas del pedúnculo, permitiéndole a las plantas conservar la humedad y protección necesarias para que crezcan exitosamente sobre los árboles. Es endémica de la Sierra Madre del Sur y hasta ahora sólo se conocía del material tipo, procedente de Michoacán, como resultado de este trabajo se amplía su distribución conocida a los estados de Guerrero y Jalisco.



FIGURA 50. *Pitcairnia foliacea* L.B. Sm., A) planta completa, B) acercamiento de la inflorescencia (J.L. Rodríguez et al. 284, ZEA!), C) del bulbo (J.G. Morales 94, ZEA!) y de D) la flor (R. Cuevas 2176, ZEA!), E) holotipo, G.B. Hinton 15941 (US!). Fotos: E. González-Rocha

Pitcairnia jaliscana S. Watson, Proc. Amer. Acad. Arts 22: 456. 1887. Tipo:—MÉXICO. Jalisco, municipio de Guadalajara, Río Blanco, in the crevices of rocks in deep ravines, 15 agosto 1886 (fl/fr), *E. Palmer* 348 (Holotipo: GH 0029171!, Isotipos: BM 000838798!, G 00099538!, K 000321570 (espécimen del lado derecho de la cartulina)!, LE 00006250!, MEXU 53578!, NDG 10309!, NY 00247187 (espécimen del lado derecho de la cartulina)!, P 00713069!, PH 00030833!, US 00088862!, US 00088863!, YU 001003!) (FIGURA 51).

El epíteto específico hace referencia al estado de Jalisco, lugar donde fue recolectado el material tipo de la especie.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 20–80 cm de alto; bulbosa, bulbos de 2–5 cm de alto, de 1.7–3.7 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1.5–3 cm de largo y de 1.5–3 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** ovadas a oblongas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 1.8–3.9 cm de largo, 1.4–2.5 cm de ancho, enteras; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 22–75 cm de largo, de 4–15 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción basal remanente presenta el margen espinoso, espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas a divaricadas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, oblongas, pardas claras abaxialmente, de 5–6 cm de largo, de 1–1.2 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, esparcidamente lepidotas a glabrescentes abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 1.3–5.5 cm de largo, de ca. 1.5 mm de ancho, glabras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, erecta; **PEDÚNCULO** verde, de 12–40 cm de largo, de 2–7 mm de diámetro, esparcidamente blanco-lepidoto a glabrescente en la madurez, cubierto en su parte basal por las brácteas del pedúnculo; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lineares, arrosetadas, verdes, de 12–44–(57) cm de largo, de 4–9 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, mucho más largas que los entrenudos, tan largas como el pedúnculo y cubriéndolo en su porción basal, deciduas en la madurez por una línea de abscisión, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** ovadas a lanceoladas, verdes, de 2–7.7 cm de largo, de 6–14 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, esparcidamente lepidotas abaxialmente, generalmente más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 8–40 cm de largo, con 7–43 flores laxas y polísticamente dispuestas, entrenudos de hasta 2.4 cm de largo; **RAQUIS** muy esparcidamente blanco-lepidoto a glabrescente, visible; **BRÁCTEAS FLORALES**

verdes hacia el ápice, rojas en la base, las basales muy ampliamente ovadas a ovadas, de 2–5 cm de largo, de 6–14 mm de ancho, más largas que los pedicelos pero nunca sobrepasando a los sépalos; las apicales ampliamente ovadas a ovadas, de 11–13 mm de largo, de 2–5 mm de ancho, más largas que los pedicelos, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, esparcidamente lepidotas a glabrescentes abaxialmente, especialmente hacia el ápice; **FLORES** ascendentes en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, erectos en la antesis, de 4–28 mm de largo, esparcidamente lepidotos a glabrescentes; **SÉPALOS** estrechamente elípticos, rojos, de 1.7–2.9 cm de largo, de 3–6 mm de ancho, acuminados, glabros, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** oblongos a estrechamente elípticos, rojos, de 5–6.2 cm de largo, de 6–9 mm de ancho, agudos, cortamente unguiculados, la uña de 6–10 mm de largo; **ESTAMBRES** de 5–6 cm de largo, ligeramente más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 4–5.1 cm de largo; **ANTERAS** de 4–10 mm de largo; **OVARIO** de 6–9 mm de largo, de 3–4 mm de diámetro; **ESTILO** de 4.6–5.3 cm de largo. **CÁPSULAS** de 12–16 mm de largo, de 4–6 mm de diámetro; **SEMILLAS** pardas, fusiformes, de ca. 1.5 mm de largo, bicaudadas, cada cauda de ca. 2 mm de largo.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Especie conocida de los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco y Zacatecas, en donde crece sobre rocas en riscos o en cañadas en bosque de *Quercus*, bosque de coníferas, bosque tropical caducifolio, bosque de galería, relictos de bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo y pastizal, en elevaciones entre 1 000 y 2 800 m (FIGURA 52).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor y en fruto durante los meses de julio a octubre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. AGUASCALIENTES. MUNICIPIO DE AGUASCALIENTES. Presa el Ocote, *G. Nieto S.* 1 (INEGI); alrededor de antenas del cerro de Los Gallos, *G. González Adame* 1045 (HUAA). MUNICIPIO DE CALVILLO. rancho El Carrizo, Sierra del Laurel, *G. González Adame* 926 (HUAA); W de Los Alisos, *M. de la Cerda L.* 7120 (HUAA). MUNICIPIO DE JESÚS MARÍA. 1 km al NE del Ocote, *G. García R.* 2633 (HUAA). **GUANAJUATO.** MUNICIPIO DE PÉNJAMO. 5 km al N de la peña de la Iglesia, *J. I. Guadián Marín* 938 (UAMIZ, MEXU). **JALISCO.** MUNICIPIO DE AMECA. a 47 km al W de Ameca, *R. Hernández M., E. J. Lott y A. Delgado S.* 9040 (MEXU). MUNICIPIO DE ATENGUILLO. Volcanes. La Campana, *C. L. Díaz Luna* 1384 (ENCB, MEXU). MUNICIPIO DE AYOTLÁN. Steep rocky hillsides 3 miles east of Ayo el Chico, *R. McVaugh* 17166 (MICH). MUNICIPIO CHIMALTITÁN. km 32 del camino Florencia (Zacatecas)-Chimaltitán, *J. A. Pérez de la Rosa* 1593 (IBUG). MUNICIPIO DE EJUTLA. Cima del

cerro localizado al SW de Ejutla, junto al cerro el Narigón, carretera Ejutla-El Grullo, *A. Rodríguez C. y A. Castro-Castro 4001* (IBUG). MUNICIPIO DE ENCARNACIÓN DE DÍAZ. La Magdalena Vieja, *R. Ramírez D., R. González Tamayo y F. Reyna B. 1716* (IBUG, MEXU). MUNICIPIO DE GUADALAJARA. Near Guadalajara, *J. N. Rose y Jos. H. Painter 7464* (US). MUNICIPIO DE JESÚS MARÍA. Rocky (rhyolitic) hills ca. 35 km east of Arandas, *R. McVaugh 24351* (MICH, MEXU). MUNICIPIO DE MASCOTA. El Coamil, *A. Dávalos M. 13* (IBUG); 30 km después de Mascota, rumbo a Ameca, *J. Ceja, A. Mendoza R., A. Espejo y A. R. López-Ferrari 2082* (UAMIZ); a 6 km después de Mascota, rumbo a Ameca, *A. Espejo y A. R. López-Ferrari 4180* (UAMIZ); precipitous south-facing mountainsides 4 miles north-northeast of Talpa de Allende, *R. McVaugh 20112* (MICH). MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL DE LA BARRANCA. La Planilla de arriba, rancho Pericos, aprox. 2.5 km al NW de Las Carboneras y 5.5 km al NE de La Lobera, *P. Carrillo-Reyes y F. Nicolade 4318* (IBUG, UAMIZ); 10 km al N de la desviación de la carretera a Tesistán, antes de llegar al devisadero, *A. Flores Macías, R. González Tamayo y O. Reyna B. 1015* (IBUG, MEXU, XAL); brecha a Los Pueblitos, km 12 aproximadamente, *R. Ornelas U. 793* (IBUG). MUNICIPIO SAN MARTÍN HIDALGO. Sierra de Quila, Cerro de la Cruz, ladera rocosa SW, *A. Flores Argüelles, L. Hernández L., E. A. Suárez-Muro, M. Leyra L. y R. Sevilla P. 503* (IBUG). MUNICIPIO SAN SEBASTIÁN DEL OESTE. Camino antiguo a Los Reyes, saliendo de San Sebastián del Oeste, *R. Ramírez D., I. Ortiz y G. González 7688* (IBUG). MUNICIPIO DE TALA. Agua Dulce, hacienda de Huaxtla, río Salado, 30 km al W de Guadalajara, *L. M. Villarreal de Puga 15577* (IBUG, MEXU); arroyo el Taray, bosque escuela La Primavera, *A. Rodríguez C. y J. Reynoso D. 1608* (IBUG); Camino entre el rancho Presitas, bosque escuela La Primavera, *A. Rodríguez C. y O. Vargas P. 2100* (IBUG). MUNICIPIO DE TECALITLÁN. ca. 10 km al E de Tecalitlán, sobre la brecha a La Nogalera y Jilotlán, *J. Villa C. y J. Chávez L. 087* (IEB, MICH); 50.7 km al SSE de Cd. Guzmán, carr. Llanitos y brecha Plan de Lego; luego 3 km al E de Puente de Lego por la brecha a Las Ánimas, *M. Fuentes O. 440* (MICH, IEB). MUNICIPIO DE TECOLOTLÁN. Sierra de Quila, 28 km al NW de Tecolotlán, cascada conocida como el Salto del Venado, *A. Flores Argüelles, L. Hernández L. y E. A. Suárez-Muro 414* (IBUG). MUNICIPIO DE TENAMAXTLÁN. Presa del Durazno, al noroeste de Tenamaxtlán, *J. A. Machuca N. 7153* (IBUG). MUNICIPIO DE TEQUILA. Steep rocky hills 2 miles northwest of Tequila, *R. McVaugh 18651* (ENCB, MICH, US); cerro de Tequila, *S. López y J. Leos 11* (IBUG). MUNICIPIO DE TOTATICHE. 1 km al E de Totatiche, *F. J. Santana M. et al. 1737* (IBUG). MUNICIPIO DE TUXPAN. Puente San Pedro, 5 miles southwest of Tecalitlán, *R. McVaugh 15453* (MICH). MUNICIPIO DE UNIÓN DE TULA. La Soledad, 5-6 km al W de Unión de Tula, *F. J. Santana M. 7210* (ZEA). MUNICIPIO DE ZAPOPAN. Barranca de San Lorenzo, 6 km al NW de Tesistán,

G. Nieves H. 507 (IBUG); cerro al N del poblado de La Primavera, M. Huerta M., J. Metzger y R. Acevedo 169 (ENCB, MEXU, TEX, XAL); arroyo los Guayabos, Hervey R., Hugo P., Rodolfo R. 17 (CHAPA); Mesa Colorada, A. Rodríguez C. y J. Suárez J. 1448 (ENCB, IBUG); cerro el Tepopote o Chiquihuite, subiendo por la falda hacia la carretera Guadalajara–Nogales, A. Castro-Castro y A. Rodríguez 1849 (IBUG); lado E del cerro de Tepopote, Z. Dellamary 70 (IBUG); km 12-13 carretera Guadalajara-Ixtlahuacán del Río, 1 km al N de la planta tratadora de aguas negras, A. Rodríguez C., D. Juárez-Martínez y T. Méndez-López 5129 (IBUG, IEB, MEXU); sierra de La Venta, cerro El Tepopote, 20 km al SW, L. M. Villarreal de Puga 14584 (IBUG); área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, cima del volcán El Colli, A. Rodríguez y E. García 7724 (IBUG, INEGI); about 4 mi S of Hwy 15 along road to Primavera, about 17 mi W of Guadalajara, W. D. Stevens y Mary Fairhurst 1918 (ENCB, MICH); cerro del Colli, a 1.5 km al SE de Ciudad Granja, G. González M., R. Delgadillo D. y M. A. Macías R. 11 (IBUG, MEXU); cerro del Colli (Volcán), suburbio occidental de Guadalajara, M. Cházaro B. y J. A. Lomelí S. 7216 (CHAPA, MICH, MEXU, XAL); cerro El Tepopote o Chiquihuite, subiendo por la falda hacia la carretera Guadalajara-Nogales, A. Castro-Castro y A. Rodríguez 1849 (IBUG, MEXU); Santa Cruz del Astillero, R. Hernández Magaña, R. Hernández V. y U. Hernández V. 9517 (MEXU); Agua Dulce, hacienda de Huaxtla, río Salado, 30 km al W de Guadalajara, L. M. Villarreal de Puga 15577 (MEXU); Los Camachos al norte de Guadalajara, carretera a Saltillo, al principiar el descenso a barranca del Río Santiago, C. L. Díaz Luna 246 (MICH); rumbo a Guadalajara, 10 km después de El Escalón, A. R. López-Ferrari y A. Espejo 1352 (UAMIZ); El Mirador, 0.3 km al E de la carretera Guadalajara-Colotlán, sobre el camino a Huaxtla, E. González-Rocha, P. Carrillo-Reyes y M. Padilla 405 (UAMIZ); a 13 km sobre el camino a San Cristóbal de la Barranca, a partir de la carretera Guadalajara-Tesistán, A. R. López-Ferrari y A. Espejo 2089 (UAMIZ); brecha a Huaxtla, a partir de la carretera Tesistán-San Cristóbal de la Barranca, A. R. López-Ferrari y A. Espejo 2094 (UAMIZ); bosque La Primavera, J. F. Gómez M. 26 (IBUG); mirador km 23, carretera a Colotlán, P. Carrillo-Reyes 58 (IBUG); colonia La Primavera a 0.79 km lineares al O de la caseta de entrada a la Primavera, A. Villalvazo-H. 31 (IBUG); falda NNE y ladera N del cerro del Colli, S. Carvajal H., G. Briseñas y M. Carvajal M. 278 (IBUG, ZEA); cerro del Diente, ladera de exposición sur, Río Blanco, A. Rodríguez C. y L. Guzmán H. 330 (IBUG); cerro el Diente, camino de la peña que escalan hacia las positas, J. Aragón-Parada, G. Munguía L., M. Harper 1388a (IBUG); cerro de Montichelli Tesistán (cerro Monticello), J. A. Vázquez G., N. Cervantes y G. Nieves 426 (IBUG); km 28 de la carretera 15 que conduce a Nogales, A. Rodríguez C. 440 (IBUG); Las Agujas, brecha Santa Lucía, al noroeste de Tesistán, L. A. García R. 934 (IBUG); cerro del

Colli, suburbio oeste de Guadalajara, *M. Cházaro B. y A. Fayad Ch.* 6467 (IEB, XAL, ENCB); cerro del Colli (Volcán), suburbio occidental de Guadalajara, *M. Cházaro B. y J. A. Lomelí S.* 7216 (TEX); el cerro del Colli, al oeste de Guadalajara, 2 km al W de Ciudad Granja, *A. Flores Macías* 1035 (IBUG); 10 km de la desviación a Tesistán, carretera a Zapopan por San Cristóbal de la Barranca, antes de llegar al rancho El Escalón, *A. Flores Macías* 1141 (IBUG); El Mirador, carretera Guadalajara-Colotlán, *F. J. Santana M.* 2822 (IBUG); Río Caliente, Sierra de la Venta, *L. M. Villarreal de Puga* 4676 (IBUG); bosque La Primavera, frente al km 15 de la carretera México 15 entre Guadalajara y Tequila, *A. Rodríguez C. y P. Montiel-Moncayo* 6333 (IBUG); cerro del Colli, 10 km al W de Guadalajara, *L. M. Villarreal de Puga et al.* 9584 (IBUG); La Herradura, villa Primavera, *L. M. Villarreal de Puga et al.* 17022 (IBUG); cercanías del hospital Angel Leaño, *L. M. Villarreal de Puga* 17444-a (IBUG); cerro del Colli, *E. Estrada F. s. n.* (IBUG); cerro El Colorín, al N de Zapopan, *E. Estrada F. s. n.* (IBUG); fraccionamiento La Venta, en una orilla de las calles interiores, *J. T. Guzmán A. s. n.* (IBUG); barranca de Los Camachos, *L. M. Villarreal de Puga* 269 (IBUG); MUNICIPIO DE ZAPOLTITIC. A 26 km de Ciudad Guzmán, carretera a Tamazula, 25 km de brecha de San (SIC) Cruz a Concepción de Buenos Aires, *M. Fuentes O.* 386 (MICH). SIN MUNICIPIO. Arroyo La Mulera, 1-3 km al SW de Las Berenjenas, *G. Flores F. y J. Calónico S.* 4907 (MEXU, UAMIZ); cliffsides e. Volcano Colima, *P. Goldsmith* 19 (GH, MO, UC, US); La Palma, *M. E. Jones* 466 (US); Baños del Padre, Sierra de la Venta; 33 km al W de Guadalajara, *L. M. Villarreal de Puga* 902 (IBUG); 5.5 km adelante del rancho Las Ánimas, rumbo a Jilotlán de los Dolores, *R. Ornelas U., A. Flores Macías y A. Alvarado C.* 933 (IBUG); precipitous south-facing mountainsides 4 miles north-northeast of Talpa de Allende, *L. R. McVaugh* 20112 (ENCB, US). **ZACATECAS.** MUNICIPIO DE NOCHISTLÁN. El Capulín, *R. Pérez Pérez sn* (IBUG). **SIN ESTADO.** Between Bolaños & Guadalajara, *J. N. Rose* 3041 (GH, K, US).

COMENTARIOS. Esta especie ha sido tratada por varios autores como sinónimo de *Pitcairnia karwinskyana* (McVaugh, 1989; Smith y Downs, 1974) debido a la gran similitud que existe entre ellas y aunque algunos especialistas en la familia la han considerado una especie válida (Espejo y López-Ferrari, 2018), no existía, hasta ahora, una revisión taxonómica que permitiera separar de forma explícita a ambas especies. Los dos taxones tienen flores pediceladas, brácteas florales que cubren por completo al pedicelo y brácteas del pedúnculo tan largas que lo igualan o lo sobrepasan; sin embargo se pueden distinguir por características morfológicas, como la presencia o no de indumento en las hojas y las brácteas del pedúnculo, o bien por caracteres ecológicos como la fenología, los patrones de distribución geográfica (FIGURA 52) y el hábitat en el que prosperan. En *P. jaliscana* la época de floración se presenta

durante los meses de julio a septiembre, las hojas verdes fotosintéticas son blanco-lepidotas abaxialmente, las brácteas del pedúnculo son esparcidamente blanco-lepidotas abaxialmente y las brácteas florales son ampliamente ovadas a ovadas; mientras que en *P. karwinskyana* la floración ocurre de mayo a agosto, las hojas y las brácteas del pedúnculo son glabras en ambas caras y esparcidamente lepidotas solo en el margen y las brácteas florales son estrechamente triangulares a ovadas.

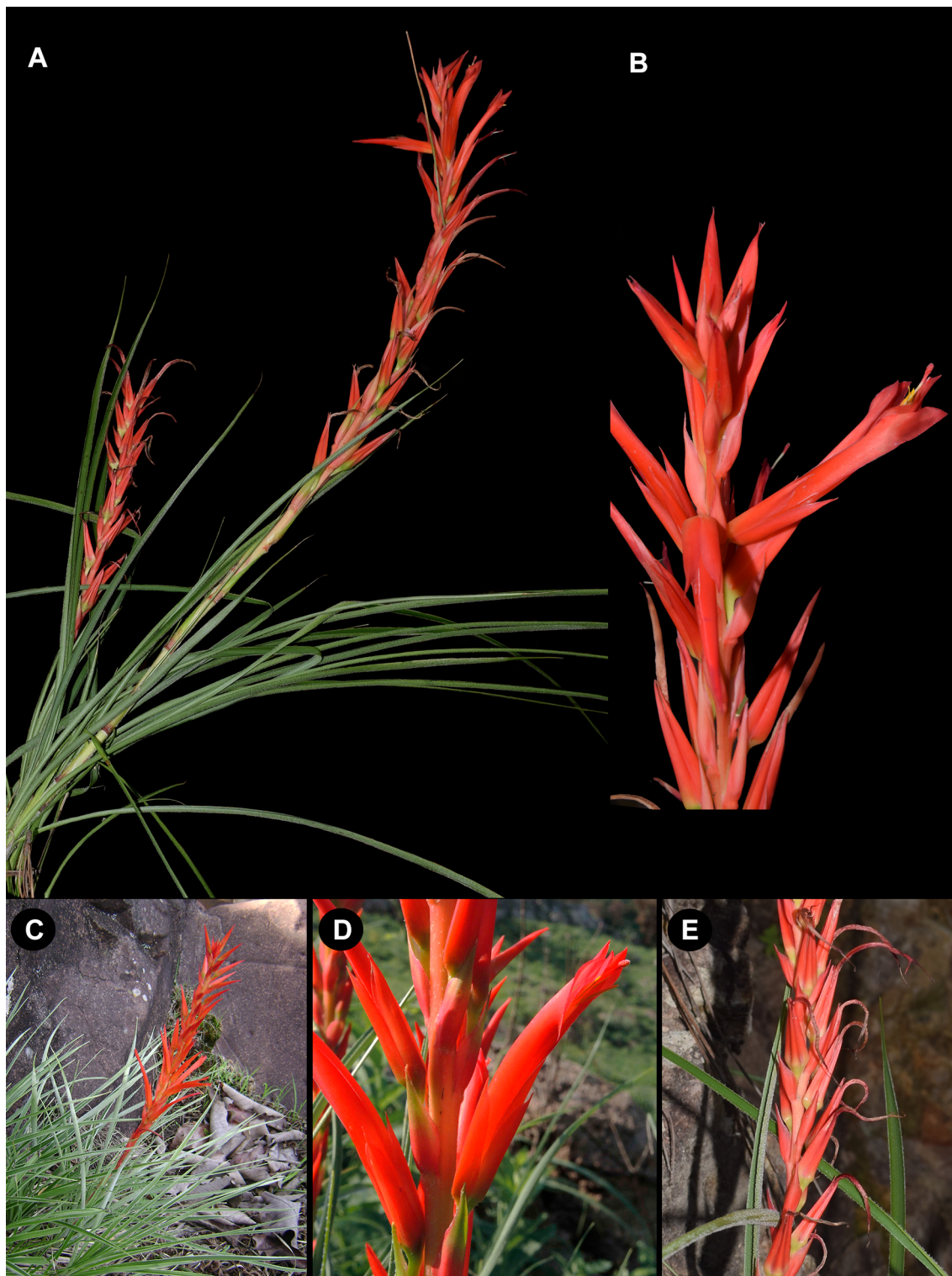


FIGURA 51. *Pitcairnia jaliscana* S. Watson, A) planta completa, B y D) acercamiento de las flores en antesis, C) hábitat y E) flores después de la antesis. Fotos: L.J. Hernández Barón (A. Flores Argüelles et al. 1178, UAMIZ!, A, B y E), A. Flores Argüelles (C) y Chris Lloyd (D).

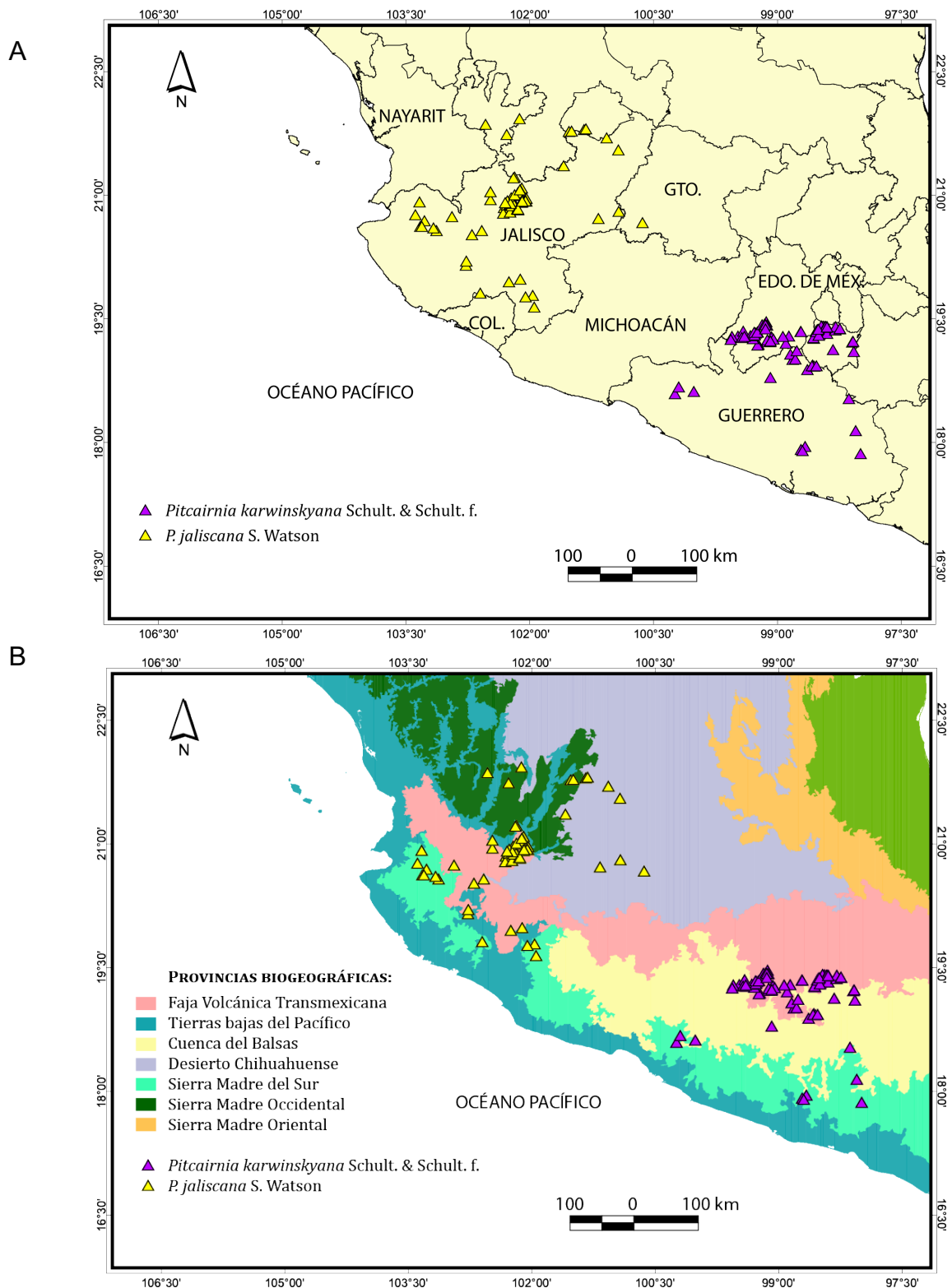


FIGURA 52. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de *Pitcairnia jaliscana* y *P. karwinskyana*.

Pitcairnia karwinskyana Schult. & Schult. f., Syst. veg. 7: 1239–1240. 1830. ***Hepetis karwinskyana*** (Schult. & Schult. f.) Mez, in C. D. C., Monogr. phan. 9: 974. 1896. Tipo:—MÉXICO. Estado de México, municipio de Sultepec, in calidis Cristo, Republ. Mexican., mayo 1827 (fl), *W. F. von Karwinsky, s. n.* (Holotipo: M 0111424!) (FIGURAS 53).

Esta especie fue nombrada en honor al naturalista alemán barón Wilhelm Friedrich Karwinsky von Karwin (1780-1855) quien recolectó plantas y animales en Brazil y México entre 1821 y 1831

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 25–53 cm de alto; bulbosas, bulbos de 2–6.5 cm de alto, de 1.5–5 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1.2–3 cm de largo y de 3–5 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** oblongas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 1.7–4.7 cm de largo, 1.4–3.4 cm de ancho, enteras; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 24–83 cm de largo, de 4–14 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras en ambas caras, esparcidamente lepidotas en el margen, ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción basal remanente presenta el margen espinoso, espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas, algunas antrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, oblongas, pardas claras abaxialmente, de 4–9 cm de largo, de 0.9–1.3 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, esparcidamente lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 1–12 cm de largo, de ca. 1.5 mm de ancho, glabras, adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotas abaxialmente a densamente blanco-lepidotas hacia la base, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, generalmente erecta; **PEDÚNCULO** verde, de 9–31 cm de largo, de 2–5.5 mm de diámetro, esparcidamente blanco-lepidoto a glabrescente, cubierto por las brácteas del pedúnculo en su parte basal, a veces cubriéndolo totalmente; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lineares a lanceoladas, arrosetadas, verdes, de 4–40 cm de largo, de 10–12 mm de ancho, enteras, glabras en ambas caras, pero blanco-lepidotas en el margen y hacia su porción apical, mucho más largas que los entrenudos, tan largas como el pedúnculo, a veces mucho más cortas y cubriéndolo en su porción basal, deciduas por una línea de abscisión, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, verdes a veces con tonalidades rosadas hacia la base, de 2–7 cm de largo, de 6–24? mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, generalmente glabras en ambas caras, abaxialmente blanco-lepidotas en el ápice, más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 10–29 cm de largo, con 10–30 flores laxas y polísticamente dispuestas

a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 2.4 cm de largo; **RAQUIS** glabro a esparcidamente blanco-lepidoto, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** rojas a rosadas con tonalidades verdes hacia el ápice, las basales estrechamente triangulares a ovadas, de 2.2–6.7 cm de largo, de 10–22 mm de ancho, más largas que los pedicelos, a veces algunas igualando o sobrepasando a los sépalos, acuminadas; las apicales ovadas a oblongas, de 1.2–2.5 cm de largo, de 3–8 mm de ancho, más largas que los pedicelos, pero nunca sobrepasando a los sépalos, enteras, agudas, glabras adaxialmente, esparcidamente lepidotas a glabrescentes abaxialmente; **FLORES** ascendentes en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, erectos en la antesis, de 3–18 mm de largo, esparcidamente blanco-lepidotos a glabrescentes; **SÉPALOS** lanceolados, rojos a anaranjados solferino, de 2–3.6 cm de largo, de 3–7 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, esparcidamente lepidotos a glabrescentes abaxialmente, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** estrechamente oblongos a lanceolados, rojos, blancos en su parte basal, de 4.5–6.5 cm de largo, de 9–12 mm de ancho, obtusos a redondeados, cortamente unguiculados, la uña de 5–8 mm de largo; **ESTAMBRES** de 4.6–6.1 cm de largo, más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 3.8–5.8 cm de largo; **ANTERAS** de 8–11 mm de largo; **OVARIO** de 6–9 mm de largo, de 2–5 mm de diámetro; **ESTILO** de 4.8–6.2 cm de largo. **CÁPSULAS** de 12–15 mm de largo, de 5–7 mm de diámetro; **SEMILLAS** pardas, fusiformes, de 1 mm de largo, bicaudadas, cada cauda de ca. 2 mm de largo.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce de los estados de Guerrero, Estado de México y Morelos, en donde crece sobre riscos o en pedregales, en bosque de *Quercus*, bosque de conífera, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo, en elevaciones entre 700 y 2 500 m (FIGURA 52).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de mayo a agosto y en fruto de julio a octubre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. ESTADO DE MÉXICO. MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS. Las Peñas de Texcalapa, aproximadamente 10 km al SW de Almoloya de Alquisiras, *M. Flores C. y F. Riveros* 782 (UAMIZ); Cuautenco, S de Almoloya de Alquisiras, arriba de Los Papalotes, *M. Flores C.* 910 (UAMIZ); cerro de Ahuacatitlán, Almoloya de Alquisiras, *E. Matuda et al.* 30590 (CODAGEM, MEXU, MO, US); At Almoloya, *Bird Rock Tropicals* MG (SEL). MUNICIPIO DE IXTAPAN DE LA SAL. Ixtapan, *R. Hernández M.* 145 (MEXU); barranca Nenetzingo, entre el Abrojo y el puente Nenetzingo, carretera libre Toluca-Ixtapan, *J. A. López S. Y S. E. Hernández J.* 1394 (CHAPA). MUNICIPIO DE LUVIANOS. 7.2 km después de Puerto

del Salitre rumbo a Cañadas de Nanchititla, *E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y L. G. Galván* 362 (UAMIZ); 18.4 km después de Puerto del Salitre rumbo a Cañadas de Nanchititla, *E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y L. G. Galván* 363 (UAMIZ); Torrecillas, km 15 carretera El Estanco-Cañadas de Nanchititla, *A. Rodríguez, D. Szesko y E. J. López-Patiño* 6051 (IBUG, IEB, MEXU,); cerro Huistepeque, 8 km al W de la Peña Blanca, N de Luvianos, *F. González Medrano, R. M. López-Franco y R. Dirzo M.* 6068 (MEXU); faldas del cerro Nariz, 6 km adelante de la desviación a Palmar Chico, carretera El Estanco-Cañadas de Nanchititla, *A. R. López-Ferrari y A. Espejo* *chechar número (UAMIZ); Nanchititla, *G. B. Hinton* 3621 (K, US). MUNICIPIO DE MALINALCO. Cañada San Miguel, paraje El rincón de San Miguel, barrio Santa Mónica, *Ó. López Zamora* 78 (MEXU); sobre el camino a las ruinas de Malinalco, *A. García M.* 3208 (MEXU). MUNICIPIO DE MALINALTENANGO. Barranca de Malinaltenango, cerca del río, *A. García-Mendoza, A. Gutiérrez, A. Castañeda y A. Téllez* 6626 (MEXU). MUNICIPIO DE SAN SIMÓN DE GUERRERO. ca. 3 km sobre la brecha que va a la cumbre a partir de la carretera que va a Temascaltepec-Tejupilco, *J. Ceja Romero y A. Mendoza Ruiz* 1500 (UAMIZ). MUNICIPIO DE SULTEPEC. 9 km sobre el camino desde Juluapan a El Cristo, *E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y L. G. Galván* 358 (UAMIZ); La Ciénega, 5 km al S de Sultepec, *J. Rzedowski* 30470 (ENCB, IEB); La Ciénega, 5 km al S de Sultepec, sobre el camino a Amatepec, *J. Rzedowski* 30866 (ENCB); 11.1 km después de Sultepec hacia San Miguel Totolmaloya, *E. González-Rocha, A. Espejo, A.R. López-Ferrari y L.J. Hernández-Barón* 417 (UAMIZ); 7.3 km después de Sultepec hacia San Miguel Totolmaloya, *E. González-Rocha, A. Espejo, A.R. López-Ferrari y L.J. Hernández-Barón* 418 (UAMIZ). MUNICIPIO DE TEJUPILCO. Rincón de Ugarte, ca. 3 km por el camino de terracería, rumbo a Rincón de Ugarte, a partir del camino Tejupilco-Luvianos, *J. Santana C., R. Grether, M. E. Fraile O., A. Martínez B. y S. Camargo R.* 77 (UAMIZ); Rincón de Ugarte, *I. Reyes J. Sn* (UAMIZ); alrededores de Rincón de Ugarte, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari* 5547 (UAMIZ); cumbre de Tejupilco, *G. B. Hinton* 1057 (US); a 3 km sobre el camino a Almoloya de las Granadas, a partir de la carretera Temascaltepec-Tejupilco, *A. Flores C., A. Espejo y A. R. López-Ferrari* 1007 (UAMIZ); El Divisadero, 5 km adelante de Cañadas de Nanchititla, rumbo a La Piaxtlera, *A. R. López-Ferrari y A. Espejo* 1639 (UAMIZ); cerro de la Muñeca, *E. Matuda y colaboradores* 30520 (CODAGEM, MEXU, US). MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC. Tejupilco, Awd to Temascaltepec and Valle de Bravo *G. B. Hinton* 1219 (GH, K, US); La Sierrita, *G. B. Hinton* 7677 (K, US); Carboneras, *G. B. Hinton* 7719 (K); a 8 km east of Temascaltepec, *G. B. Hinton* 26000 (TEX); 15.2 km después de Oxtotilpan hacia Temascaltepec, carretera Toluca-Temascaltepec, *E. González-Rocha, A. González y Y. González* 389 (UAMIZ); 5.7 km

después de Carboneras hacia Temascaltepec, carretera Toluca-Temascaltepec, *E. González-Rocha, A. González y Y. González* 390 (UAMIZ). MUNICIPIO DE VALLE DE BRAVO. Arriba cortina presa Valle de Bravo, *H. Sánchez Mejorada y C. Chávez Arias* 266 (MEXU). **GUERRERO.** MUNICIPIO DE BUENAVISTA DE CUÉLLAR. 10 km del camino La Tigra-El Zapote, *E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari e I. N. Gómez E.* 247 (UAMIZ); camino a la estancia, al SW del poblado de Buenavista de Cuéllar, *S. Valencia A.* 4842 (FCME). MUNICIPIO DE CHILPANCINGO DE LOS BRAVO. Rincón de la Vía, *H. Kruse* (FCME); a 25 miles south of Chilpancingo, *J. B. Paxson, G. L. Webster y F. A. Barkley* 17M793 (LL). MUNICIPIO DE COYUCA DE CATALÁN/ MINA. Carrizera/Mina, *G. B. Hinton* 10090 (K, US). MUNICIPIO DE MALINALTEPEC. Malinaltepec, *Irmtraud Wagenbreth* 676 (MEXU). MUNICIPIO DE MOCHITLÁN. a 3 km al sureste de Acahuizotla, *A. Nuñez* 703 (FCME, UAMIZ). MUNICIPIO DE TAXCO DE ALARCÓN. 4.5 km al NE de Taxco de Alarcón, *J. Calónico S. y Karina J. D.* 9375 (FCME); cerro Casallas, Las Martelas, 1.5 km al NE de Taxco Guerrero, carretera a Cuernavaca, *R. Torres C., O. Dorado y S. Zona* 9953 (MEXU); cerro Casallas, Las Martelas, 1.5 km al NE de Taxco Guerrero, carretera a Cuernavaca, *R. Torres C., O. Dorado y S. Zona* 9953 (UAMIZ); north of Taxco, *Ora M. Clark* (MO). MUNICIPIO DE TELOLOAPAN. Tehuixtla, área minera Rey de Plata, *D. Tejero-Díez y C. Ledesma-Corral* 5449 (MEXU). MUNICIPIO DE TETIPAC. Aproximadamente 2 km al S de Tetipac, *F. Lorea* 4313 (FCME). **MORELOS.** MUNICIPIO DE AYALA. Periferia de la mina de tezontle, 7 km al SE de Moyotepec (en línea recta), *R. Cerros Tlatilpa, L. Rodríguez, I. Arnelas, A. Flores M., C. Montealbán* 2943 (UAMIZ). MUNICIPIO DE CUAUTLA. Sin localidad, *E. Matuda* 26329 (MEXU). MUNICIPIO DE CUERNAVACA. Barranca a un costado la Calle prolongación El Amate, atrás de la Col. Primavera rumbo a la Col. La Unión, *L. J. Hernández Barón, R. Cerros T., I. Matias y K. Juan Baeza* 151 (UAMIZ); barranca El Litrero, entrando por la colonia Altapalmira, Cuernavaca, *E. González-Rocha* 236 (UAMIZ); 1.42 km al SW de Lomas del Sol (en línea recta), barranca La Tilapeña, *E. González-Rocha, R. Cerros T., A. Flores M., Y. Montoya M. y Ó. Villafranco* 267 (UAMIZ); barranca L'Amagatall, *J. Vázquez* 349 (MEXU); barranca Zompantle, *J. Vázquez* 1602 (MEXU); camino Santa Maria Ahuacatlán, El Tepeite, *A. R. López-Ferrari, A. Espejo, R. Jiménez M., L. Sánchez S. y A. Flores C.* 2174 (UAMIZ); laderas barrancas Atzingo, *J. Vázquez S.* 2449 (MEXU); 1 km después de la Colonia del Bosque, rumbo a Mexicapa, *A. R. López-Ferrari, J. Ceja R., A. Espejo y V. Sosa* 2879 (UAMIZ); barranca, arriba de El Salto, *J. Vázquez S.* 3264 (MEXU); sierra de Ocuila, barranca de la Canoa, *E. Lyonnet y R. Chávez* 3287 (US); barranca Atzingo, *J. Vázquez* 3298 (MEXU); near Cuernavaca, *J. N. Rose y Walter Hough* 4421 (US); loma entre la barranca El Zompantle y la barranca Ahuatlán, al NW de Cuernavaca, *A. Espejo y A. R. López Ferrari* 5010 (UAMIZ);

barranca de La Canoa, al NW de Cuernavaca, *A. Espejo, J. García C., R. Jiménez M, L. Sánchez S., A. R. López-Ferrari y A. Flores-Castorena* 5693 (UAMIZ); Salto, Cuernavaca y cercanía, *E. Matuda* 26319 (MEXU, US); aprox. 4 km al E de Ahuatepec, 8 km al E de Cuernavaca, Morelos, por la carr. a Tepoztlán, *J. L. Villaseñor R., R. Medina, P. Ramírez y E. Martínez* 948a ((MEXU); in barranca Tinaja, near Cuernavaca, *Christian Hallringer sn* (GH); 500 m al O de la Col. El Zompantle, Barranca de Atzingo, *D. Martínez Alvarado y A. Flores-Castorena sn* (MEXU); in mountain above Cuernavaca, *Fred A. Barkley* 37464 (GH).

MUNICIPIO DE HUITZILAC. Autopista México-Cuernavaca, km 53, *J. Espinosa* 88 (ENCB); autopista México- Cuernavaca, km 56, *J. Espinosa* 138 (MEXU).

MUNICIPIO DE JANTETELCO. a 0.5 km al SE de la zona arqueológica de Chalcatzingo, entre los cerros Delgado y Chalcatzingo, *E. González-Rocha, R. Cerros T., A. Espejo, A. R. López-Ferrari e I. Mejía M.* 149 (UAMIZ).

MUNICIPIO DE PUENTE DE IXTLA. 3.5 km después de El Zapote, rumbo al poblado de La Tigra, *E. González-Rocha, A. Espejo, A.R. López-Ferrari e I. N. Gómez-Escamilla* 260 (UAMIZ); 0.85 km al NE del poblado de El Zapote, camino a Cerro Frío, *E. González-Rocha, A. Espejo, A.R. López-Ferrari e I. N. Gómez-Escamilla* 263 (UAMIZ); Tilzapotla, 2.3 km al SW, camino al cerro Frío, *A. Bonfil C.* 322 (UAMIZ).

MUNICIPIO DE TEMIXCO. barrancas aproximadamente 1 km al NE del poblado de Cuentepec, *E. González-Rocha, R. Cerros T., A. Flores Morales y J. Hernández B.* 119 (UAMIZ); barrancas aproximadamente 1 km al NE del poblado de Cuentepec, *E. González-Rocha, R. Cerros T., A. Espejo, A. R. López-Ferrari e I. Mejía M.* 131 (UAMIZ); 0.7 km al SW del poblado de Cuentepec, al lado de la zona arqueológica sobre el sendero ecoturístico al río Tembembe, *E. González-Rocha, A. Flores M., R. Cerros T., J. Hernández y Ó. Villafranco* 161 (UAMIZ); barrancas aproximadamente 1 km al NW del poblado de Cuentepec, *E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari e I. N. Gómez E.* 239 (UAMIZ); Xochicalco, *L. Hahn sn* (P).

MUNICIPIO DE TEPOZTLÁN. Cañada, cerca de la autopista México-Cuernavaca, por la curva La Pera, *R. Medina* 2 (MEXU); pedregal basáltico del derrame del Chichinautzin, *A. G. Miranda M.* 6 (UAMIZ); la Pera, carretera de cuota México-Cuernavaca, *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. García-Cruz* 40 (UAMIZ); a 4 km de la desviación al campamento Camohomila carretera a Tepoztlán, *M. Olvera* 92 (MEXU); 9.2 km después de Topilejo rumbo a Cuernavaca, sobre la carretera cuota México-Cuernavaca, *E. González-Rocha, A. Espejo-Serna, A. R. López-Ferrari e I. Mejía Marín* 129 (UAMIZ); 4.6 km al S de Santa Catarina, El Texcal, *E. González-Rocha, R. Cerros T., A. Flores M., L. L. J. Hernández B., Ó. Villafranco G., F. García, J. I. Matías, L. Gil G. y L. Rodríguez* 232 (UAMIZ); 9.6 km después de Topilejo rumbo a Cuernavaca, sobre la carretera cuota México-Cuernavaca, *E. González-Rocha, A. Espejo,*

A.R. López-Ferrari e I. N. Gómez-Escamilla 237 (UAMIZ); Toll road from México to Cuernavaca, La Pera, L. I. Nevling Jr. y A. Gómez-Pompa 341 (GH, MEXU); La Pera, km 66 de la carretera cuota México-Cuernavaca, E. González-Rocha, Y. Campos y A. González 406 (UAMIZ); carretera México-Cuernavaca, 5.5 km al E de Coajomulco, 500 m al N de la carretera, en la Sierra de Chichinautzin, M. Ishiki I. 899 (MEXU); carretera México-Cuernavaca, 5.5 km al E de Coajomulco, 500 m al N de la carretera, en la Sierra de Chichinautzin, M. Ishiki I. 899 (CHAPA, ENCB); Autopista México-Cuernavaca, km 64, derrame de lava, Sierra de Chichinautzin, A. Bonfil C. 978 (MEXU); a 3 km por la barranca de la Puerta desde el pueblo de Amatlán de Quetzalcoátl, A. Flores-Palacios y Q. T. Cruz-Fernández 1016 (HUMO); La Pera, A. Flores-Castorena 1125 (UAGC); km 68 carretera de cuota México-Cuernavaca, A. R. López-Ferrari y A. Espejo 1739 (UAMIZ), A. R. López-Ferrari, A. Espejo, R. Jiménez M. y L. Sánchez S. 2169 (UAMIZ), A. R. López-Ferrari, A. Espejo, R. Jiménez y L. Sánchez S. 2170 (UAMIZ); km 3 de la carretera La Pera–Tepoztlán, A. R. López-Ferrari, A. Espejo, J. García-Cruz y R. Jiménez M. 2449 (IEB, UAMIZ); autopista México - Cuernavaca, saliendo de la curva de La Pera, km 56. Derrame de lava (malpaís) en el declive sur de la sierra de Chichinautzin, E. Guízar N. 2770 (CHAP, IEB, MEXU, XAL); km 66 carretera de cuota México - Cuernavaca. 1 km adelante de La Pera, rumbo a Cuernavaca, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y V. Sosa 3619 (IEB, UAMIZ); km 66 carretera de cuota México - Cuernavaca. 1 km adelante de La Pera, rumbo a Cuernavaca, A. Espejo, A. R. López-Ferrari 4804, (UAMIZ); derrame del Chichinautzin, J. Arellano sn (MEXU, FCME); ladera sur del cerro de Chichinautzin, F. Morales Ordoñez sn (UAGC); 12 km al ESE de Cuajomulco, sobre la autopista a Cuernavaca, J. Rzedowski 35309 (ENCB). MUNICIPIO DE TOTOLAPAN. 0.6 km al E (en línea recta) de San Sebastián La Cañada, ladera E del cerro, E. González-Rocha, L. J. Hernández B., R. Cerros, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 301 (UAMIZ); San Sebastián la Cañada, R. Cerros Tlatilpa, A. Flores M., Ó. Villafranco y Y. Montoya 2952 (UAMIZ). MUNICIPIO DE ZACUALPAN DE AMILPAS. 2.6 km después de Zacualpan rumbo Cohuecán, barranca al lado del camino de terracería, ejido de Tlacotepec, E. González-Rocha, R. Cerros-Tlatilpa, A. Espejo-Serna, A. R. López-Ferrari e I. Mejía Marín 136 (UAMIZ).

COMENTARIOS. *Pitcairnia karwinskyana* es una especie muy variable, especialmente en el tamaño de las brácteas del pedúnculo, que algunas veces son tan largas como éste e incluso lo sobrepasan, tal como puede observarse en el ejemplar tipo. Sin embargo, al analizar material procedente, tanto del Estado de México como de Morelos, pudimos constatar que en general se trata de plantas glabras a glabrescentes en las que el tamaño de las brácteas del pedúnculo, incluso en individuos de una misma población, varía mucho, pudiendo encontrarse

individuos con brácteas más cortas o a veces veces más largas que el pedúnculo, lo que sin duda ha provocado problemas en la identificación de las plantas de esta especie, que ha menudo son confundidas con las de otras especies, particularmente con *P. jaliscana* (ver comentarios en *P. jaliscana*).

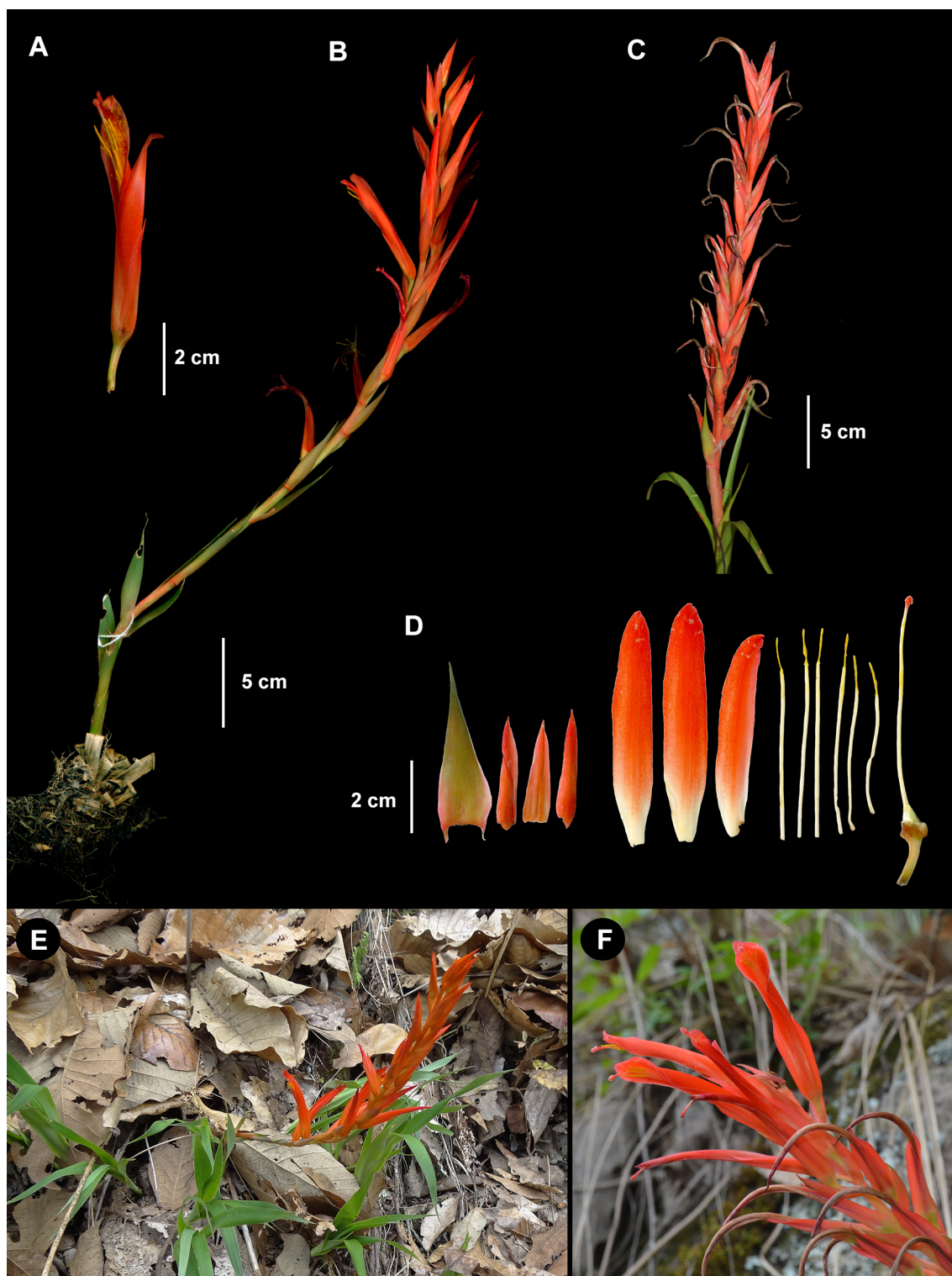


FIGURA 53. *Pitcairnia karwinskyana* Schult. & Schult. f., A) vista lateral de la flor, B) acercamiento de la planta, C) detalle de la inflorescencia pasada la antesis, D) flor disecada, E) hábitat y F) acercamiento de las flores (E. González-Rocha et al. 362, UAMIZ!). Fotos E. González-Rocha.

Pitcairnia micheliana André, Rev. Hort. 73: 576–577, t. s.n. 1901. Tipo:—MÉXICO. Michoacán, municipio La Huacana, sur les rochers, dans la region sèche de l'État de Michoacán, non loin d'Inguarán, entre 500 et 800 m. Cultivada en Ginebra en el jardín de M. Micheli, de semillas colectadas en 1898 por *E. Langlassé s.n.* Lectotipificado por Smith (1974) con la descripción original y el dibujo que la acompaña, hecho por J.L. Goffart y J.R. Guillot. (FIGURA 54).

Esta especie fue nombrada en honor al botánico suizo Marc Micheli (1844-1902) quien realizó varias contribuciones a la flora de Paraguay quien además fue promotor de la exploración que realizó a México en 1898 el naturalista Eeugène Langlassé.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 27–56 cm de alto; bulbosas, bulbos de 3–4.8 cm de alto, de 2–4.5 cm de diámetro; estolones no vistos. **HOJAS** con las **VAINAS** ampliamente ovadas a ovadas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 2–4.4 cm de largo, 1.8–4.5 cm de ancho, enteras pero con espinas marginales hacia su parte apical; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 37–85 cm de largo, de 7–14 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotas abaxialmente, presentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción basal remanente es densamente blanco-lepidota adaxialmente, esparcidamente lepidota abaxialmente, con el margen espinoso, espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, lanceoladas a estrechamente triangulares, pardas claras, de 5–10 cm de largo, de 1–2 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, esparcidamente lepidotas adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 2–13 cm de largo, de ca. 1.5 mm de ancho, blanco-lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas, persistentes, el ápice a veces con una lámina filiforme, verde, de 8–17(–30) cm de largo, de hasta 1 mm de ancho, decidua. **INFLORESCENCIA** espigada, erecta; **PEDÚNCULO** verde, de 16–28 cm de largo, de 3–5.5 mm de diámetro, esparcidamente blanco-lepidoto, cubierto en su parte basal por las brácteas del pedúnculo; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, arrosadas, verdes, de 5.5–10 cm de largo, de 8–13 mm de ancho, enteras, el ápice acuminado, a veces prolongándose en una lámina aciculada con el margen espinoso, de 2–7 cm de largo, de 1–2 mm de ancho, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que los entrenudos, pero mucho más cortas que el pedúnculo y cubriéndolo sólo en su porción basal, generalmente persistentes, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas verdes, de 2.3–4 cm de largo, de 8–13 mm

de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que los entrenudos; **ESPIGA** de 12.5–25 cm de largo, con 18–45 flores más o menos apretadas y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 1.5 cm de largo; **RAQUIS** densa a esparcidamente blanco-lepidoto, la parte basal visible; **BRÁCTEAS FLORALES** rosadas pálidas en apariencia por el indumento, las basales triangulares, de 1.7–3.3 cm de largo, de 5–7 mm de ancho, generalmente más cortas que los sépalos, algunas veces igualándolos o sobrepasándolos ligeramente; las apicales ovadas, de 1.2–3 cm de largo, de 7–12 mm de ancho, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, exponiendo parcialmente el raquis; **FLORES** ascendentes a adpresas en la antesis, sésiles; **SÉPALOS** lanceolados a estrechamente elípticos, rosados, de 2.3–2.5 cm de largo, de 3–5 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotos abaxialmente, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** estrechamente elípticos a estrechamente oblongos, rosados a rojos, de 5–5.6 cm de largo, de 6–8 mm de ancho, agudos, cortamente unguiculados, la uña de 6–9 mm de largo; **ESTAMBRES** de 5–5.8 cm de largo, más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 4.2–4.8 cm de largo; **ANTERAS** de 9–10 mm de largo; **OVARIO** de 6–8 mm de largo, de 2–4 mm de diámetro; **ESTILO** de 4.6–5.9 cm de largo. **CÁPSULAS** de 13–15 mm de largo, de 5–7 mm de diámetro; **SEMILLAS** pardas, fusiformes, de 1–1.5 mm de largo, bicaudadas, cada cauda de ca. 1 mm de largo.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Especie conocida de los estados de Colima, Jalisco y Michoacán, en donde crece sobre paredes rocosas en bosque de *Quercus*, bosque de conífera, bosque tropical caducifolio, en ecotonía entre bosque de *Quercus* y bosque tropical caducifolio y en bosque de galería, en elevaciones entre 500 y 1 700 m (FIGURA 48).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de septiembre a diciembre y en fruto de octubre a noviembre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. COLIMA. MUNICIPIO DE MINATITLÁN. 4-5 km SW de Platanarillos, 11-12 km al ESE de Minatitlán, 1-2 km al W de Estanques, *L. Guzmán H. y R. Cuevas G.* 179 (IBUG, ZEA); ejido Agua Fría, parte superior del arroyo Agua Fría, *E. Padilla-Velarde* 1654 (ZEA). **JALISCO.** MUNICIPIO DE AUTLÁN DE NAVARRO: a 2 km beyond puerto Los Mazos toward Barra de Navidad on road from Autlán, *W. R. Anderson* 13565 (CHAPA, IEB, MEXU, MICH, MO); along the main highway from Guadalajara to Autlán and Barra de Navidad, 17-18 km SW of Autlán, *J. V. A. Dieterle* 4106 (ENCB, IEB, MEXU, MICH); reserva Biósfera Sierra de

Manantlán. Above road from Autlán to Casimiro Castillo, 1 km SE of and below Puerto Los Mazos, *H. H. Iltis, B. F. Benz, A. Vázquez G. y M. Cházaro B.* 29456 (MEXU, MICH, US); 20 km al ESE de Autlán, 3-4 km al W de Tecopatlán, camino Manantlán, *R. Cuevas y L. Cruz* 2634 (ZEA); 7-8 km al SSW de Autlán, 2.5 km al W de Los Mazos, carretera Autlán-Casimiro Castillo, *F. J. Santana M., H. Iltis y R. Cuevas* 4264, (ZEA); 2 km al SW de Ahuacapán, 11-12 km al SW de Autlán, Sierra de Manantlán, *F. J. Santana M.* 8884 (ZEA); cerro El Colorado, 5-6 km al W de Autlán, *F. J. Santana M. Y E. O. Padilla V.* 9553 (ZEA); 12-13 km al S de Autlán, 1-2 km al S de Ahuacapán, camino a estación científica Las Joyas, *F. Ornelas sn.* (ZEA).

MUNICIPIO DE AYUTLA. Alrededores de la peña La Tortuga, al W de Ayutla, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja y A. Mendoza R.* 6546 (UAMIZ).

MUNICIPIO DE CASIMIRO CASTILLO. Sierra Madre Occidental, Sierra de Autlán (West end of Sierra de Manatlán), on N-facing cliffs ca. 2 km, E of and above firetower along highway from Casimiro Castillo to Autlán 10 km N of Casimiro Castillo (km 175), *H. H. Iltis, S. Solheim y R. Guzmán M. (with L. Nault and D. DeLong)* 3116 (MICH, US); 13 miles by rd. SW of Autlán, rd. to Barra de Navidad (hwy. 80), *G. L. Webster y G. J. Breckon* 16020 (MEXU, MICH); Los Mazos, 7-8 km al SSW de Autlán, 1 km al W del puesto de vigilancia SARH, *L. Guzmán y G. López* 342 (MEXU, ZEA); puerto Los Mazos, *R. Cuevas G.* 1702 (ZEA); 9 km al N de Casimiro Castillo, 5-6 km al N de El Zapotillo, *L. Guzmán y R. Cuevas* 538 (ZEA); adelante del arroyo el Conejo camino a Charco Azul, *R. Cuevas G. y G. Zermeno* 9254, (ZEA).

MUNICIPIO DE CUAUTITLÁN. 14-15 km al E de Cuautitlán. 1 km al N de Las Marias, *R. Cuevas y L. Guzmán* 3634 (ZEA); 6-7 km al NW de Minatitlán. Peña Colorada, cerca del poblado Potros, *F. J. Santana M. y S. Lemus J.* 6095 (ZEA); 6-7 km al NW de Minatitlán. Peña Colorada, cerca de El Rincón, *F. J. Santana M. y S. Lemus J.* 6108 (ZEA).

MUNICIPIO DE EJUTLA. El Estanco, 1 km al S de Amacuatitlanejo, *F. J. Santana M. y J. L. Esquivel* 6993 (MEXU, ZEA); arroyo El Zalatlillo, 8 km al N de El Grullo por la carretera el Grullo-Ejutla, *F. J. Santana M.* 8312 (ZEA); arroyo El Zalatlillo, 8 km al N de El Grullo por la carretera el Grullo-Ejutla, *F. J. Santana M.* 8313 (ZEA).

MUNICIPIO DE GRULLO. 4 km al NE de El Grullo, *F. J. Santana M.* 6252 (ZEA); arroyo El Almur, 5-6 km al W de Ejutla, carr. Ejutla-El Grullo, *F. J. Santana M.* 7600 (ZEA); 1 km al NW de la Laja, 10 km al NW de El Grullo, *F. J. Santana M., M. Vázquez y D. Hernández C.* 8385 (ZEA).

MUNICIPIO DE LA HUERTA. Mountains 3 miles above (south of) La Huerta, road to Barra de Navidad, *R. McVaugh* 19813 (MICH, US).

MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA. Ejido El Jorullo, río Torresillas, aprox 6.5 km al SW de Llanitos, *A. Flores-Argüelles y A.R. Romero-Guzmán* 678 (ZEA).

MUNICIPIO DE SAN MARTÍN HIDALGO. Sierra de Quila. Río Grande, *J. J. Guerrero N.* 1010 (MEXU); MUNICIPIO DE TECALITLÁN: Mata de Bule, Sierra de los Corales, *J. Rzedowski* 17328 (ENCB, MICH, US).

MUNICIPIO DE TECOLOTLÁN. sierra de Quila, camino a cascada Santa Rosa, 14.7 km al NW de Tecolotlán, *A. Flores Argüelles y E. A. Suárez-Muro* 384 (IBUG); sierra de Quila, arroyo la Angostura, zona rocosa abierta, ejido Ambrosio, *A. Flores Argüelles, L. Hernández L. y E. A. Suárez-Muro* 555 (IBUG); sierra de Quila, Potrero Grande, claro rocoso en una cañada, ladera W, al NW del poblado, *A. Flores Argüelles, L. Hernández L. y E. A. Suárez-Muro* 616 (IBUG). MUNICIPIO DE ZAPOTITLÁN DE VADILLO. 5 km al N de Zapotitlán de Vadillo, por la breca Copala-Zapotitlán, *F. J. Santana M. y E. V. Sánchez V.* 7050 (ZEA). SIN MUNICIPIO. Along Hi 80, 11 miles S of Autlán, *F. C. Boutin y F. K. Brandt* 2477 (US); along road between Colima and Puente San Pedro, state of Jalisco, *H. E. Moore Jr.* 8165 (US); Sierra de Autlán, carretera a Barra de Navidad, *L. M. Villarreal de Puga* 69 (ZEA). **MICHOACÁN:** MUNICIPIO DE ARIO DE ROSALES. El Cangrejo, *S. Zamudio e I. Ruiz* 8309 (IEB). MUNICIPIO DE GABRIEL ZAMORA. Nuevo San Martín (Piedra Partida), *P. Carrillo-Reyes, E. Pérez C. e I. García* 1398 (IEB, UAMIZ); en Barranca Honda, 9 km al N de Lombardía, *J. C. Soto N.* 10871 (MEXU, UAMIZ); 13 km al norte de Nueva Italia, sobre la carretera a Uruapan, *S. D. Koch y P. A. Fryxell* 77433 (CHAPA). MUNICIPIO DE LA HUACANA. Santa Mónica, sierra de Inguarán, *A. R. López-Ferrari, A. Espejo, J. Ceja y A. Mendoza R.* 2057 (UAMIZ); alrededores de la presa gral. Francisco J. Múgica, cerro de la cortina, *J. Cortés Flores y P. del C. Coba Pérez* 67 (IEB). SIN MUNICIPIO. West-facing slopes of cerro de Carboneras above the río Cupatitzio, ca. 22 km south of Uruapan, *R. M. King y T. R. Soderstrom* 4869 (MICH, TEX, UC, US); about 8 km beyond Uruapan on road to Apatzingán, *H. E. Moore Jr., E. Hernández X. y H. Porras H.* 5725 (GH, UC, US).

COMENTARIOS. El tipo de *P. micheliana* fue obtenido de plantas cultivadas a partir de semillas recolectadas por Eugène Langlassé en Inguarán, Michoacán. Smith y Downs (1974) indican que la descripción original y el dibujo podrían considerarse como tipo. El material que se tiene registrado cercano a dicha localidad hasta el momento es escaso (Michoacán: La Huacana, Santa Mónica, Sierra de Inguarán, *A.R. López-Ferrari et al.* 2057, UAMIZ!). Asimismo, planear un viaje a campo para recolectar material adicional ha sido sumamente complicado debido a la situación actual de inseguridad en esa zona del país. Debido a tales circunstancias preferimos por el momento considerar a *P. micheliana* como una especie válida e incluir en ella a los ejemplares provenientes de Michoacán, Jalisco y Colima que coinciden con la descripción original y con el dibujo, hasta no contar con material vivo para realizar un análisis más completo.

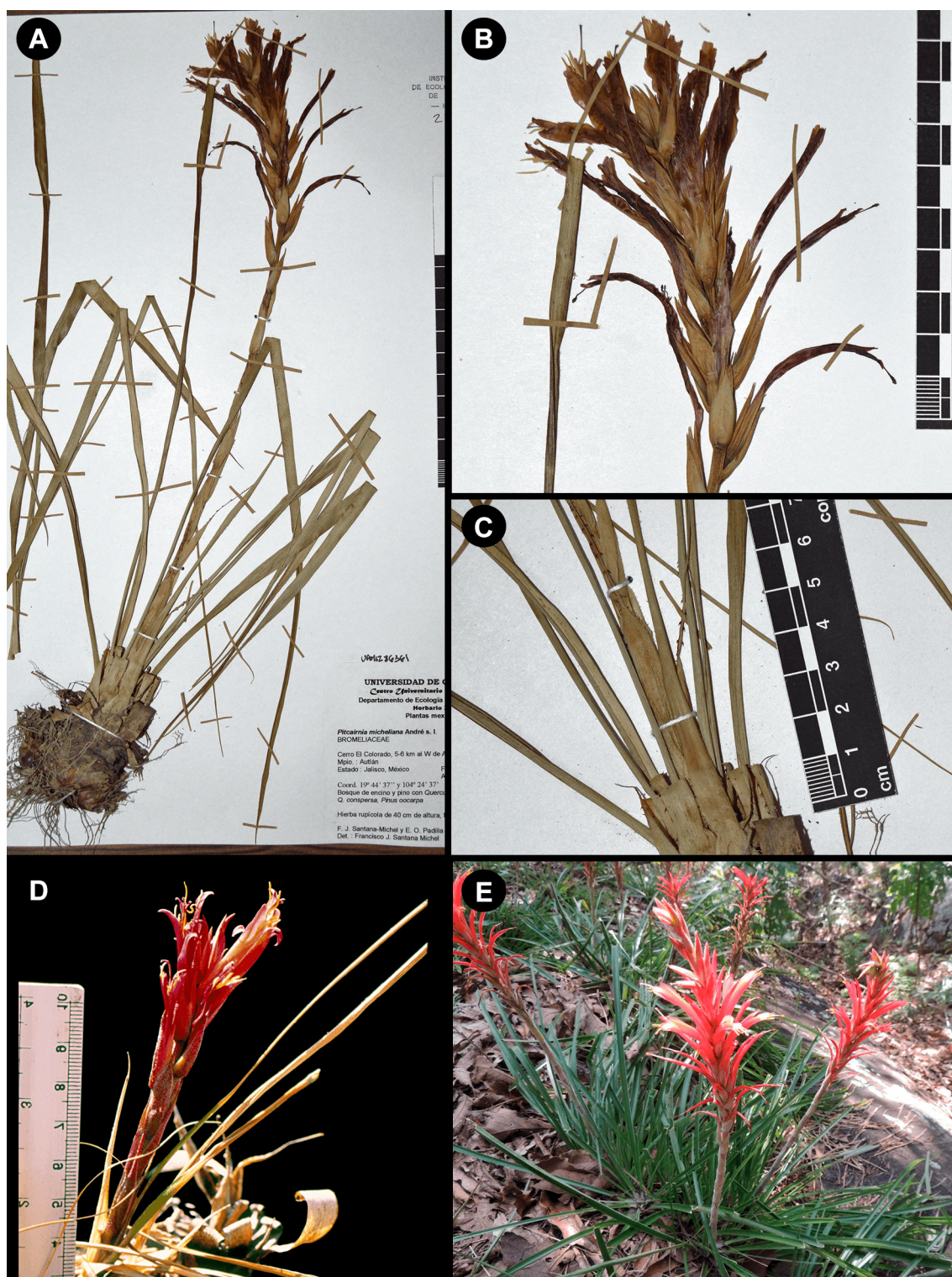


FIGURA 54. *Pitcairnia micheliana*. A) ejemplar F. J. Santana Michel y E. O. Padilla 9553 (ZEA), B) acercamiento a la inflorescencia, C) a la base del pedúnculo, D) planta (A. R. López-Ferrari, A. Espejo, J. Ceja y A. Mendoza R. 2057, UAMIZ!) y E) hábitat. Fotos: A. Espejo (D) y Milton Ruíz (E).

Pitcairnia monticola Brandege, Zoe 5: 197. 1905 Tipo:—MÉXICO. Sinaloa, municipio de Culiacán, growing on the ground about summit of Cerro Colorado, 3 noviembre 1904 (fr), *T. Brandege* s. n. (Holotipo: UC 117166!) (FIGURA 55).

El epíteto específico alude al lugar donde fue recolectada esta especie, el cerro o “monte” Colorado.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 19–28 cm de alto; bulbosa, bulbos de 1.8–3.2 cm de alto, de 1.3–2.5 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1.5 cm de largo y de 3 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** ampliamente ovadas a oblongas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 1.2–2.3 cm de largo, 1–1.8 cm de ancho; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 30–51 cm de largo, de 6–9 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, esparcidamente lepidotas abaxialmente, presentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción remanente presenta el margen espinoso, espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, estrechamente triangulares, pardas claras en ambas caras, de 4.5–7.5 cm de largo, de 0.9–1.1 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, glabrescentes abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares a lineares, pardas, de 1.2–3.5 cm de largo, de 3–9 mm de ancho, glabrescentes en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, curvada; **PEDÚNCULO** verde, de 12–19 cm de largo, de 1.5–3 mm de diámetro, densamente flooso, cubierto totalmente por las brácteas del pedúnculo; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lineares a lanceoladas, imbricadas, verdes hacia el ápice, pardas a rojizas hacia la base, de 4–7 cm de largo, de 6–9 mm de ancho, enteras, acuminadas, a veces prolongándose en una lámina filiforme con el margen espinoso, de 1–2 cm de largo, glabras adaxialmente, densamente flocosas abaxialmente, más largas que los entrenudos, pero más cortas que el pedúnculo, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, verdes, de 2.8–4.5 cm de largo, de 3–5 mm de ancho, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente flocosas abaxialmente, más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 5.5–9 cm de largo, con 9–16 flores laxas y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 1.4 cm de largo; **RAQUIS** densamente flooso, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** verdes, las basales angostamente elípticas, de 2.5–4 cm de largo, de 2–5 mm de ancho, más largas que los pedicelos, a veces algunas más largas que los sépalos; las apicales lanceoladas, de 1–1.8 cm de largo, de 1–3 mm de ancho, más largas que los

pedicelos, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente; **FLORES** erectas a ascendentes en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, ascendentes en la antesis, de 3–11 mm de largo, densamente blanco-lepidotos; **SÉPALOS** lanceolados, anaranjados, de 1.5–2 cm de largo, de 2–4 mm de ancho, acuminados, glabros, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** oblongos a estrechamente elípticos, anaranjados, de 3.8–4.5 cm de largo, de 3–4 mm de ancho, obtusos; **ESTAMBRES** de ca. 3.2 cm de largo, más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de ca. 2.8 cm de largo; **ANTERAS** de ca. 5 mm de largo; **OVARIO** de ca. 5 mm de largo, de ca. 3 mm de diámetro; **ESTILO** de 3 cm de largo. **CÁPSULAS** y **SEMILLAS** no vistas.

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en septiembre y octubre y en frutos en octubre y noviembre.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce únicamente de los estados de Nayarit y Sinaloa, en donde crece sobre rocas volcánicas en bosque espinoso, bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, y ecotonos de bosque tropical caducifolio - bosque de coníferas, en elevaciones entre 200 y 2 000 m (FIGURA 56).

EJEMPLARES EXAMINADOS. NAYARIT. MUNICIPIO DEL NAYAR. A 17 km de Jesús María, sobre la carretera a la Mesa del Nayar, *R. Ramírez R. y G. Flores F. 1069* (MEXU); a 17.3 km al NW de Jesús María, camino Jesús María - La Mesa del Nayar, en cañada del Nogal, *G. Flores F. y P. Tenorio L. 1319* (MEXU); a 22.7 km al NW de Jesús María, camino Jesús María-La Mesa del Nayar, *G. Flores F. y P. Tenorio L. 1337* (MEXU); a 6.4 km al NW de La Mesa del Nayar, camino a Santa Teresa, *G. Flores F. y P. Tenorio L. 1443* (MEXU, MO, MICH); a 5 km al NW del poblado del cerro Cangrejo, *G. Flores F., O. Téllez V., P. Tenorio L. y A. Cadena 1625* (MEXU, MO, MICH); cerro Cangrejo, cañada al SE del poblado Villa de Guadalupe, camino de herradura a El Cañaveral y/o a Jesús María, *P. Tenorio L. y G. Flores F. 16111* (MEXU); cerro Cangrejo, cañada al NE del poblado Villa de Guadalupe, *P. Tenorio L. y G. Flores F. 16164* (MEXU, MO); a 7 km al S de La Mesa del Nayar, brecha a Jesús María, *P. Tenorio L. y G. Flores F. 16336* (MEXU); a 6 km al NW de La Mesa del Nayar, brecha a Santa Teresa, *P. Tenorio L. y G. Flores F. 16510* (MEXU). **SINALOA.** MUNICIPIO DE COSALÁ. Carretera Cosalá-Guadalupe de los Reyes, entre Tasajera y Guadalupe de Los Reyes, *R. Vega, G. Bojórquez y A. Hernández 3391* (MEXU); sierra Surotato, steep E facing slope of the Bufa de Surutato, along road to Surutato, 3 miles SE of los Ornos [SIC], *D. E. Breedlove y R. F. Thorne*

18527 (US); en arroyo, pasando El Ranchito, cerca de las Pozas, carretera La Cruz-Cosalá, F. Pío-León 115 (UAMIZ); pasando Vado Hondo, Cosalá, F. Pío León 116 (UAMIZ).

COMENTARIOS. *Pitcairnia monticola* es muy similar a *P. robert-downsii*, ya que ambas especies tienen flores pediceladas, al menos un tercio de sus brácteas florales sobrepasan a los sépalos y son plantas con indumento denso y blanco, presente en varias de sus estructuras vegetativas y florales. Sin embargo podemos diferenciarlas por el tamaño de las plantas y de algunas de sus estructuras florales; en *P. monticola* los individuos son más pequeños (19–28 cm vs. 24–37 cm) al igual que los sépalos (1.5–2 vs. 2–3 cm) y los pétalos (3.8–4.5 vs. 4.8–5.7 cm). Por otra parte, en *P. monticola* las hojas fotosintéticas están presentes cuando las plantas florecen mientras que en *P. robert-downsii* están ausentes.

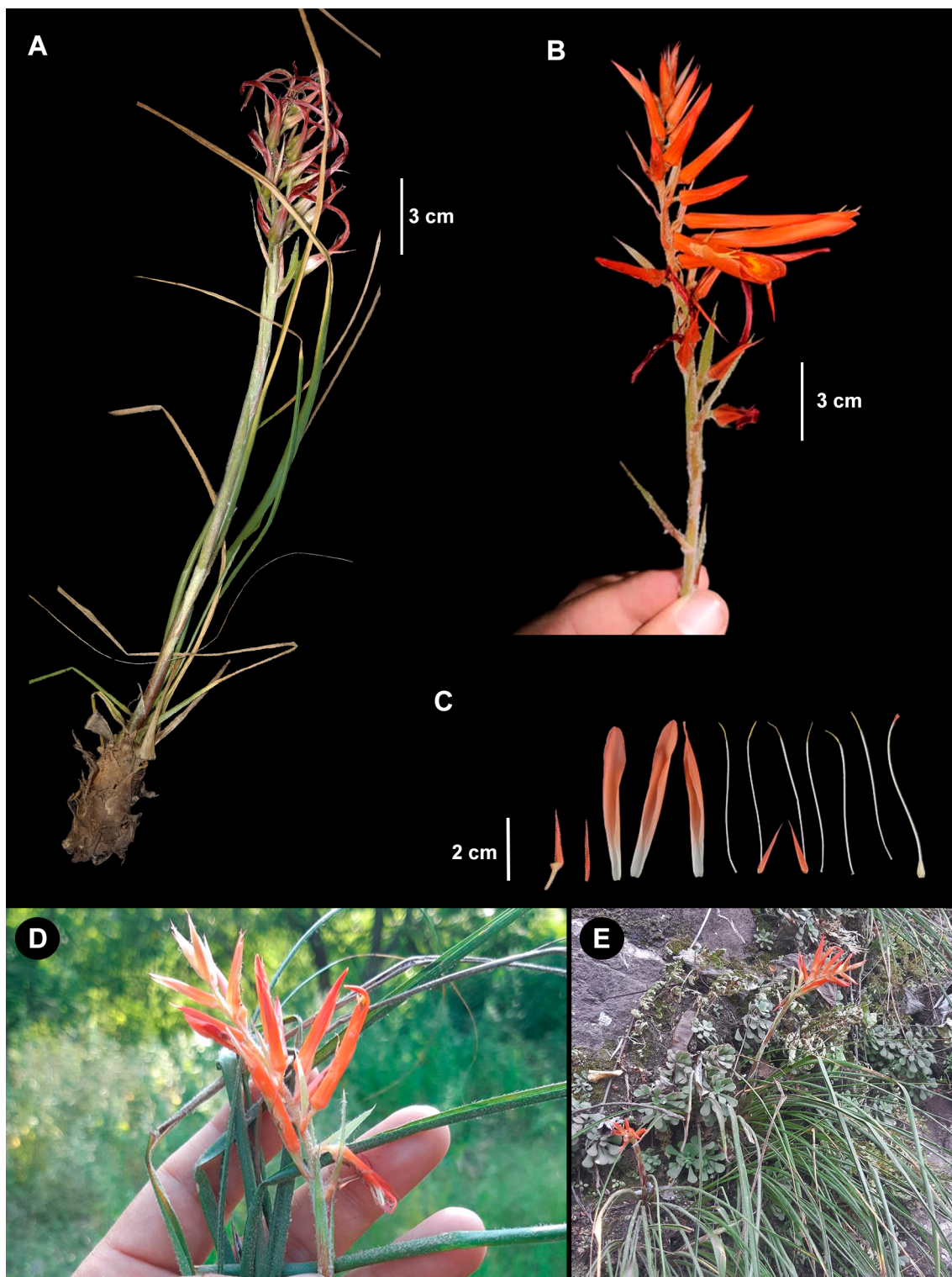


FIGURA 55. *Pitcairnia monticola* Brandegees, A) planta, B y D) acercamiento inflorescencia, C) disección floral y E) hábitat. Fotos y ejemplares de F. Pío León 115, 116 (CIDIIR!)

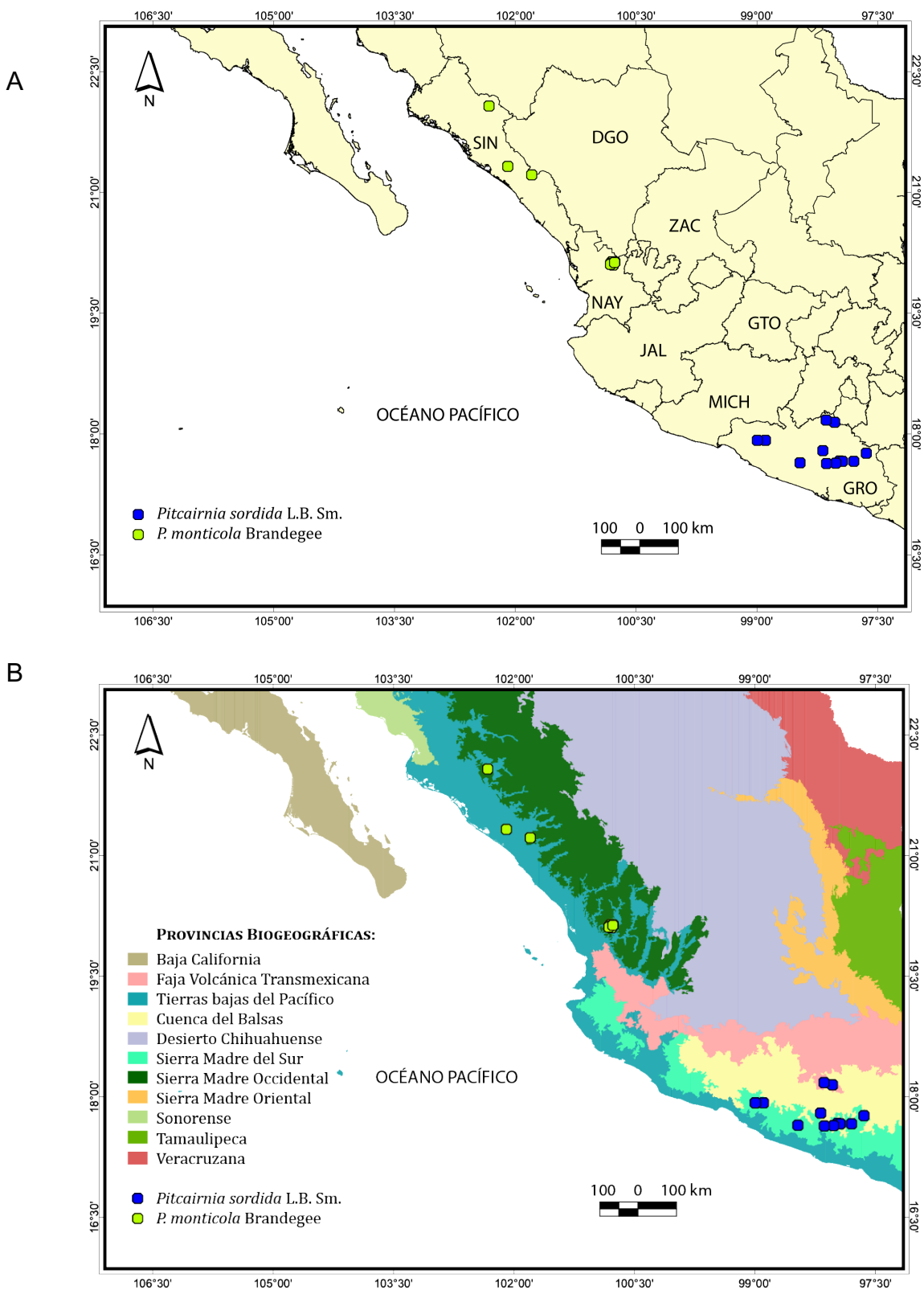


FIGURA 56. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de *P. sordida* y *P. monticola*.

Pitcairnia palmeri S. Watson, Proc. Amer. Acad. Arts 22: 456. 1887. ***Hepetis palmeri*** (S. Watson) Mez, in C. DC., Monogr. phan. 9: 974. 1896. Tipo:—MÉXICO. Jalisco, municipio de Zapopan, Río Blanco [10 millas NW de Guadalajara, 20° 48' N; 103° 23' W], a valley with a range of low mountains on the east called the cerro de San Esteban, in crevices of shaded rocks, 3-10 julio 1886 (fl), *E. Palmer 16* (Holotipo: GH 00029177!; Isotipos: BM 000838801! (ejemplar del lado izquierdo de la cartulina), G 00098097!, K 000321573! (ejemplar del lado izquierdo de la cartulina), LE 00006254!, MEXU 53579!, MO 2198603!, NDG 10311!, NY 00247192! (ejemplar del lado derecho de la cartulina), NY 00247193!, P 00713080!, PH 00030835!, US 00088899!, US 00088900!, YU 001004!) (FIGURA 57).

Tillandsia secunda Sessé & Moc., Fl. mexic. ed. 2. 88. 1894, *non* Kunth, 1915. Tipo:—MÉXICO. Jalisco, in praedio PP. Belemitarum Astillero dicto, *M. Sessé & J. Mociño 5448* (MA 600155!).

El epíteto específico hace honor al médico y botánico estadounidense Edward Palmer (1831-1911), quien realizó recolecciones botánicas en Arizona, California y México entre los años 1862 y 1910.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 7–39 cm de alto; bulbosas, bulbos de 1.8–4.7 cm de alto, de 1.2–3.5 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1–1.5 cm de largo y de 3–5 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** ovadas a muy ampliamente ovadas, pardas abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 1–3.5 cm de largo, de 1–3.4 cm de ancho; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 12–66 cm de largo, de 2–7 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotas abaxialmente, ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción remanente presenta el margen espinoso, espigas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas y antrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, oblongas, pardas claras en ambas caras, de 2–4 cm de largo, de 4–6 mm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 2.5–9 cm de largo, de ca. 1.5 mm de ancho, esparcidamente blanco-lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espigas de ca. 1 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, curvada; **PEDÚNCULO** rojo a pardo oscuro, de 3–23.5 cm de largo, de 1–2.5 mm de diámetro, densamente a esparcidamente blanco-lepidoto, generalmente cubierto por las brácteas del pedúnculo en su parte basal, a veces en pedúnculos cortos cubierto totalmente; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, verdes con tonalidades rojizas a rojas, de 2–9 cm de largo, de 3–8 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que

los entrenudos, generalmente más cortas que el pedúnculo, a veces igualándolo (en plantas pequeñas) y cubriéndolo en su porción basal, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** linear-lanceoladas a estrechamente triangulares, verdes hacia la porción apical, rosadas hacia la porción basal, de 1.3–7.5 cm de largo, de 2–5.5 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, generalmente más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 1.7–24 cm de largo, con 3–24 flores laxamente dispuestas a lo largo del raquis y secundas, entrenudos de hasta 2.8 cm de largo; **RAQUIS** esparcidamente blanco-lepidoto, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** anaranjadas a rosadas, las basales estrechamente triangulares, de 1–2.8 cm de largo, de 2–5 mm de ancho, generalmente más cortas que los pedicelos, a veces más largas pero nunca sobrepasando a los sépalos; las apicales ovadas, de 3–9 mm de largo, de 1.5–3 mm de ancho, más cortas que los pedicelos, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotas abaxialmente; **FLORES** secundas y erectas a ascendentes en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, escurrosos y secundos en la antesis, de (3–)12–29 mm de largo, esparcidamente blanco-lepidotos; **SÉPALOS** lanceolados, anaranjados, de 1.4–2.5 cm de largo, de 3–4 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, muy esparcidamente lepidotos abaxialmente, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** lanceolados, rojos a anaranjados, de 3.7–5.6 cm de largo, de 6–9 mm de ancho, obtusos a redondeados, cortamente unguiculados, la uña de 5–7 mm de largo; **ESTAMBRES** de 3.8–5.7 cm de largo, ligeramente más largos o iguales que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 3.1–4.8 cm de largo; **ANTERAS** de 6–9 mm de largo; **OVARIO** de 5–7 mm de largo, de 3–4 mm de diámetro; **ESTILO** de 3.7–5.3 cm de largo. **CÁPSULAS** de 13–15 mm de largo, de 6–7 mm de diámetro; **SEMILLAS** pardas, fusiformes, de ca. 1 mm de largo, bicaudadas, las caudas pardas claras, de ca. 4 mm de largo.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce de los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Zacatecas, en donde crece sobre paredes rocosas en laderas húmedas de bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio y matorra xerófilos, en elevaciones entre 800 y 2 500 m (FIGURA 58).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de mayo a agosto y en fruto de junio a septiembre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. CHIHUAHUA. MUNICIPIO CHÍNIPAS. 7.8 miles by road south of Tecoragui, sierra Sahuaribo, on road to Álamos, Sonora, *D. Felger 5559* (MEXU). MUNICIPIO

GUADALUPE Y CALVO. Llano Grande, *C. W. Pennington* 113 (US). MUNICIPIO MADERA. Santa Rosa, *C. W. Pennington* (LL). MUNICIPIO MAGUARICHI. Rokoloibo region, on east side of barranca de Chinipas, below waterfall at end of valley of Rokoloibo, *D. Burges & R. A. Bye, Jr.* (ECON). MUNICIPIO OCAMPO. Hills S of Candemeña river (Rio Mayo headwaters), *Harde LeSueur* 1258 (TEX, GH); ca. 5 rd km N of Basaseachic up the Rio Basaseachic, on summit of ridge W of river, on open E-facing rock, *R. Spellenberg y P. Martin* 10803 (CIIDIR, IEB, MEXU). DURANGO. MUNICIPIO CANELAS. A 3 km de Canelas, *O. Bravo Bolaños* 1101 (CIIDIR). **DURANGO.** MUNICIPIO DE CANELAS. 3 km de Canelas, *O. Bravo B.* 1101 (CIIDIR). **JALISCO.** MUNICIPIO DE AMECA. Majistral [SIC], *Bravo Pacheco s. n.* (IBUG). MUNICIPIO AUTLÁN DE NAVARRO. Wooded slopes south of the road above pass 10 miles south of Autlán toward La Resolana, *R. L. Wilbur y C. R. Wilbur* 1445 (MICH, US). MUNICIPIO DE BOLAÑOS. La Toma, aprox. 25 km al NW de Bolaños, hacia el Puente de Camotlán, *C. Martínez-Hernández y P. Carrillo-Reyes* 13 (IBUG); La Toma, unos 20 km al NW de Bolaños, brecha Bolaños, *A. Flores M., G. Martínez P. y N. P. Ramos G.* 1903 (CHAPA, IEB). MUNICIPIO DE CUAUTITLÁN DE GARCÍA BARRAGÁN. 20 km due S of El Chante, 7 km ENE of El Durazno. E facing slopes of cerro San Miguel (a part of Sierra de Manantlán) just below (N of) Saddle at La Ventana just E of an Indian hut surrounded by 5 gigantic Yucca (elephantippes?), *H. H. Iltis, R. Guzmán M., J. Doebley y A. Lasseigne s. n.* (IBUG). MUNICIPIO DE GUADALAJARA. Barranca del Mirador, *J. F. Barragán C.* 32 (IBUG); barranca de Huentitán, *A. Ayala R.* 42 (IBUG); barranca de Huentitán, junto al zoológico, *J. J. Guerrero N.* 837 (IBUG, XAL); ladera SW de la barranca del río Santiago (Ibarra), abajo del zoológico Guadalajara, *M. Harker y F. Covarrubias* 2379 (IBUG); barranca de Oblatos, *V. Godínez de la T. s. n.* (IBUG). MUNICIPIO DE IXTLAHUACÁN DEL RÍO. Barranca du Rio Santiago, environs de Guadalajara, *M. L. Diguét sn* (US, P). MUNICIPIO DE JOCOTEPEC. Cerro Viejo, 2 km al este de Huejotitán, *J. A. Machuca N.* 1277 (XAL). MUNICIPIO DE MIXTLÁN. Mountain summits about 25 km west of Ameca, between La Estanzuela and Mixtlán, locally abundant on step side of arroyo 4 miles south of Estanzuela, *R. McVaugh* 12177 (MEXU, US). MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL DE LA BARRANCA. Arroyo Los Cuatro (El Escalón), 2 km al O de La Arena por el camino a Los Pueblitos, *P. Carrillo-Reyes, L. Ortiz-Catedral y F. Puig Magrinyá* 1210 (IBUG); cerca de La Mesa de Los Caballos, 8 km (en línea recta) al NE de San Cristobal de la Barranca por el camino de La Lobera, *P. Carrillo-Reyes, J. A. Lomelí y C. González-Paredes* 2018 (IBUG). MUNICIPIO DE TALA. La Primavera, Bosque Escuela, Distrito 7, *A. Rodríguez C.* 290 (IEB, XAL, IBUG). MUNICIPIO DE TECALITLÁN. 8 km al SW de Tecalitlán, carretera a Pihuamo, *J. A. Solís, S. Bustamante y L. de la Cruz* 2305 (MEXU). MUNICIPIO DE TECOLOTLÁN. Sierra de Quila, cima del cerro El Huehuentón, 25 km al

NE de Tecolotlán, *A. Flores Argüelles y E. A. Suárez-Muro* 292 (IBUG); Sierra de Quila, *J. A. Machuca N., M. Cházaro B. y R. Magaña E.* 7000 (IBUG). MUNICIPIO DE VILLA GUERRERO. a 8 km después de Villa Guerrero, sobre el camino a Bolaños, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. García-Cruz* 4954 (UAMIZ). MUNICIPIO DE ZAPOPAN. Tesistán, a 8 km del balneario El Encanto, *C. Ramírez* 25 (CORU); falda oeste del cerro Río Blanco, *S. Carvajal H., C. L. Díaz Luna, R. Guzmán M. y R. T. Clausen* 126 (IBUG); cerro de Colli, west edge of Guadalajara plain. About 1 milla west of Ciudad Granja, a few mi. west of Guadalajara, *D. P. Gregory y G. Eiten* 147, (GH, MEXU, P); bosque del Nixticuil, *F. Mercado-Muñoz, R. Ramírez-Delgadillo, A. Castro-Castro* 149 (IBUG); brecha a San Isidro Mazatepec, por la prolongación de Mariano Otero, km 12, *O. Reyna B.* 369 (IBUG); brecha a Huaxtla, a partir de la carretera Tesistán-San Cristóbal de la Barranca, *A. R. López-Ferrari y A. Espejo* 2097 (UAMIZ); verge of cliffs, barranca near Guadalajara, *C. G. Pringle* 2552 (BR, BM, GH, K, MEXU, NY, P, UAMIZ, UC, US); on ledges and banks near Guadalajara, *C. G. Pringle* 7559 (ENCB, MEXU); cerro el Diente, al norte del poblado de Río Blanco, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. García-Cruz* 4969 (UAMIZ); volcán del Colli, al W de Guadalajara, *L. M. Villarreal de Puga* 3109 (IBUG); W volcán Colli y S de La Venta, *L. M. Villarreal de Puga* 4613 (IBUG); bosque La Primavera, sierra La Venta, arroyo SE de la Venta del Astillero, saliendo de la calle la Primavera, *M. Harker y E. Villa-G.* 3961 (IBUG); La Venta, Sierra de la Primavera, *L. M. Villarreal de Puga* 4081 (ENCB, IBUG); cerro del Colli, orilla W de Guadalajara, *M. Cházaro B., R. Acevedo R. y E. Lomelí M.* 6974 (XAL); sierra de la Primavera, *S. Zamudio R.* 7886 (IEB); barranca de Río Blanco, *A. Espejo y A. R. López-Ferrari* 4969 (UAMIZ); cerro de Santa Ana, al sur de Santa Ana Tepetitlán, *N. Coronoa G. s. n.* (IBUG); Calabazas, *B. P. Reko* 4863 (US). **NAYARIT.** MUNICIPIO DE AHUACATLÁN. New lava flows crossing highway, 6-7 miles northwest of Ahuacatlán, *R. McVaugh* 15390 (MEXU, US); volcán Ceboruco, lado N, entre km 124 y 125 por la carretera maxipista. 1 km antes del mirador La Joya, *M. Harker et al.* 849 (IBUG); derrame de lava del Volcán Ceboruco, al N de Ahuacatlán, *A. Espejo y A. R. López-Ferrari* 5261 (UAMIZ). MUNICIPIO AMATLÁN DE CAÑAS. Mountains 10 miles southeast of Ahuacatlán, on road to Barranca del Oro, *R. McVaugh* 15142 (US). MUNICIPIO DE IXTLÁN DEL RÍO. Ixtlán, near the state border of Jalisco, *Thomas H. Lewis s. n.* (US). MUNICIPIO DE JALA. Volcán Ceboruco, N de Ahuacatlán, *R. Medina L. y E. M. Martínez S.* 5377 (MEXU); volcán Ceboruco, sobre la brecha de Jala a la estación de microondas, *M. Cházaro B., R. Acevedo R. y E. Lomelí M.* 6961 (MEXU, XAL); volcán Ceboruco, 7.6 km al NW de Jala, *E. González-Rocha y F. Bonilla-Badía* 394 (UAMIZ), volcán Ceboruco, 8 km al NW de Jala, *E. González-Rocha y F. Bonilla Badía* 394bis (UAMIZ). MUNICIPIO DE XALISCO. Km 12 de la terracería a El Cuarenteño, que empieza a 300 m al W del

Izote, carretera Tepic - Miramar, O. Téllez, J. S. Miller y T. Chehaibar 10404 (MEXU); mountains 9 miles north of Compostela, R. McVaugh 16496 (MEXU). **SINALOA.** MUNICIPIO DE CHOIX. Cajón de Cancio a La Meza, a ca. 20 km al oriente de Choix, R. Vega A. 4398, H. Aguiar H. y A. Hernández V. 4398 (CHAPA, MEXU). **ZACATECAS.** MUNICIPIO DE TEUL DE GONZÁLEZ ORTEGA. 8.5 km al SW de El Conejo, por la carretera a Milpillas Allende (6.4 km en línea recta), P. Carrillo-Reyes 4049 (IBUG); cerca de la Calera, 4 km al E de El Conejo, por el camino a Milpillas Allende, P. Carrillo-Reyes y A. Castro-Castro 6003 (IBUG).

COMENTARIOS. Las plantas de *Pitcairnia palmeri* se pueden distinguir fácilmente porque presentan la inflorescencia curvada y las flores, conspicuamente pediceladas, secundas y ascendentes a erectas. En material de herbario se pueden confundir con ejemplares de otras especies que también tienen las flores secundas como *P. spec. 1*. Sin embargo ambas difieren en la posición de las flores, en *P. palmeri* siempre son ascendentes o erectas (FIGURA 57E); mientras que en *P. spec. 1* son nutantes (FIGURA 66 E,F); desafortunadamente ésta característica es más fácilmente apreciable en las plantas vivas. Ambas especies presentan además diferencias en la forma de las brácteas florales, en el color de los sépalos y en la forma y el tamaño de los pétalos.

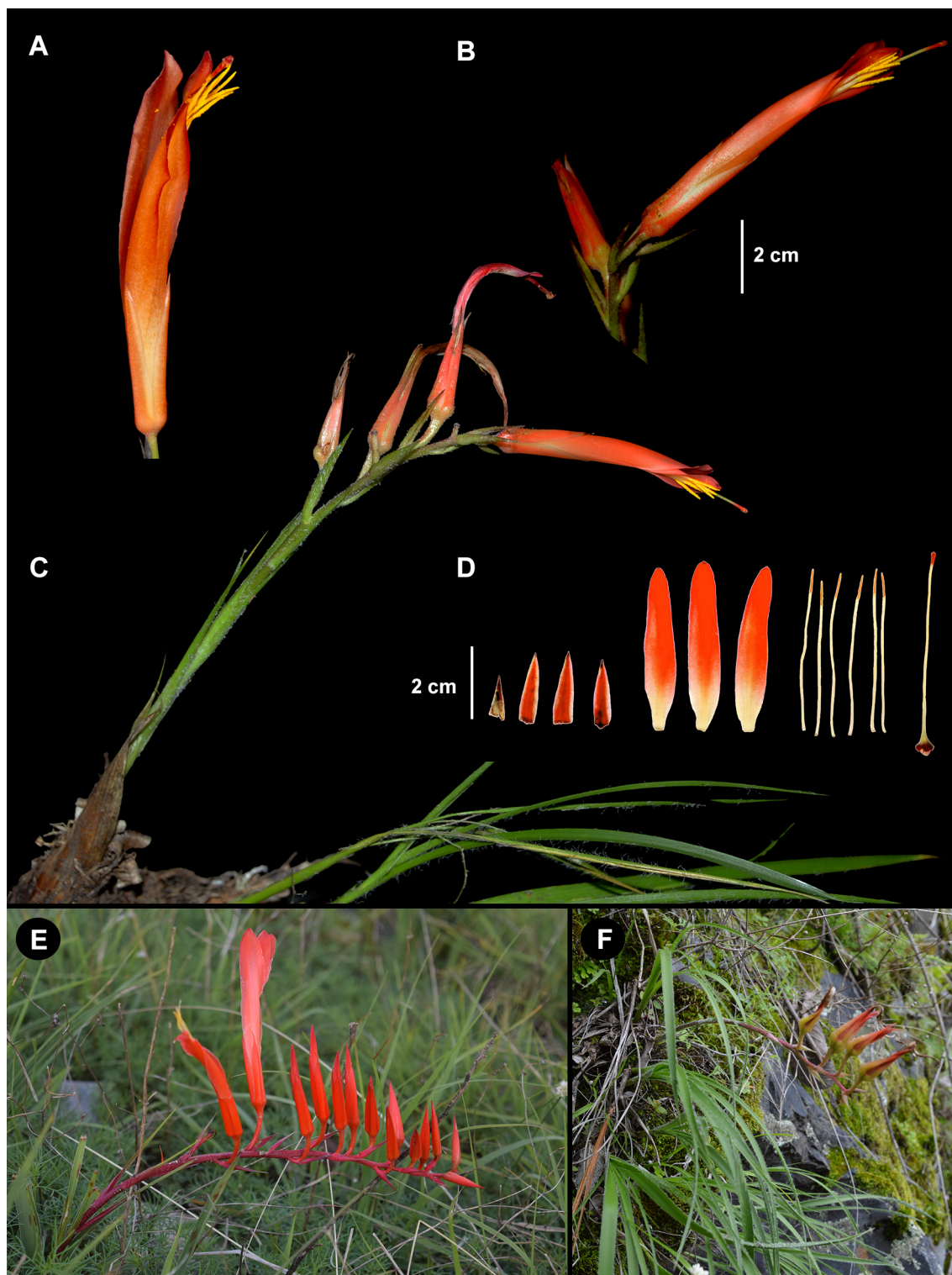


FIGURA 57. *Pitcairnia palmeri* S. Watson, A-B) acercamiento de las flores, C) planta y D) flor disecada del ejemplar E. González y F. Bonilla 394 (UAMIZ), E y F) planta en su hábitat, con las flores ascendentes a erectas y secundas. Fotos: A. Dávalos-Martínez (E: Sierra de Quila, Tecolotlán, Jalisco) y E. González-Rocha (A-D y F).

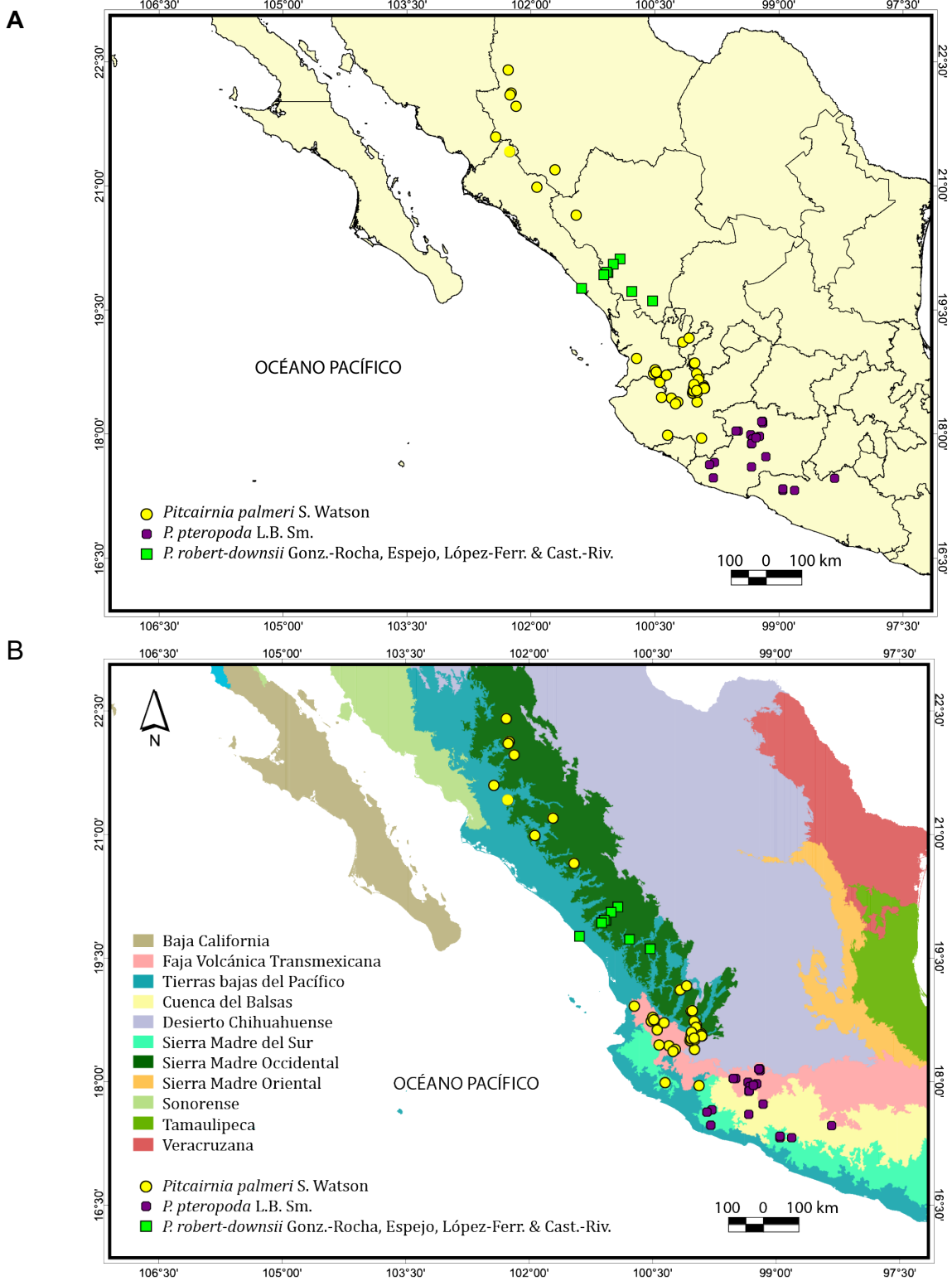


FIGURA 58. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de *Pitcairnia palmeri*, *P. pteropoda* y *P. robert-downsii*.

Pitcairnia pteropoda L. B. Sm. Contr. Gray Herb. 117: 26–27, t. 2, f. 19. 1937. Tipo:— MÉXICO. Michoacán, municipio de Uruapan, 11 octubre 1899 (fr), *E. Holway* 3619 (Holotipo: GH 00029178!) (FIGURA 59).

El epíteto específico proviene del prefijo πτερο = ala y del sufijo ποδος = pie, es decir “pies alados” y alude a los pedicelos aplanados y alados en la base de los sépalos apreciables en las plantas en fructificación.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 20–52 cm de alto; bulbosa, los bulbos de 2–4.8 cm de largo, de 1.4–4 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1–1.5 cm de largo y de 3–5 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** depreso ovadas, pardas claras adaxialmente, pardas oscuras abaxialmente, de 1.5–3 cm de largo, de 1.5–3.9 cm de ancho; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 27–55 cm de largo, de 8–12 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras en ambas caras, lepidotas en el margen, ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción remanente presenta el margen espinoso, espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, estrechamente triangulares, pardas claras en ambas caras, de 3.5–7 cm de largo, de 1.2–1.7 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas oscuras, de 1.3–4 cm de largo, de ca. 1 mm de ancho, esparcidamente lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, erecta; **PEDÚNCULO** verde a rosado, de 10–31 cm de largo, de 1.5–4.5 mm de diámetro, glabro a esparcidamente lepidoto; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** linear-lanceoladas, verdes con tonalidades rosadas, de 3.3–12(–24) cm de largo, de 6–17 mm de ancho, enteras, glabras en ambas caras, lepidotas en el margen, más largas que los entrenudos, pero mucho más cortas que el pedúnculo, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo, cubriendo la parte basal del pedúnculo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, verdes hacia la porción apical, rosadas hacia la porción basal, de 1.6–5 cm de largo, de 3–9 mm de ancho, enteras, glabras en ambas caras, más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 7–26 cm de largo, con 6–52 flores laxa y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 1.5 cm de largo; **RAQUIS** muy esparcidamente lepidoto a glabrescente, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** rojas hacia la base, verdes hacia el ápice, las basales ovadas, de 1.6–2.8 cm de largo, de 8–13 mm de ancho, más largas que los pedicelos pero nunca sobrepasando a los sépalos; las apicales ovadas a elípticas, de 0.8–2.3 cm de largo, de 4–8 mm de ancho, más largas que los pedicelos enteras, agudas,

generalmente glabras en ambas caras, a veces glabrescentes hacia la base adaxialmente; **FLORES** ascendentes a divaricadas en la antesis (secundas en material herborizado y con frutos), pediceladas; **PEDICELOS** lineares, ascendentes a escuarrosos y secundos en la madurez, de 4–17 mm de largo, glabro a glabrescente; **SÉPALOS** lanceolados, rojos, de 1.5–2.4 cm de largo, de 4–6 mm de ancho, agudos, glabros, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** estrechamente oblongos, rojos, de 5.1–5.3 cm de largo, de 7–9 mm de ancho, agudos, cortamente unguiculados, la uña de 5–7 mm de largo; **ESTAMBRES** de 4.6–5.4, iguales o ligeramente más largos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 4.3–4.5 mm de largo; **ANTERAS** de 8–9 mm de largo; **OVARIO** de 5–7 mm de largo, de ca. 3 mm de diámetro; **ESTILO** de 4.8–5 cm de largo. **CÁPSULAS** de 10–12 mm de largo, de 4–5 mm de diámetro; **SEMILLAS** pardas, fusiformes, de 1.8–2 mm de largo, bicaudadas, las caudas pardas claras, de ca. 1 mm de largo.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce de los estados de Guerrero y Michoacán, en donde crece sobre riscos en matorral xerófilo, bosque de *Quercus* en ecotonía con bosque tropical subcaducifolio, bosque de conífera y vegetación secundaria, en elevaciones entre 1 000 y 2 300 m (FIGURA 58).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de junio a agosto y en fruto de julio a octubre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. GUERRERO. MUNICIPIO COYUCA DE CATALÁN. Manchón/District Mina, Aguazarca, *G. B. Hinton et al.* 9450 (GH, K, US); Tierras Blancas, *G. B. Hinton et al.* 10141 (GH (lado derecho de la cartulina), K, MEXU); Aguazarca, *G. B. Hinton et al.* 10456 (GH, K, UC, US). MUNICIPIO TELOLOAPAN. Along Mexico highway 51, 17 km. W of Teloloapan between km 77-78 (50 yards above Teloloapan-Arcelia road (mapa)), *H. H. Iltis y T. S. Cochrane* 29 (ENCB, MICH, US). **MICHOACÁN.** MUNICIPIO COALCOMÁN DE VÁZQUEZ PALLARES. S. Torricillas, *G. B. Hinton* 13984 (GH, LL); S. Torricillas, *G. B. Hinton* 15012 (GH, LL, US); Coalcomán, *G. B. Hinton* 13890 (GH, LL, US); 6.2 km O de El Manguito, *T. P. Ramamoorthy, E. Martínez S. y F. Barrie* 4664 (MEXU). MUNICIPIO LA HUACANA. Sierra Las Cruces, ca. 6.5 km west of Los Ranchos, near Los Cuernos, *V. W. Steinmann* 4340 (UAMIZ); Jorullo, *K. Reiche* 160 (GH). MUNICIPIO LOS REYES. C. La Agura-Atapan, *J. N. Labat* 955 (MEXU, P, ENCB). MUNICIPIO TINGAMBATO. Pedregales basálticos en los alrededores de Tingambato, *A. R. López-Ferrari, A. Espejo y H. Díaz-Barriga* 1468 (UAMIZ). MUNICIPIO TOCUMBO. 3 km al NE de la cabecera municipal Los Reyes de Salgado, *M. C. Macías F.* 22 (INEGI). MUNICIPIO DE

URUAPAN. 5 km después de Charapendo, rumbo a Uruapan, viniendo de Nueva Italia, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 4488 (UAMIZ); cerca de 9 km al W de Uruapan, rumbo a Pátzcuaro, A. Espejo, A. R. López-Ferrari, B. Pérez G., J. Ceja y A. Mendoza R. 5224 (UAMIZ); west-facing slopes of cerro de Carboneras, above the río Cupatitzio, ca. 22 km south of Uruapan, R. M. King y T. R. Soderstrom 4846 (US); pedregal de Uruapan, más o menos 5 km al SW de San Andrés Coru, S. Zamudio R. y R. González T. 8249 (IEB, UAMIZ); 8 miles south of Uruapan, F. A. Barkley y D. J. Carr 36096 (GH); aproximadamente 1 km al E de San Lorenzo, I. García R. y A. Olmos 3305-E (IBUG, IEB). MUNICIPIO DE ZACAPU. La Angostura, hacia el Reventón, A. Grimaldo N. 87 (CIIDIR, IEB, XAL); A. Grimaldo N. 133 (IEB, MEXU); el Pinal, cerca de Santa Gertrudis, H. Díaz Barriga y A. Grimaldo N. 4503 (ENCB, IEB); Malpaís Negro, ca. 7 km al SW de Los Espinos, S. Zamudio R. y A. Grimaldo N. 6667 (IEB, MEXU, UAMIZ); zona arqueológica de Milpillars, S. Zamudio R. y B. Gutiérrez 17289 (UAMIZ). MUNICIPIO DE ZIRACUARETIO. A 5 km adelante de San Andrés Coru, carretera Pátzcuaro-Uruapan, A. R. López-Ferrari y A. Espejo 914 (IEB, UAMIZ). SIN MUNICIPIO. 3 km carretera Zacapu-Zamora, A. Grimaldo N. 75 (IEB).

COMENTARIO. En el holotipo de *Pitcairnia militaris* (G. B. Hinton 10127, GH (00029174) existe una etiqueta de L. B. Smith (XI, 1990) en la cual menciona que dicho espécimen corresponde a *P. pteropoda*. Sin embargo, la revisión de ejemplares herborizados procedentes de la localidad tipo de *P. pteropoda* (Michoacán, municipio de Uruapan) nos permitió observar que ambos nombres corresponden a especies diferentes.

En 1937, cuando L.B. Smith describió a *Pitcairnia pteropoda* la comparó con *P. palmeri* y escribió:

“Pitcairnia pteropoda is obviously related to *P. palmeri*, but is easily distinguished by its large floral bracts and flattened alate pedicels.”

Sin embargo, este carácter diagnóstico, utilizado por L. B. Smith, es apreciable en el material en fructificación que designó como tipo (*Holway* 3619, G!), en contraste con el material herborizado en antesis que revisamos, procedente de las localidades cercanas a Uruapan, en el cual los pedicelos son muy delgados y no están aplanados ni alados. Consideramos pues, que se trata de un carácter que se presenta en la especie sólo en los ejemplares en fruto.

Por otra parte, en el material herborizado de *Pitcairnia pteropoda* y *P. palmeri* se aprecian flores secundas. Sin embargo, en plantas vivas de *P. pteropoda* las flores son divaricadas a

ascendentes y con la edad los pedicelos se vuelven escuarrosos, dando esa apariencia “secunda” (FIGURA 59D, E). Mientras que en *P. palmeri* las flores son, desde el principio, secundas y además erectas a ascendentes.

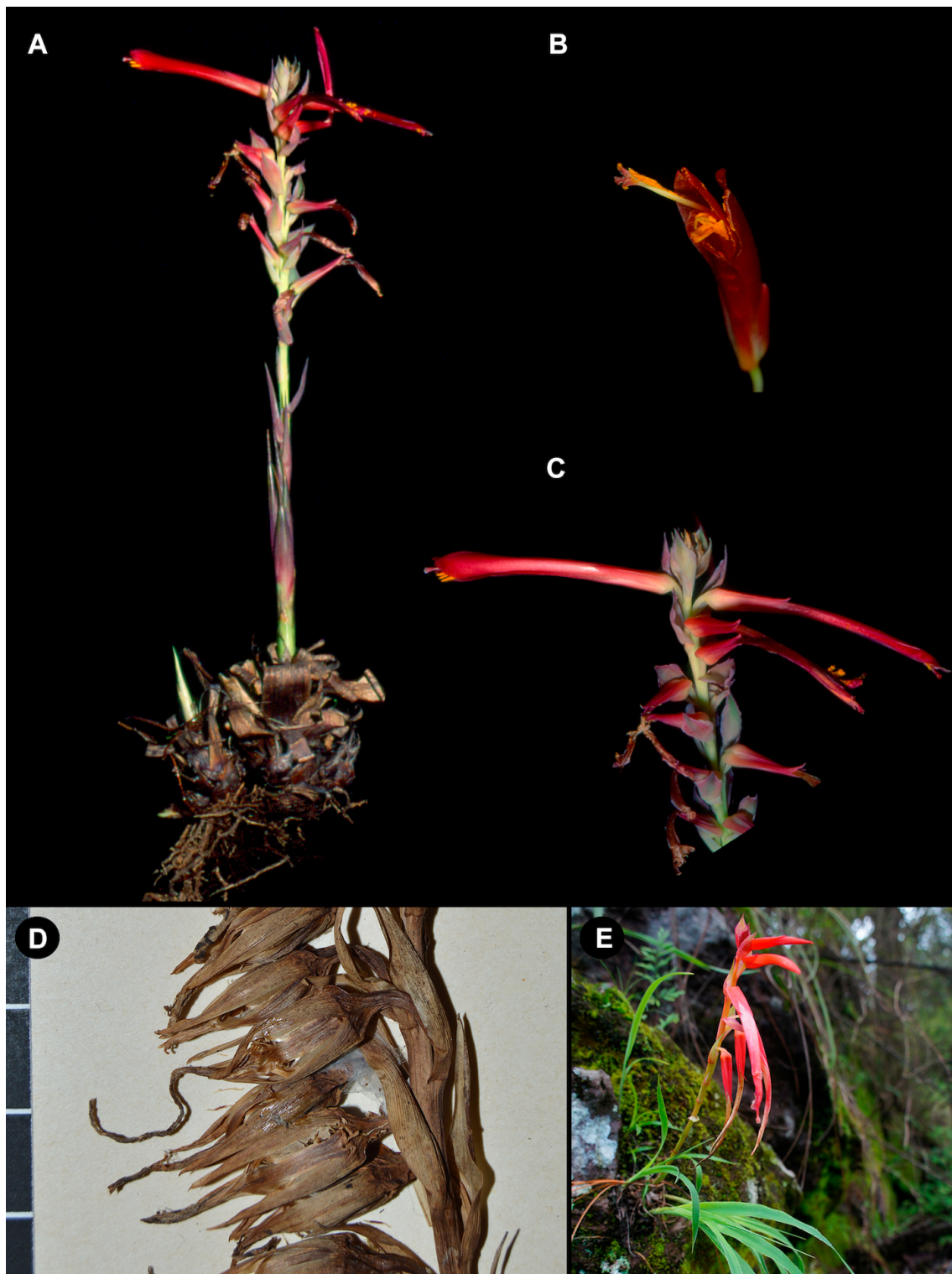


FIGURA 59. *Pitcairnia pteropoda* L.B. Sm., A) planta con flores, detalle de B) la flor y C) de la inflorescencia, A. Espejo, A. R. López-Ferrari, B. Pérez G., J. Ceja y A. Mendoza R. 5224 (UAMIZ!), D) frutos, holotipo E. Holway 3619 (GH!) y E) hábitat, se observan los pedicelos escuarrosos después de la antesis. Fotos: A. Espejo (A-D) y Juan Carlos Pérez Magaña (E).

Pitcairnia ringens Klotzsch, in Link, Klotzsch & Otto, Icon. pl. rar. 63, t. 25. 1842. ***Hepetis ringens*** (Klotzsch) Mez, in C. DC., Monogr. Phan. 9: 974. 1896. Tipo:—MÉXICO. *Berlin hortus s. n.* (B destruido; Tipo: Litografía, dibujado por C. F. Schmidt). (FIGURA 60).

Pitcairnia montalbensis A. Dietr., Allg. Gartenzeitung 19: 138. 1851. Tipo:—*Berlin hortus s. n.* (B?).

El epíteto específico alude al verbo ringi, que significa abierto de par en par. Como adjetivo se refiere a la apariencia de labios abiertos, característica que se observa en las flores de la mayoría de las especies del género.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 27–71 cm de alto; bulbosas, bulbos de 2.5–4.7 cm de alto, de 2–4 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1–1.5 cm de largo y de 3–5 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** ampliamente ovadas a ovadas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 2–4 cm de largo, 1.2–3.8 cm de ancho, enteras; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 35–100 cm de largo, de 7–19 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras en ambas caras, lepidotas en el margen, presentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción remanente es densamente lepidota en ambas caras, con el margen espinoso, espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, oblongas a estrechamente triangulares, pardas claras, 7–15 cm de largo, de 1–2 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, esparcidamente lepidotas en ambas caras, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 1–3.5 cm de largo, de 1–3 mm de ancho, esparcidamente lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, erecta a curvada; **PEDÚNCULO** rojo, de 13–47 cm de largo, de 2–5 mm de diámetro, densamente blanco-lepidoto, más o menos cubierto en su parte basal por las brácteas del pedúnculo; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, alternas, verdes, de 4.5–11 cm de largo, de 6–14 mm de ancho, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que los entrenudos, pero mucho más cortas que el pedúnculo, persistentes, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas verdes, de 2–5 cm de largo, de 4–13 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 8–28 cm de largo, con 10–45 flores laxa y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 2.5 cm de largo; **RAQUIS** densamente blanco-lepidoto, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** verdes, las basales lanceoladas, de 1.8–4 cm de largo, de 4–7 mm de ancho, más

largas que los pedicelos, algunas igualando o ligeramente más largas que los sépalos; las apicales lanceoladas, de 0.7–1.6 cm de largo, de 2–4 mm de ancho, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente; **FLORES** ascendentes en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, ascendentes, de 3–22 mm de largo, densamente blanco-lepidotos; **SÉPALOS** lanceolados, rojos, de 1.9–3 cm de largo, de 2–5 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotos abaxialmente, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** oblongo-lineares, rojos hacia el ápice, blancos hacia la base, de 5–6.6 cm de largo, de 7–11 mm de ancho, agudos o emarginados, cortamente unguiculados, la uña de 6–8 mm de largo; **ESTAMBRES** de 4.6–6.4 cm de largo, más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 3.7–5.2 cm de largo; **ANTERAS** de 9–12 mm de largo; **OVARIO** de 6–11 mm de largo, de 3–5 mm de diámetro; **ESTILO** de 4.5–5.9 cm de largo. **CÁPSULAS** de 12–14 mm de largo, de 6–7 mm de diámetro; **SEMILLAS** pardas, fusiformes, de 1–1.5 mm de largo, bicaudadas, cada cauda de 2–3 mm de largo.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce de los estados de Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, en donde crece sobre paredes rocosas en bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas y bosque de *Quercus*, en elevaciones entre 800 y 2 600 m (FIGURA 61).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de marzo a mayo y en fruto de junio a agosto.

EJEMPLARES EXAMINADOS. HIDALGO. MUNICIPIO CALNALI. Rumbo a Ixtlahuaco, 16 km después de Calnali, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja, A. Mendoza R. y J. García-Cruz* 7255 (UAMIZ); cabecera municipal Barrio la Esperanza, *D. Castillo Gutiérrez* 1334DCG (MEXU). MUNICIPIO CHAPULHUACÁN. Roadside cliffs between Jacala and Chapulhuacán at Palomas, *H. E. Moore Jr.* 2698 (UC); cerro Los Jarros, 3 km al N de Chapulhuacán, *O. Alcántara A. y R. Mayorga S.* 3665 (FCME). MUNICIPIO ELOXOCHITLÁN. Desviación a El Damo, 2 km al sureste de Tenango de Doria, *I. Luna V., S. Ocegueda C. y O. Alcántara A.* 1942 (FCME); Ocotlán, km 9.5 del camino de terracería a Eloxochitlán, *O. Alcántara Ayala y E. Ortiz Bermúdez* 1978 (FCME); Eloxochitlán, 8 km al E, *O. Alcántara Ayala y R. Mayorga S.* 2836 (FCME). MUNICIPIO HUAZALINGO. Cerro de Huazalingo, *D. Castillo Gutiérrez* 1297DCG (MEXU); *D. Castillo Gutiérrez* 1301DCG (MEXU). MUNICIPIO JACALA DE LEDEZMA. Cerca de 1.3 km después de Minas Viejas y ca. 3 km antes de Durango, rumbo a Zimapán, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja, A. Mendoza R. y R. Valdés A.* 6985 (UAMIZ); 10 km de Jacala,

C. R. Beutelspacher B. s. n. (MEXU). MUNICIPIO LA MISIÓN. 6-7 km al NE de La Misión, rumbo al Puerto de Naranjos. *P. H. Santa Clara, A. Castro-Castro, R. Ramírez, A. Frías y F. Mercado 1008* (IBUG); a 15 miles north of Jacala, *O. C. Van Hyning s. n.* (US). MUNICIPIO LOLOTLA. A 2.51 km al E de Lolotla, *A. Ponce Vargas 299* (FCME). MUNICIPIO MOLANGO DE ESCAMILLA. A 8 km al E de Eloxochitlán, *O. Alcántara A. y R. Mayorga S. 2836* (MEXU); a 5-6 km al norte de Ixmoltla, *R. Hernández M., L. Cortés A. e I. Hernández M. 5912* (MEXU). MUNICIPIO NICOLÁS FLORES. El Cobre (más o menos 3 km al E), *S. Rangel 129* (ENCB). MUNICIPIO SAN BARTOLO TUTOTEPEC. Cueva Ahumada, camino de la Hacienda Apulco a Tutotepec, *J. Gimete L. 610* (ENCB). MUNICIPIO TENANGO DE DORIA. 24 km al NE de Metepec, por la terracería a Tenango de Doria, *S. D. Koch 845* (CHAPA, ENCB, MEXU); desviación a El Damo, 2 km al sureste de Tenango de Doria, *I. Luna V., S. Ocegueda C. y O. Alcántara A. 876* (FCME); Santa Mónica, aproximadamente 800 m al sureste, *O. Alcántara Ayala y E. Ortiz Bermúdez 1221* (FCME); a 3 km al SW de La Cruz de Tenango, camino Tulancingo-Tenango, *A. García-Mendoza y F. Mérida 1412* (ENCB, MEXU); El Cirio, aproximadamente 1.2 km al W de San Nicolás, *I. Luna V., S. Ocegueda C. y O. Alcántara A. 1487* (FCME); Linda Vista, sobre la carretera Metepec-Tenango, *A. Mendoza R., B. Pérez G., R. Valdez A. & M. R. Ramírez T. 1599* (UAMIZ); Agua Fría, aproximadamente 500 m al E de El Damo, *O. Alcántara Ayala 1741* (FCME, MEXU); 8 km al E de Tenango de Doria, alrededores de El Cirio, *R. Hernández M. Y R. Hernández V. 4180* (ENCB, MEXU, XAL); a 4 km después de Tenango de Doria, rumbo a Metepec, *A. R. López-Ferrari, A. Espejo, J. Ceja Romero, A. Mendoza Ruiz y J. García-Cruz 3362* (UAMIZ). MUNICIPIO TIANGUISTENGO. 7 km al NE de Tianguistengo (barranca de Chinameca), *P. Tenorio y R. Hernández 138* (MEXU, XAL); a 10 km al W de Tianguistengo (Tepeoco), *R. Hernández M., L. Cortés A. e I. Hernández M. 5818* (ENCB, MEXU). MUNICIPIO TLANCHINOL. Ca. 9 km después de Tlanchinol rumbo a Ixtlahuaco, km 156 de la carretera Pacchuca-Huejutla de Reyes, *A. Mendoza R., S. Mendoza, C. Rocha 842* (MEXU, UAMIZ); Apantlazol, 8 km al O de Tlanchinol (cabecera municipal), *D. Castillo Gutiérrez 174DCG* (MEXU). MUNICIPIO ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES. Cerca de 4.6 km después de Zacualtipán, rumbo a Tianguistengo, *J. Ceja, A. Espejo, A. R. López-Ferrari, A. Mendoza R. y R. Valdés A. 1843* (INEGI, UAMIZ); above Tepeoco, 3.5 miles from Zacualtipán on road to Tianguistengo, *H. E. Moore Jr. 2374* (US); Zacualtipán, *M. Martínez s. n.* (ENCB, GH, US); *M. Martínez 20* (MEXU); predio particular La Tejería, superficie aproximada de 10 hectáreas ubicada a 0.5 km de Zacualtipán de Ángeles, *E. Guízar N., L. Yáñez et al. s. n.* (MEXU). **OAXACA.** MUNICIPIO SAN FELIPE USILA. Cuenca del río Perfume (ladera O), 6.9 km en línea recta al S de Santa Cruz Tepetotutla, *A. Rincón G., C. Gallardo H., P. Osorio H., S. Espinosa y N. Flores s. n.*

(IEB, LL). MUNICIPIO DE SANTIAGO COMALTEPEC. Dto. Ixtlán, 3.6 km al SW de La Esperanza, carr. Tuxtepec-Oaxaca, *R. Torres C. Y L. Cortes A. 11689* (MEXU); along the road between Yólox and Comaltepec at the river crossing closest to Yólox, *Gary J. Martin 410* (MEXU, MO, UC, US); Vista Hermosa, 20 miles SW of Valle Nacional (NE Oaxaca) (Chinantecas Mts.), *O. C. Van Hyning 5960* (US). MUNICIPIO TOTONTEPEC VILLA DE MORELOS. Distrito Mixe a 10 km al N de Totontepec por Amatepec, *E. Ramírez G. 732* (MEXU); distrito Mixe, 2 km al S de Totontepec, camino a Jareta, *R. Torres C. y E. Ramírez 8492* (MEXU); Totontepec, *J. Rivera R. Y G. J. Martin 1426* (MEXU); *J. Rivera Reyes y G. J. Martin 1480* (MEXU). SIN MUNICIPIO. Cordillera, *H. Galeotti 4916 bis* (P); *H. Galeotti s. n.* (BR); Oaxaca to Tuxtepec, km 111, *T. MacDougall s. n.* (MEXU). **PUEBLA**. MUNICIPIO ATEMPAN. En río Atzalán, *L. Camacho O. 5498* (FCME). MUNICIPIO DE HONEY. a 9 km al NE de Honey, carretera a Pahuatlán, *A. Campos V., G. Toriz A. y O. Téllez 267* (MEXU). MUNICIPIO HUAUCHINANGO. Venta Chica, 10 km al N de Huauchinango, *S. Moreno G. 99* (CIIDIR, ENCB, IBUG, MEXU). MUNICIPIO HUEYTAMALCO. Colihui, *F. Ventura A. 786* (ENCB). MUNICIPIO DE HUEYTLALPAN. 4.5 km al SW de Hueytlalpan sobre carretera en dirección a Zapotitlán, *L. Camacho O., A. B. Cerón-Carpio 5110* (FCME). MUNICIPIO SAN SEBASTIÁN TLACOTEPEC. La Cumbre, Sierra Negra de Puebla, *C. Mota Cruz 616* (CHAPA). MUNICIPIO XICOTEPEC. Carretera a La Unión, 0-2.5 km al E del entronque con carretera Huauchinango-Poza Rica, *S. D. Koch y T. Wendt 857* (CHAPA, ENCB, F, XAL). MUNICIPIO XIUTETELCO. Afuera de Teziutlán, rumbo a San Juan Xiutetelco, *A. R. López-Ferrari y A. Espejo 3106* (UAMIZ). MUNICIPIO ZACAPOAXTLA. A 0.5 km adelante de Tatoxca y 1.3 km antes de Zacapoaxtla, sobre la carretera Puebla-Cuetzalan, *M. Flores C. y F. Riveros 399* (UAMIZ); arroyo Tenaxatena, al W de Apulco, *P. Tenorio L., M. A. Martínez A. y J. Grimes 8684* (MEXU, UAMIZ); cascada de La Gloria, cerca de Apulco, *J. Rzedowski 31861* (ENCB). MUNICIPIO ZACATLÁN DE LAS MANZANAS. Cañón de Escahuasco, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja, I. Reyes J., A. Mendoza R. y B. Pérez G. 5368* (UAMIZ); Zacatlán, *J. Rzedowski 807* (ENCB). SIN MUNICIPIO. 4 km al E de Xicontepec de Juárez (Villa Juárez), *L. Gutiérrez R. 146* (ENCB); al N de Huauchinango, camino a Pahuatlán, *Sharp y F. Miranda 3441* (MEXU). **QUERÉTARO**. MUNICIPIO ARROYO SECO. fields in mountains along route 120, just ca. 50 feet west of the Querétaro-San Luis Potosí state border, *R. Merrill King 4440* (MICH, US). MUNICIPIO JALPAN DE SERRA. ca. 2 km al oriente de La Parada, *B. Servín O. 6* (UAMIZ, XAL); a 4-5 km al norte de La Parada, *B. Servín O. 48* (IEB, MEXU); ca. 2 km al WSW de Valle Verde, *E. Carranza G. y S. Zamudio R. 5527* (UAMIZ); ca. 3 km al ENE de Valle Verde, *E. Carranza G. y A. Blanco 6056* (UAMIZ). MUNICIPIO LANDA DE MATAMOROS. Llano Chiquito, *S. Zamudio, D. Juárez y J. Hernández R. 16890* (IEB); El Sótano Colorado, 1 km al NW de La

Florida, *H. Rubio* 13 (UAMIZ); La Alberquilla, ca. 2 km al noroeste de La Yesca, *E. González P.* 453 (UAMIZ); ca. 2 km al S de La Florida, *Erasmus González P.* 745 (UAMIZ); 1 km al SE de el Puerto del Sabino, *H. Rubio* 472 (MEXU, UAMIZ); a 1.5 km al poniente de Puerto Hondo, El Banco, *H. Rubio* 537 (MEXU, UAMIZ); El Calvario, 1 km al poniente de el Aguacate, *H. Rubio* 839 (UAMIZ); alrededores de Agua Zarca, *J. Ceja, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y A. Mendoza R.* 1090 (UAMIZ); bordo del Ottotal, ca. 5 km al noreste de Acatitlán de Zaragoza, *E. González P.* 1453 (IEB, UAMIZ); a 1.5 km al este de La Lima, Agua Zarca, *H. Rubio* 1518 (MEXU); 1.5 km al suroeste de el Naranjo, *H. Rubio* 1543 (ENCB); a 2 km al SE de Río Verdito, *E. Carranza G.* 1559 (IEB, MEXU); aproximadamente 5-6 km al SE de el parador de Santa Martha, *E. Carranza G.* 1630 (MEXU, UAMIZ); a 2 km al noreste de El Lobo, *H. Rubio* 1701 (MEXU, UAMIZ); a 1.5 km al noroeste de El Rincón, *H. Rubio* 2319 (UAMIZ); a 2 km sobre la desviación a Agua Zarca, a partir de El Lobo, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, B. Pérez G. y R. Riba* 3596 (CHAPA, MEXU, UAMIZ); a 5 km al sureste de El Lobo, sobre el camino a Agua Zarca, *R. Fernández N.* 3741 (ENCB, MEXU); Puerto Colorado, aproximadamente 6 km al N de Acatitlán de Zaragoza, *S. Zamudio R. y E. Carranza G.* 7171 (UAMIZ); 12 km al S de El Lobo, *J. Rzedowski* 42603 (ENCB, IBUG); 4 km al sur de El Lobo, sobre el camino a Agua Zarca, *J. Rzedowski* 43252 (CHAPA, ENCB, IBUG, EIB, UAMIZ, XAL). MUNICIPIO PINAL DE AMOLES. A 4 km al NE de San Pedro el Viejo, sobre el camino a Yerbabuena, *J. Rzedowski* 43038 (ENCB, IBUG); a 9 km al S de Santa Agueda, sobre el camino a Ahuacatlán, *J. Rzedowski* 46594 (UAMIZ). **SAN LUIS POTOSÍ.** MUNICIPIO ALAQUINES. 3 km al SSE de Ojo de Agua, *J. Rzedowski* 9666 (ENCB). MUNICIPIO CÁRDENAS. Barranca de Las Canoas, *C. G. Pringle* 5014 (GH). MUNICIPIO XILITLA. Xilitla, *H. Puig* 4021 (P); Potrerillos, *J. Rzedowski* 9978 (ENCB); ca. 3 km al NE de ejido de Xilitilla, *J. Rzedowski* 10526 (ENCB). **TAMAULIPAS.** MUNICIPIO GÓMEZ FARÍAS. Alrededores del ojo de Agua del Indio, *F. González Medrano y R. Dirzo* 4324 (MEXU); ojo de agua de los Perros, ca. 13 km NW of Gómez Farías, ca. 5 km SE of La Joya de Salas, *P. S. Martin H* 24 (MICH). MUNICIPIO JAUMAVE. Charco Colorado, 17 km al NW del rancho El Julilo, *F. González Medrano et al.* 10426 (MEXU). MUNICIPIO XICOTÉNCATL. Gómez Farías y Ocampo. Camino de Julilo a La Joya de Salas, perfil a través de la Sierra Madre Oriental en la región de Gómez Farías, *P. S. Martin y C. Saravia* 1278 (ENCB). **VERACRUZ.** MUNICIPIO ACAJETE. La Joya, *O. C. Van Hyning* 599 (US); en la barranca del Río Pixquiac, *M. Cházaro B. Y H. Olivia* 2276 (XAL); Plan de Cedeño, *F. Ventura A.* 15903 (ENCB, MEXU); a 30 km al N de Xalapa, sobre la carretera a Perote, *D. García Saucedo s. n.* (ENCB). MUNICIPIO ALTOTONGA. Chaltepéc, *F. Ventura A.* 820 (ENCB, MEXU, US, XAL); Altotonga, *I. Rivera M. s. n.* (MEXU). MUNICIPIO ATZALAN. La Calavera, *F. Ventura*

A. 8160 (ENCB, IEB, MEXU). MUNICIPIO CALCAHUALCO. a 1 km al W de Excola, camino al Banco, *J. L. Martínez* 32 (MEXU, XAL); MUNICIPIO CHICONQUIACO. Los Baúles, al E de parada Paredes, *C. Gutiérrez B.* 3065 (XAL); cerro del Borrego, *C. Gutiérrez B.* 3495 (XAL). MUNICIPIO COACATZINTLA. Cerro de Coacatzintla, *Smith-Fernández* 133 (XAL), *Smith-Fernández* 324 (XAL); Chapultepec, *F. Ventura A.* 13886 (ENCB, MEXU). MUNICIPIO COATEPEC HARINAS. La Cortadura, falda E del Cofre de Perote, *G. Castillo-Campos* 22669 (XAL); barranca del Pixquiac, arriba de La Vega, *M. Cházaro B.*, *L. Robles H.* y *P. Hernández de Ch.* 5423 (CHAPA, IBUG); MUNICIPIO HUATUSCO. Tepampa, *S. Avendaño R.* 599 (XAL). MUNICIPIO HUAYACOCOTLA. 17 km al NE de Huayacocotla, entre Ocotes y Tepozanes, carretera a Zilacatipan, *L. G. Juárez G.* y *F. Vázquez B.* 4 (XAL); Agua de la Calabaza, *L. Ballesteros M.* 456 (MEXU, XAL); camino a Rancho Nuevo, Huayacocotla, *R. Hernández M.* 1478 (MEXU), *R. Hernández M.* 1563 (MEXU); Helechales, *L. Ballesteros* y *H. Morales* 78b (MEXU, XAL); La Calera, *D. Jimeno Sevilla DJS623* (UAMIZ). MUNICIPIO HUILOAPAN. Cerro de San Cristóbal, *J. I. Calzada* 8578 (XAL). MUNICIPIO LAS MINAS. Las Minas, *C. R. Beutelspacher B.* 67 (MEXU); carretera Cruz Blanca a Las Minas, *C. Durán E.* y *S. Avendaño R.* 1135 (XAL). MUNICIPIO LAS VIGAS DE RAMÍREZ. A 2 km antes de La Joya (Malpaís de la Joya), 26 km después de Perote rumbo a Xalapa, *A. R. López-Ferrari*, *A. Espejo*, *J. García-Cruz* y *L. Sánchez S.* 1927 (UAMIZ); Las Vigas, *M. B. Foster* y *O. C. Van Hyning* 2983 (US). MUNICIPIO NAOLINCO. Naolinco, *F. Ventura A.* 3294 (ENCB). MUNICIPIO NOGALES. Nogales, *E. Matuda* 1132 (MEXU). MUNICIPIO ORIZABA. Orizaba, *M. Botteri* 911 (OXF). MUNICIPIO PEROTE. Barranca cerca de Perote, *D. Gold* 1 (MEXU, US). MUNICIPIO DE TEQUILA. Alrededores de El Naranjo, carretera Jalapilla-Tequila, *A. Espejo*, *A. R. López-Ferrari* y *J. Ceja* 6740 (UAMIZ, US, MEXU, XAL); detrás de la escuela Tolapa, *T. Krömer*, *D. Jimeno Sevilla*, *G. Sánchez Vigil*, *J. Viccon-Esquivel* THO3781 (UAMIZ). MUNICIPIO TLALNELHUAYOCAN. Barranca del Pixquiac (medio Pixquiac), *M. Cházaro B.* 2696 (XAL). MUNICIPIO TOTUTLA. Barranca de Zacuapan, *S. Avendaño R.* y *T. Platas H.* 3251 (XAL). MUNICIPIO VILLA ALDAMA. Vereda de Cruz Blanca a Rinconada, *C. Durán E.* y *M. Bielma* 856 (XAL). MUNICIPIO XALAPA. Cruz Verde, near Xalapa, *C. L. Smith* 1386 (GH). MUNICIPIO YECUATLA. 300 m al O del Rincón, debajo de Plan de La Escalera, *C. Gutiérrez B.* 3029 (XAL); Paz de Enríquez, *F. Ventura A.* 4876 (ENCB, MEXU, XAL). SIN MUNICIPIO. Orizaba, *M. Borreu* 911 (P); entre San Pedro Tequila y Zongolica, *F. González Medrano* 1601 (MEXU); Reserva ecológica, La Quinta, Amatitla, *T. Krömer*, *J. R. Fernández*, *D. Vergara-Rodríguez* THO3129 (XAL); Agapito Barrano, *M. Sparrow* y *P. Brewster* 89 (K).

COMENTARIOS. Esta especie crece en bosques húmedos en la vertiente del Golfo de México y se distingue por sus vistosas inflorescencias que portan de 10 a 45 flores pediceladas,

polísticas y ascendentes en la antesis, así como por la presencia de las hojas fotosintéticas durante la época de floración y por las brácteas del pedúnculo que nunca lo sobrepasan.

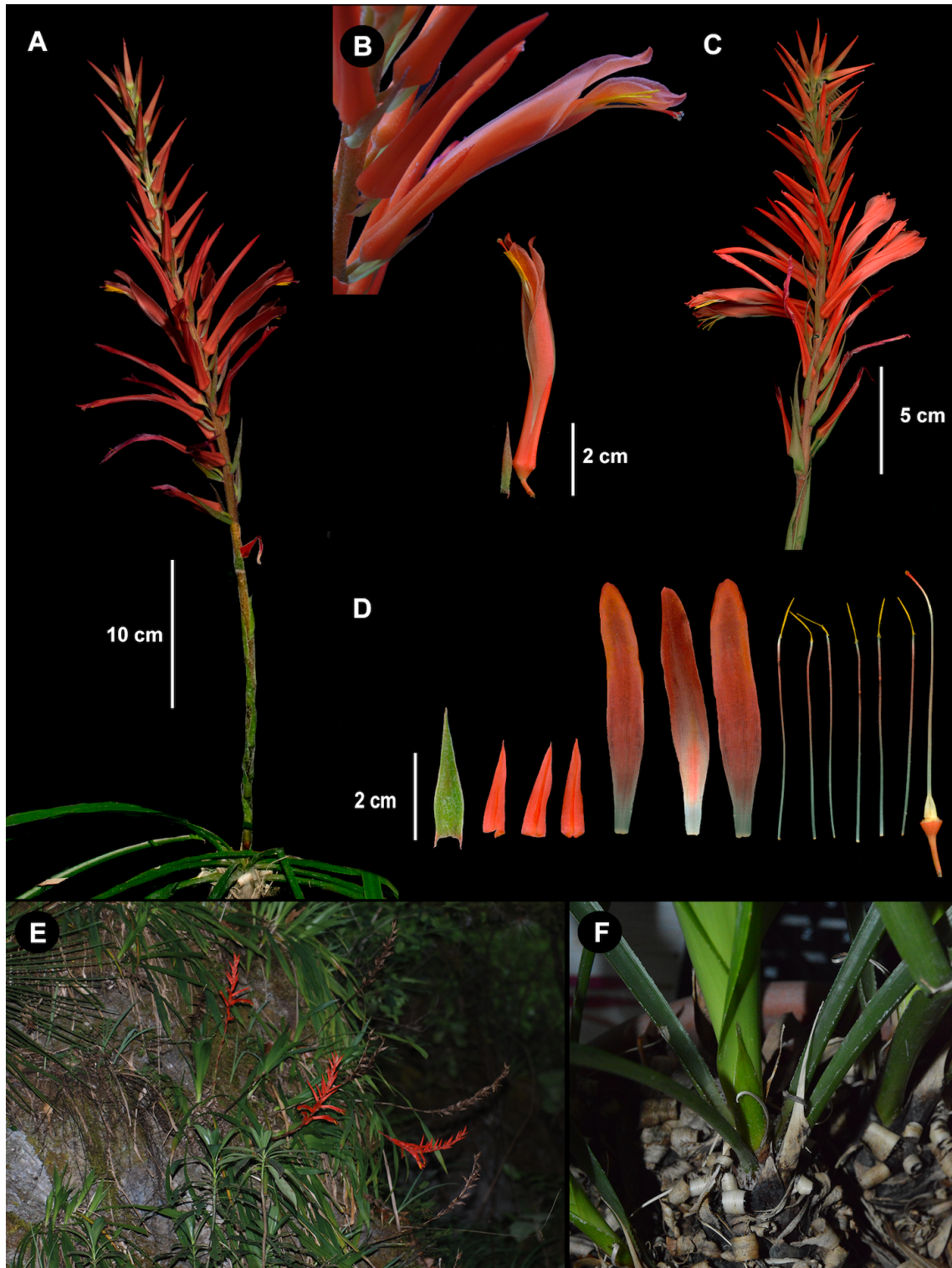


FIGURA 60. *Pitcairnia ringens* Klotzsch, A) planta con flores, detalle de B) la flor, vista lateral, C) de la inflorescencia, D) flor disecada, A. *Espejo et al. 3362* (UAMIZ!), E) hábitat y F) base de las hojas, se observa la porción basal remanente enrollada cuando las hojas fotosintéticas caducan. Fotos: E. González-Rocha (A-D, F) y S. Zamudio (E).

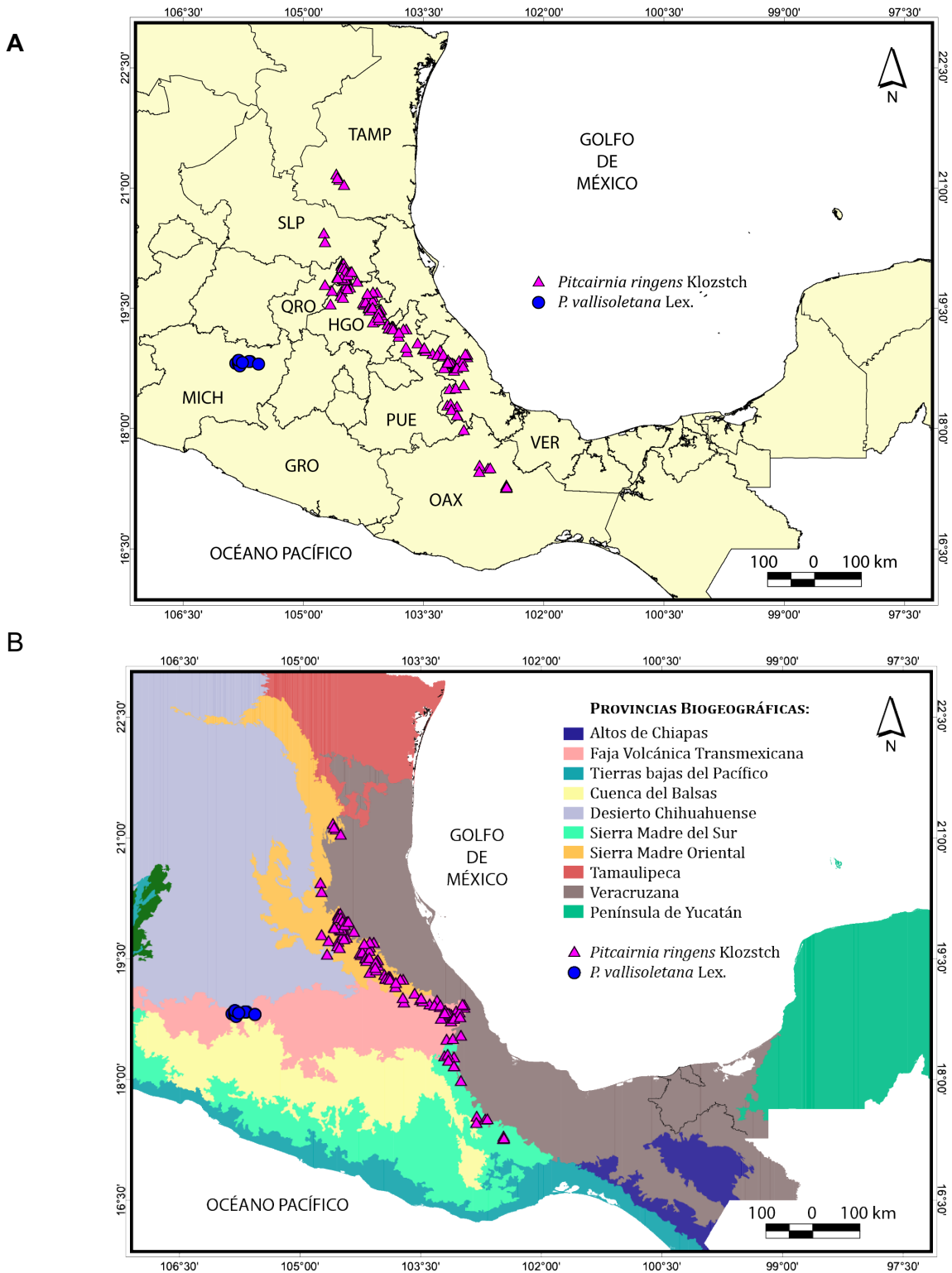


FIGURA 61. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de *Pitcairnia ringens* y *P. vallisletana*.

Pitcairnia robert-downsii Gonz.-Rocha, Espejo, López-Ferr. & Cast.-Riv. Phytotaxa 351(3): 219–228. 2018. Tipo:—MÉXICO. Durango, municipio de Pueblo Nuevo, carretera libre El Salto-Mazatlán, 4 km antes de llegar al Espinazo del Diablo viniendo de El Salto, 0.4 km al NW de Los Bancos, 2 500 m, taludes rocosos con bosque de coníferas, 29 mayo 2016 (fl), *L.J. Hernández-Barón, A. Espejo-Serna, A. R. López-Ferrari y R. Cerros-Tlatilpa* 183 (Holotipo: UAMIZ!, Isotipos: CIIDIR!, MEXU!) (FIGURA 62).

Pitcairnia palmeri* var. *longebracteata L.B. Sm., Wrightia 2: 64. 1960. Tipo:—MÉXICO. Durango, municipio de Pueblo Nuevo, 15–17 miles northeast of Palmito along highway from Mazatlan to Durango, 7000–7500 ft, pine-oak forest, 16 Junio 1951 (fl), *H.S. Gentry y C.L. Gilly* 10625 (Holotipo: LL 00370235!).

El epíteto específico honra al botánico americano Robert Jack Downs (1923-2015), quien en colaboración con Lyman B. Smith, publicó la monografía de Bromeliaceae para la Flora Neotrópica (1974, 1977, 1979)

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 24–37 cm de alto; bulbosas, bulbos de 4.2–4.9 cm de largo, de 2–3.9 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de ca. 2 cm de largo, de ca. 6 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** ovadas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 1.7–3 cm de largo, de 1.3–2.7 cm de ancho; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 40 cm de largo, de 8–13 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente, ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción remanente presenta el margen espinoso, espinas de ca. 1.2 mm de largo, retrorsas y antrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, oblongas, pardas claras, de 5–9.5 cm de largo, de 1.4–1.6 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares a lineares, pardas oscuras, de 2–7.4 cm de largo, de ca. 2 mm de ancho, esparcidamente lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, curvada; **PEDÚNCULO** verde, de 12–17 cm de largo, de 2.7–3.2 mm de diámetro, densamente blanco-lepidoto, generalmente cubierto por las brácteas del pedúnculo; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** estrechamente triangulares, rosadas con tonalidades verdes, de 5–11.5 cm de largo, de 7–14 mm de ancho, enteras, a veces el ápice con una lámina filiforme de 1–1.5 cm de largo con el margen espinoso, más largas que los entrenudos, pero más cortas que el pedúnculo y cubriéndolo por completo, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** estrechamente triangulares, verdes con tonalidades rosadas hacia el ápice, de 2–7.5 cm de largo, 3.5–12 mm

de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que los entrenudos, cubriendo totalmente la porción distal del pedúnculo; **RACIMO** de (7–)10–16 cm de largo, con 19–30 flores laxa y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 1.6 cm de largo; **RAQUIS** densamente blanco-lepidoto, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** rojas hacia la base, verdes hacia el ápice, las basales estrechamente triangulares, de 2–5.8 cm de largo, de 6–12 mm de ancho, más largas que los pedicelos, 1/3 o menos de las brácteas basales sobrepasando a los sépalos, las apicales elípticas, de 1–2 cm de largo, de 3–6 mm de ancho, más largas que los pedicelos, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente; **FLORES** ascendentes en antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, ascendentes, de 4–15 mm de largo, densamente blanco-lepidotos; **SÉPALOS** estrechamente triangulares, rojos, de 2–3 cm de largo, de 3–5 mm de ancho, agudos, glabros adaxialmente, esparcidamente lepidotos abaxialmente, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** oblongos, rojos, de 4.8–5.7 cm de largo, de 8–12.5 mm de ancho, agudos, cortamente unguiculados, la uña de 4–5 mm de largo; **ESTAMBRES** de 4.9–5.6, ligeramente más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 4–4.4 cm de largo; **ANTERAS** de 9–12 mm de largo; **OVARIO** de 5–8 mm de largo, de 2.5–4 mm de diámetro; **ESTILO** de 5.5–5.8 cm de largo. **CÁPSULAS** de 14 mm de largo, de ca. 9 mm de diámetro; **SEMILLAS** no vistas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce solamente de los estados de Durango y Sinaloa en donde crece sobre riscos o paredes rocosas en bosques de coníferas, en elevaciones entre 1 900 y 2 600 m (FIGURA 58).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de mayo a julio y en fruto de julio a agosto.

EJEMPLARES EXAMINADOS. DURANGO. MUNICIPIO DURANGO. A 25 km del entronque de la brecha a San Miguel de Cruces con la carretera Durango-Mazatlán, *P. Tenorio L. y C. Romero de T.* 857 (MEXU). MUNICIPIO MEZQUITAL. Santa María de Ocotán, 2.5 km, a lado de arroyo temporal, *M. González* 1915 (UAMIZ). MUNICIPIO PUEBLO NUEVO. Camino San Bernardino de Milpillas Chico a San Francisco de Lajas, *M. González E.* 2309 (CIIDIR, IEB, MEXU); El Amole "La Mole", al NE de La Libertad, *P. Tenorio L., C. Romero de T. y T. P. Ramamoorthy* 6204 (MEXU); a 15 to 17 miles northeast of Palmito along highway from Mazatlán to Durango, *H. S. Gentry y C. L. Gilly* 10625 (LL). MUNICIPIO SAN DIMAS. 4.5 km después de La Ermita, km 163 de la carretera Durango-Mazatlán, 9.3-10.5 km al NE de El Palmito, *A. R. López-Ferrari y A. Espejo* 1803 (UAMIZ). **SINALOA.** MUNICIPIO CONCORDIA. El Carrizo, a 74 km de Concordia por

la carretera Mazatlán-Durango, *R. Vega A. 1674* (MEXU). MUNICIPIO DE MAZATLÁN. *Mazatlán*, *J. González O. 7391* (MEXU, US, K); El Carrizo, a 74 km de Concordia por carretera Mazatlán-Durango, *R. Vega A. 1674* (MEXU).

COMENTARIOS. *Pitcairnia robert-downsii* es muy parecida a *P. monticola*, ya que ambas especies presentan flores pediceladas y al menos un tercio de sus brácteas florales sobrepasan a los sépalos, siendo además, plantas que presentan indumento denso y blanco en varias de sus estructuras vegetativas y florales. Sin embargo, existen características que permiten diferenciarlas. *Pitcairnia robert-downsii* es una especie que prospera en zonas mucho más húmedas, sobre riscos en bosques de coníferas, florece sin la presencia de las hojas fotosintéticas y sus flores miden de 4.8 a 5.7 cm de largo. En contraste, *P. monticola* crece sobre riscos en bosque tropical caducifolio, florece con la presencia de las hojas fotosintéticas y sus flores miden de 3.8 a 4.5 cm de largo.

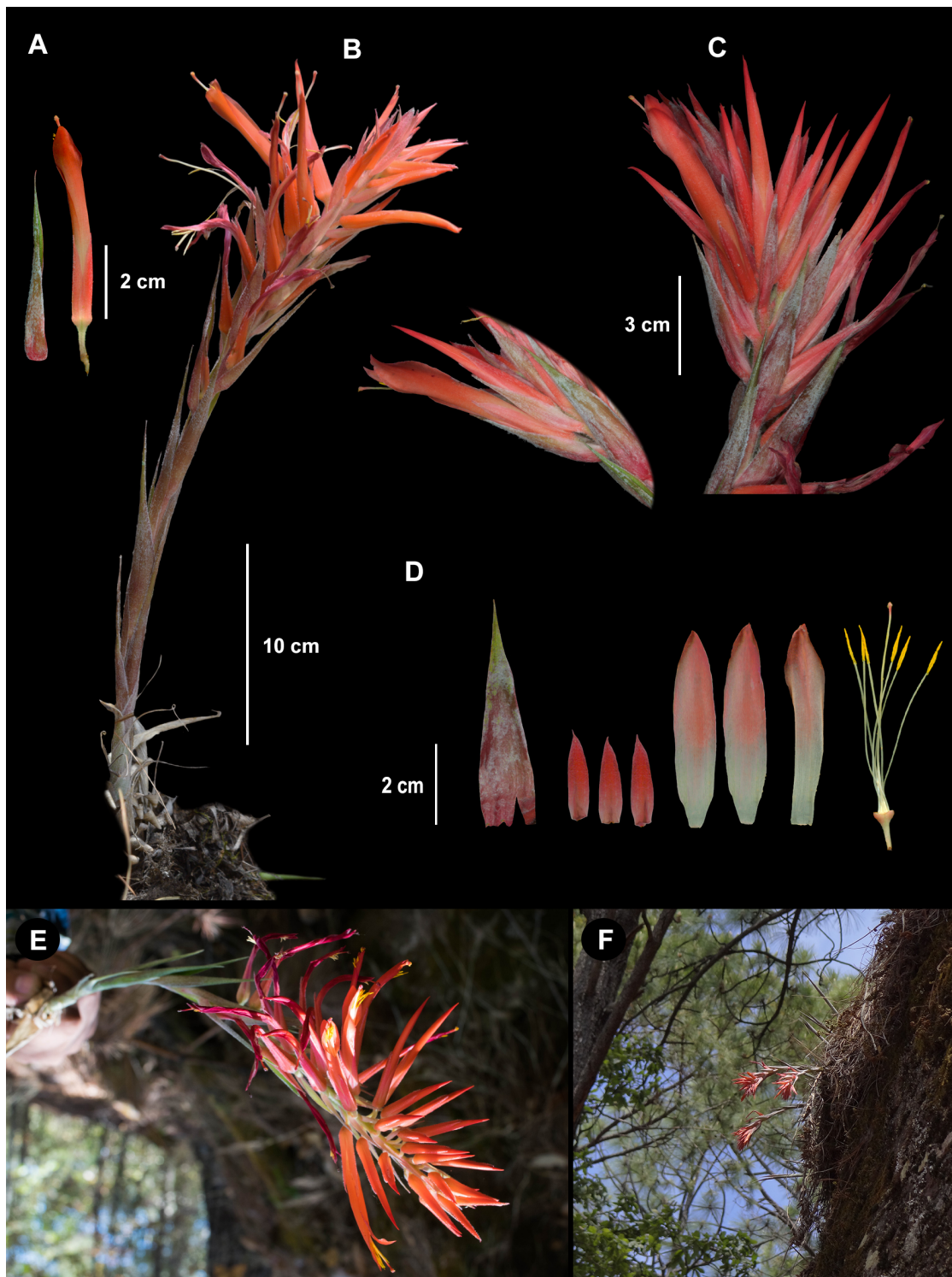


FIGURA 62. *Pitcairnia robert-downsii* Gonz.-Rocha, Espejo, López-Ferr. & Cast.-Riv., A) bráctea floral y flor, B) planta con flores, C) detalle de la inflorescencia, D) flor disecada, E) planta y F) hábitat, L. J. Hernández-Barón, A. Espejo-Serna, A. R. LópezFerrari y R. Cerros-Tlatilpa 183 (UAMIZ!). Fotos: A. Espejo (A-D, F) y H. Ávila González (E).

Pitcairnia roseana L. B. Sm. Contr. Gray Herb. 117: 27–28, t. 2, f. 22, 23. 1937. Tipo:— MÉXICO. Durango, municipio de Mezquital, Huazamota, sin localidad precisa, 16 agosto 1897 (fl), J. N. Rose 2325 (Holotipo: GH 00029181!; Isotipo: US 00088917!) (FIGURA 63).

El epíteto específico honra al botánico estadounidense Joseph Nelson Rose (1862-1928), quien exploró importantes y extensas áreas de México y recolectó el material con el cual se describió la especie.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 29–62 cm de alto; bulbosas, bulbos de 2.5–4 cm de alto, de 2–3.8 cm de diámetro; estolones no vistos. **HOJAS** con las **VAINAS** ampliamente ovadas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 2–3 cm de largo, 1.9–3 cm de ancho, enteras; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 34–55 cm de largo, de 6–13 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, presentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción remanente es esparcidamente lepidota adaxialmente, densamente blanco-lepidota abaxialmente, con el margen espinoso, espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas y antrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, lanceoladas a estrechamente triangulares, pardas claras, 6–9 cm de largo, de 1.2–1.6 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, esparcidamente lepidotas adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 2–7 cm de largo, de ca. 1 mm de ancho, blanco-lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** espigada, erecta; **PEDÚNCULO** verde, de 13–24 cm de largo, de 3–5 mm de diámetro, densamente lanoso, cubierto por las brácteas del pedúnculo, a veces sólo visible en los entrenudos; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** linear-lanceoladas, arrosietadas, verdes, de 19–33 cm de largo, de 5–11 mm de ancho, enteras por arriba una línea de abscisión, debajo de la cual, la porción remanente presenta el margen espinoso, ápice largamente acuminado, glabras adaxialmente, muy densamente blanco-lepidotas (o lanosas) abaxialmente, mucho más largas que los entrenudos, sobrepasando el pedúnculo y cubriéndolo sólo en su porción basal, deciduas, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** ovadas, rosadas, de 2.5–4.5 cm de largo, de 7–9 mm de ancho, enteras, ápice largamente acuminado, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas (lanosas) abaxialmente, mucho más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 13–37 cm de largo, con 12–47 flores más o menos apretadas y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 1.5 cm de largo; **RAQUIS** densamente

blanco-lepidoto, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** rosadas a blancas (por el indumento), las basales ovadas, de 2.5–3.8 cm de largo, de 8–10 mm de ancho, generalmente más largas que los sépalos; las apicales ovadas, de 1–2 cm de largo, de 3–6 mm de ancho, enteras, largo acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, exponiendo parcialmente al raquis en su parte apical; **FLORES** ascendentes en la antesis, sésiles; **SÉPALOS** lanceolados, rosados, de 1.8–2.6 cm de largo, de 3–4 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, blanco-lepidotos abaxialmente, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** rojos, de 5–5.3 cm de largo; **ESTAMBRES** de 4.9 cm de largo, más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de ca. 4.2 cm de largo; **ANTERAS** de ca. 7 mm de largo; **OVARIO** no visto; **ESTILO** de ca. 5.1 cm de largo. **CÁPSULAS** de ca. 15 mm de largo, de ca. 8 mm de diámetro; **SEMILLAS** no vistas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce de los estados de Durango y Nayarit, en donde crece sobre riscos en bosque de *Quercus* y bosque tropical caducifolio con elementos de bosque de *Quercus*, en elevaciones entre 350 y 1 400 m (FIGURA 48).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de agosto a septiembre y en fruto de septiembre a noviembre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. NAYARIT. MUNICIPIO DEL NAYAR. Camino a Cofradía de Mojarritas, A. Benítez P. 3277 (MEXU); 32.5 km al NE de Jesús María, La China, G. Flores F. y P. Tenorio L. 1000 (MEXU); 21 km al NW de Jesús María, camino Jesús María-La Mesa del Nayar, G. Flores F. y R. Ramírez R. 2183 (MEXU); 5 km al SE de la Mesa del Nayar, camino al cerro Cangejo, G. Flores F. y R. Ramírez R. 2600 (MEXU); 22.7 km al SW de Jesús María, camino a la Mesa del Nayar, O. Téllez y G. Flores F. 11407 (MEXU); km 2-5 por el camino de El Cangrejo a La Mesa del Nayar, O. Téllez, A. Salinas, P. Tenorio, G. Flores F. y C. Ramírez 12173 (MEXU); rancho San Isidro, valley of the río Jesús María, ca. 10 km east of the village of Jesús María, C. Feddema 1363 (MICH). MUNICIPIO DE RUÍZ. 5 km después de Santa Cruz de Guaybel, rumbo a Jesús María, J. Ceja, A. Mendoza R., A. Espejo y A. R. López-Ferrari 2056 (UAMIZ).

COMENTARIOS. *Pitcairnia roseana*, por sus flores sésiles densamente dispuestas en la inflorescencia, presenta similitudes con *P. cylindrostachya* y *P. micheliana*, pero difiere de ellas por sus largas brácteas del pedúnculo basales, muy similares en apariencia a las hojas fotosintéticas, las cuales, en la porción media de la inflorescencia, son tan largas que

sobrepasan al pedúnculo. En contraste, *P. cylindrostachya* y *P. micheliana* tienen las brácteas del pedúnculo mucho más cortas que éste.



FIGURA 63. *Pitcairnia roseana* L. B. Sm., A) planta con flores, detalle de la B) inflorescencia, C) de la base de las hojas y D) de las flores, E) holotipo, J. N. Rose 2325 (GH!).

Pitcairnia sordida L. B. Sm. Contr. Gray Herb. 161: 34, t. 4, f. 6. 1946. Tipo:—MÉXICO. Guerrero, distrito de Mina [municipio de Totolapan], on Boulder in oak & pine forest, Toro [18° 31' N; 100° 16' W], 2250 m, 5 mayo 1939 (fl), *G. B. Hinton et al.* 14248 (Holotipo: GH 00029183!; Isotipos: GH00029182!, GBH 014248!, LIL 000822!, NY 00247194!, US 00088932!, US 00810571!) (FIGURA 64).

Pitcairnia militaris L. B. Sm. Contr. Gray Herb. 161: 34, t. 4, f. 5. 1946. Tipo:—MÉXICO. Guerrero, distrito de Mina [municipio de Coyuca], I. R. F. del Oro, Trincheras-Vinatita [18° 5' N; 101° 16' W], NW of 18° N; 101° W, Cliff, 2 mayo 1937 (fl), *G. B. Hinton et al.* 10127 (Holotipo: GH00029174!; Isotipos: K 000321571!, F 0045183F!, NY 00247190!, US 00088887!).

El epíteto específico alude al aspecto «sucio» que tienen las plantas de la especie cuando están herborizadas, debido al abundante indumento que presentan

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 21–45 cm de alto; bulbosas, bulbos de 4–6.5 cm de alto, de 3–4.5 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1.5–3.5 cm de largo, de 5–6 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** muy ampliamente ovadas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 2–4 cm de largo, de 2.4–3.5 cm de ancho; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** ausentes durante la época de floración (no vistas), deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción remanente presenta el margen espinoso, espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, lanceoladas a oblongas, pardas claras abaxialmente, de 6.5–11 cm de largo, de 1.4–2.5 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, glabras adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 2.5–8 cm de largo, de ca. 1.5 mm de ancho, densamente blanco-lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, erecta; **PEDÚNCULO** pardo oscuro a rojizo, de 10.5–25 cm de largo, de 3–4 mm de diámetro, densamente blanco-lepidoto, cubierto por las brácteas del pedúnculo basales y por las hojas espinosas; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, verdes con tonalidades rojizas en la base, de 7.5–12 cm de largo, de 7–14 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, especialmente hacia la porción apical, más largas que los entrenudos, pero más cortas que el pedúnculo, cubriéndolo en su porción basal, persistentes, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, verdes, de 3.5–4.5 cm de largo, de 6–12 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 8–21 cm de largo, con 13–40 flores más o menos laxas y

polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 1.7 cm de largo; **RAQUIS** densamente blanco-lepidoto, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** verdes hacia el ápice, rojas oscuras hacia la base, las basales lanceoladas, de 1.3–2.1 cm de largo, de 3–6 mm de ancho, más largas que los pedicelos, pero nunca sobrepasando a los sépalos; las apicales lanceoladas, de 1.3–1.9 mm de largo, de 4–7 mm de ancho, más largas que los pedicelos, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente; **FLORES** ascendentes en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, erectos a adpresos en la antesis, de 3–8 mm de largo, blanco-lepidotos; **SÉPALOS** lanceolados, rojos, de 2.2–2.6 cm de largo, de 3–5 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, blanco-lepidotos abaxialmente, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** estrechamente oblongo-elípticos, rojos, blancos hacia la base, de 5–5.7 cm de largo, de 9–11 mm de ancho, obtusos, a veces emarginados, cortamente unguiculados, la uña de 3–5 mm de largo; **ESTAMBRES** de 5.2–5.4 cm de largo, más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 4.4–4.6 cm de largo; **ANTERAS** de 7–8 mm de largo; **OVARIO** de 5–7 mm de largo, de ca. 3 mm de diámetro; **ESTILO** de ca. 5.2 cm de largo. **CÁPSULAS** y **SEMILLAS** no vistas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce únicamente del estado de Guerrero, en donde crece sobre paredes rocosas en bosque de *Quercus*, bosque tropical caducifolio y bosque de galería, en elevaciones entre 1 200 y 2 300 m (FIGURA 56).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor de marzo a mayo y en fruto de abril a junio.

EJEMPLARES EXAMINADOS. GUERRERO. MUNICIPIO ATLIXTAC. Petatlán, 3.3 km al NW, *F. Guerrero* 23 (FCME). MUNICIPIO DE BUENAVISTA DE CUÉLLAR. 3 km al NW de Coxcatlán sobre la carretera, *S. Morales* S. 870 (FCME). MUNICIPIO CHILPANCINGO DE LOS BRAVO. Aproximadamente 5 km al SW de Tixtla, ladera de exposición S, *L. Cervantes* 34 (FCME); parque estatal Omiltemi, ladera arriba de la Cueva del Borrego, *G. A. Salazar* 782 (FCME), *G. A. Salazar* 783 (FCME), *G. A. Salazar* 798 (FCME). MUNICIPIO COYUCA DE CATALÁN. Carrizera/Mina, *G. B. Hinton* 10090 (US, K); Trincheras/ Distrito Mina, *G. B. Hinton* 10121 (GH (lado izquierdo de la cartulina), K, US); I. R. F. del Oro, Trincheras, Vinatita, *G. B. Hinton* 10127 (MEXU, GH, K, US). MUNICIPIO EDUARDO. NERI. Cerro el Ocotal, ladera S, 3 km al SE de Amatitlan, *R. Cruz Durán* 882 (FCME). MUNICIPIO OLINALÁ. Desv. Olinalá-Libertad, *S. Valencia* A. 852 (FCME). MUNICIPIO TAXCO DE ALARCÓN. La Cascada, *R. Hernández* 16 (FCME). MUNICIPIO DE TIXTLA DE GUERRERO. La Estacada, *E. Barrera* 129 (UAGC); barranca Honda,

cerca de Ojitos de Agua, E. González-Rocha, L.J. Hernández, E. Salmerón y F. Bonilla 411 (UAMIZ).

COMENTARIOS. El nombre *Pitcairnia militaris* había sido considerado por Smith y Downs (1974), un sinónimo de *P. pteropoda*. En 2004, Espejo-Serna *et al.*, lo establecieron como sinónimo de *P. sordida*. La revisión minuciosa de los tipos nomenclaturales, así como de material procedente de las localidades tipo de los tres nombres permitió corroborar que el material de *P. militaris* y *P. sordida*, coincide en características, tanto vegetativas como reproductivas, por lo que ambos nombres deben aplicarse a una sola especie. En contraste, *P. pteropoda* presenta caracteres que permiten considerarla como una entidad completamente distinta, por ejemplo, son plantas que tienen poco indumento en sus estructuras vegetativas, tanto las hojas como las brácteas del pedúnculo son glabras, excepto en el margen, los pedices son ascendentes a escuarrosos y secundos en la madurez, en contraste *P. sordida* tiene las brácteas del pedúnculo densamente blanco-lepidotas abaxialmente, los pedicelos son erectos a adpresos en la antesis y madurez.

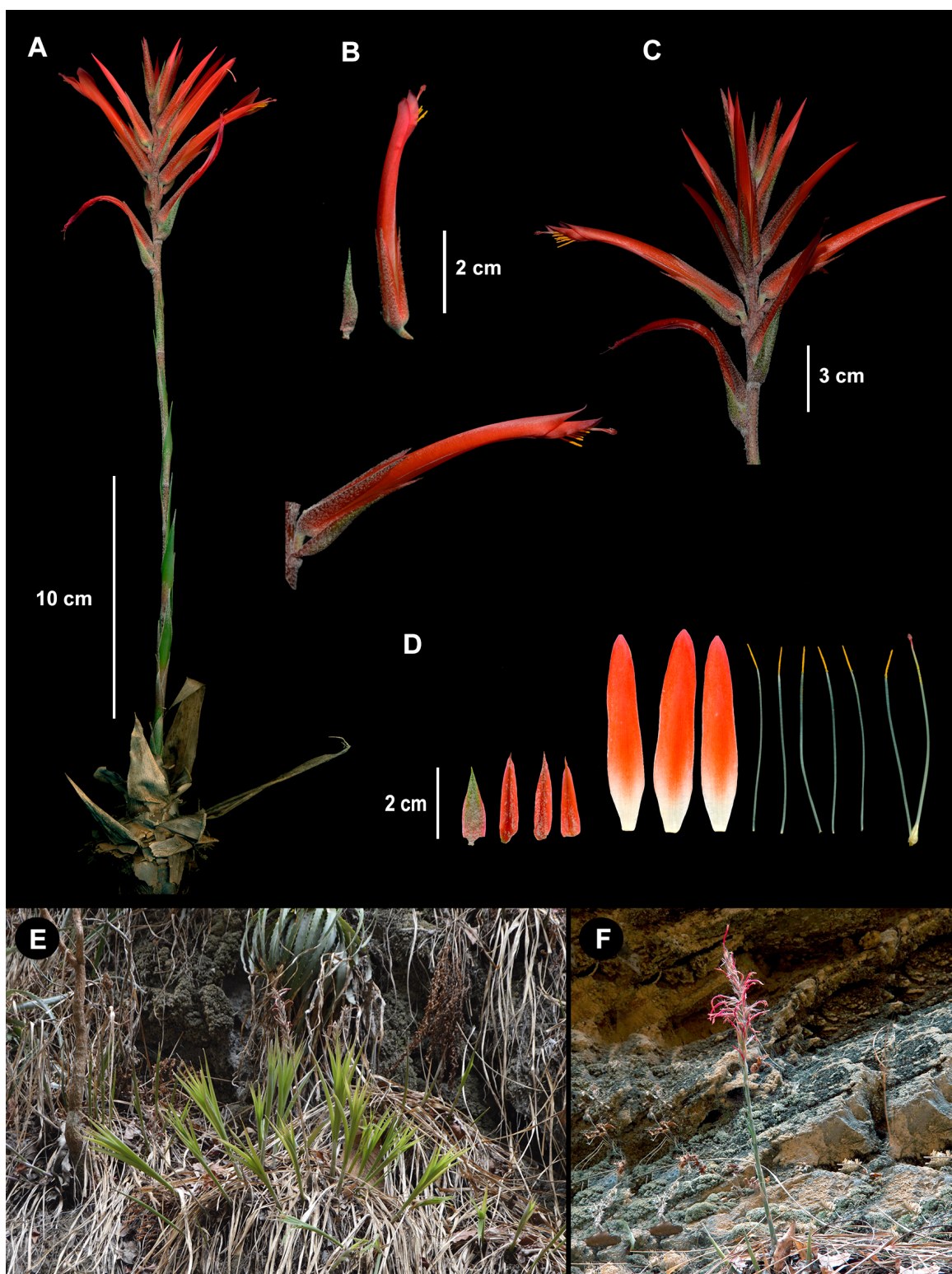


FIGURA 64. *Pitcairnia sordida* L.B. Sm., A) planta, B) vista lateral de una flor y su bráctea floral, C) acercamiento de la inflorescencia, D) flor disecada, E y F) hábitat, E. González-Rocha et al. 411 (UAMIZ!). Fotos E. González-Rocha (A-E) y E. Salmerón (F).

Pitcairnia vallisoleitana Lex., in Llave & Lex., Nov. Veg. Descr. 1: 19. 1824. Tipo:—MÉXICO. Michoacán, municipio de Morelia, 3.6 km después de Jesús del Monte, sobre el camino a San Miguel del Monte, peñascos expuestos junto al arroyo, bosque de coníferas alterado, 2060 m, 19° 37' 06" N, 101° 08' 36" W, 8 abril 1992 (fl), *M. Flores-Cruz, A. R. López-Ferrari y A. Espejo* 740 (Neotipo: UAMIZ 29163!; Isoneotipos: ENCB 002876!, IEB, UAMIZ 29164!, US) (FIGURA 65).

El epíteto específico alude a la localidad tipo de la cual procede esta especie, según lo escrito por Pablo de La Llave y Juan José Martínez de Lexarza, en su trabajo Novorum Vegetabilium Descriptiones, "...in montibus Vallisoleitanis...", es decir "... en los montes de Valladolid...", cuyo nombre actual es Morelia, la capital del estado de Michoacán.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 22–56 cm de alto; bulbosas, bulbos de 3–6 cm de alto, de 2.5–4.6 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1–2 cm de largo y de 5–8 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** muy ampliamente ovadas, pardas oscuras abaxialmente en el ápice, pardas claras adaxialmente, de 2–4.5 cm de largo, 2.5–4.5 cm de ancho, enteras; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 20–50 cm de largo, de 7–12 mm de ancho, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente cuando jóvenes, glabrescentes cuando maduras, ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción remanente es densamente blanco-lepidota en ambas caras, especialmente hacia la base, con el margen espinoso, espinas de ca. 2 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, lanceoladas a oblongas, pardas claras, 3.5–11 cm de largo, de 1.5–2 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, blanco-lepidotas en ambas caras, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 1.5–6.5 cm de largo, de 1–6 mm de ancho, blanco-lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 2 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, erecta a curvada; **PEDÚNCULO** verde, de 10–28 cm de largo, de 2–5.5 mm de diámetro, glabro, cubierto sólo en su parte basal por las brácteas del pedúnculo, visible en los entrenudos hacia la parte apical; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** estrechamente triangulares, arrosietadas, verdes a rosadas, de 4.5–9 cm de largo, de 6–15 mm de ancho, enteras, acuminadas, el ápice a veces prolongándose como una lámina filiforme con el margen espinoso, de 2–4 cm de largo, de ca. 1 mm de ancho, glabras adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente cuando jóvenes, glabrescentes en la madurez, más largas que los entrenudos, pero mucho más cortas que el pedúnculo y cubriéndolo sólo en su porción basal, persistentes, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, verdes a rosadas en la base, de 2–4 cm de

largo, de 5–11 mm de ancho, enteras, glabras en ambas caras, ligeramente más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 10–32 cm de largo, con 13–41 flores más o menos apretadas y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 1.5 cm de largo; **RAQUIS** glabro, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** rosadas a rojas, las basales ovadas a elípticas, de 2.3–4 cm de largo, de 7–13 mm de ancho, más cortas o algunas veces ligeramente más largas que los sépalos, ; las apicales lanceoladas, de 1.5–2.9 cm de largo, de 4–8 mm de ancho, enteras, acuminadas, glabras en ambas superficies, más cortas que los sépalos; **FLORES** ascendentes a adpresas al raquis en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, de 2–6 mm de largo, glabros; **SÉPALOS** estrechamente triangulares, verde-rosados a rosados, de 2.6–3.3 cm de largo, de 3–5 mm de ancho, largamente acuminados, glabros, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** estrechamente elípticos a oblongos, rosados, de 5.4–6.4 cm de largo, de 9–11 mm de ancho, agudos, cortamente unguiculados, la uña de 5–7 mm de largo; **ESTAMBRES** de 5.6–6 cm de largo, más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 4.6–4.8 cm de largo; **ANTERAS** de 10–12 mm de largo; **OVARIO** de 5–9 mm de largo, de 2–4 mm de diámetro; **ESTILO** de 5.2–5.9 cm de largo. **CÁPSULAS** de 13–15 mm de largo, de 5–7 mm de diámetro; **SEMILLAS** pardas, fusiformes, de 1–1.5 mm de largo, bicaudadas, cada cauda de ca. 1 mm de largo.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce hasta ahora sólo del estado de Michoacán, en donde crece sobre riscos cercanos a corrientes de agua o en cañadas en bosque mesófilo de montaña, bosque de *Quercus* con elementos de bosque mesófilo, bosques de coníferas y bosque tropical caducifolio perturbado, en elevaciones entre 1 900 y 2 600 m (FIGURA 61).

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de marzo a mayo y en fruto de mayo a agosto.

EJEMPLARES EXAMINADOS. MICHOACÁN. MUNICIPIO DE CHARO. Cerro La Espadilla, cerca de Las Mesas, *J.S. Martínez* 2089 (CIIDIR, ENCB, IBUG, IEB, MEXU, XAL); El Salto, 200 m al NE de El Temascal, *S. Zamudio R. y H. Díaz Barriga* 3859 (IEB); 1 km después de Las Trojes, sobre la carretera Morelia-Ciudad Hidalgo, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari y M. Flores C.* 4754 (UAMIZ); arriba de El Salto, a 0.6 km al NE de El Temascal, *E. González-Rocha, S. Zamudio, J. Hernández y J. Rico* 384 (UAMIZ). MUNICIPIO DE MORELIA. Río Chiquito, *C. Medina G.* 1692 (IEB); Monterubio, *J. M. Escobedo* 1768 (IEB); Filtros Viejos de Morelia, *J. S. Martínez* 2091 (CIDIIR, IBUG, IEB, XAL); vicinity of Morelia, Barranca del Laurel, *Bro. G. Arsène* 3013 (GH, US); Echequeo, cañada La Cascada, *H. Díaz Barriga y S. Zamudio R.* 3642 (IEB, UAMIZ);

alrededores de Agua Zarca, *E. Pérez C. et al.* 3991 (UAMIZ, XAL); arroyo Los Paredones, 13.3 km después de San Miguel del Monte, rumbo a Tumbisca, *A. Espejo y A. R. López-Ferrari* 4895 (UAMIZ); al S de Jesús del Monte, camino Morelia-San Miguel del Monte, *A. Espejo, A.R. López-Ferrari, B. Pérez G., J. Ceja y A. Mendoza R.* 5225 (UAMIZ); 4 km al W de San Miguel del Monte, sobre el camino a Atécuaro, *J. Rzedowski* 39687 (CHAP, CIDIIR, ENCB, HUAA, IBUG, UAMIZ, XAL); parte alta del Pico Azul, cerca de San José de las Torres, *J. Rzedowski* 45970 (UAMIZ); alrededores del Pico Azul, *J. Rzedowski* 49347 (UAMIZ); 3 km al S de San Miguel del Monte, *J. Rzedowski* 46530 (IEB, UAMIZ); 10 km al S de Morelia, sobre el camino directo a Atécuaro, *J. Rzedowski* 49936 (UAMIZ); Los Filtros Viejos, a 6 km al SE (en línea recta) del centro de Morelia, *E. González-Rocha, S. Zamudio, J. Hernández y J. Rico* 386 (UAMIZ); 3.6 km de San Miguel del Monte a Jesús del Monte, *E. González-Rocha, S. Zamudio, J. Hernández y J. Rico* 388 (UAMIZ). MUNICIPIO DE TZITZIO. 2 km al S del mirador de Mil Cumbres, camino a San Antonio Villalongín, *E. Martínez S. y R. Torres* 444 (XAL).

COMENTARIOS. Dentro de las especies del complejo, *P. vallisoletana* se puede distinguir fácilmente por el color rosado de sus inflorescencias y por su distribución geográfica microendémica, en las montañas de los alrededores de Morelia. Las plantas forman colonias cespitosas que se extienden ampliamente en el sustrato. Florece de marzo a mayo y los bulbos que florecen no desarrollan hojas fotosintéticas.

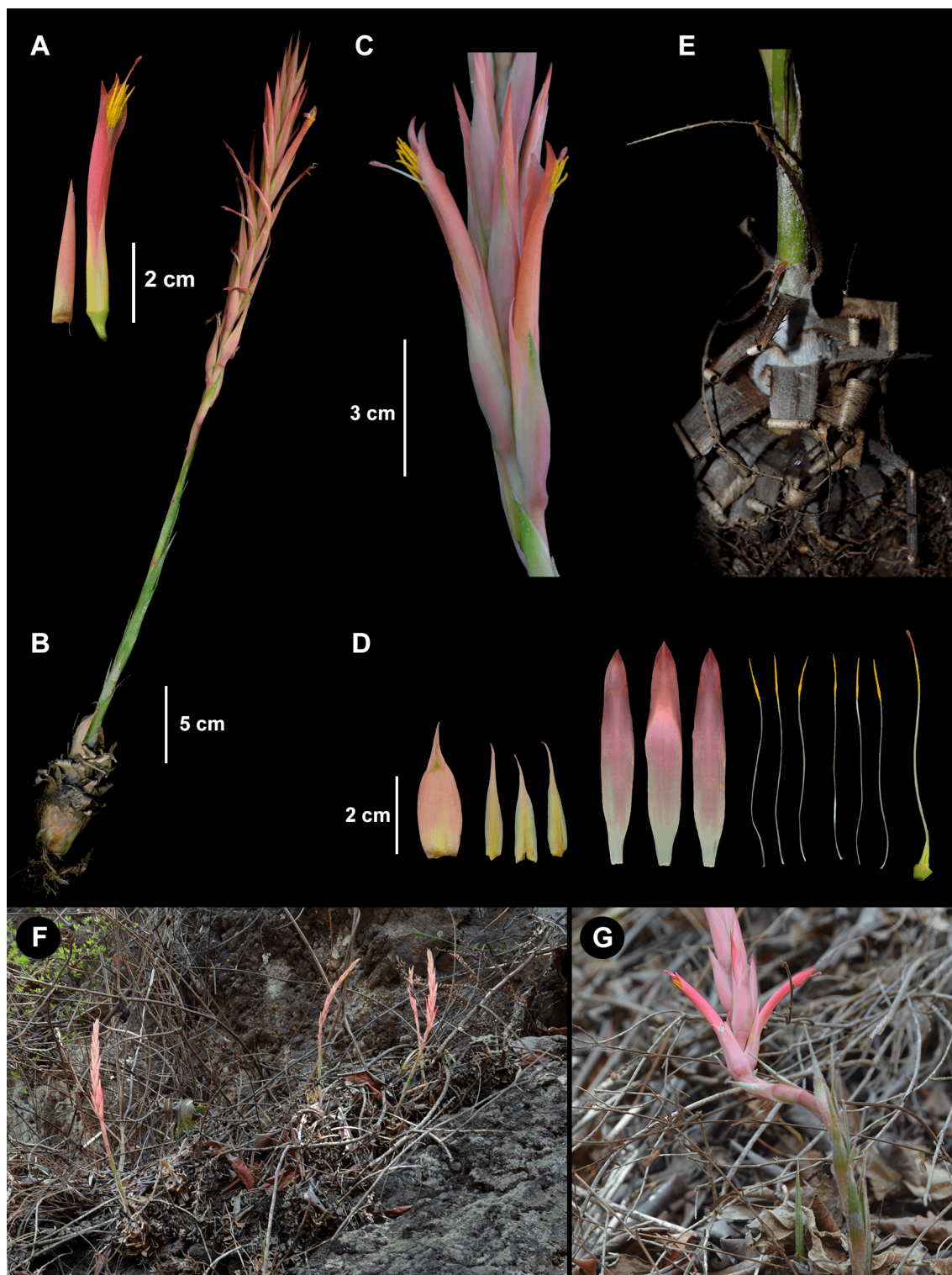


FIGURA 65. *Pitcairnia vallisoleтана* Lex., A,C) detalle de las flores, vista lateral, B) planta con flores, D) flor disecada, E) base de las hojas, F) hábitat y G) acercamiento de las flores, E. González *et al.* 388 (UAMIZ!). Fotos A. Espejo (C) y E. González-Rocha.

ESPECIES NUEVAS PROPUESTAS

La extensa revisión de herbario, así como los resultados de los análisis multivariados y filogenéticos, nos permitieron esclarecer y delimitar las especies nuevas que habían sido previamente identificadas con otros nombres tales como: *Pitcairnia palmeri*, *P. karwinskyana* y *P. roseana* (Smith y Downs, 1974; González-Rocha et al., 2016; González-Rocha et al., 2018).

Los resultados de los análisis multivariados y moleculares, así como la revisión de los ejemplares vivos y completos nos confirman que en realidad se trata de especies distintas a las que se había asignado previamente el material depositado en las diversas colecciones institucionales. La recolección de ejemplares vivos nos permitió asegurarnos de tomar en cuenta caracteres que con el prensado se pierden, tales como la disposición secundaria o no de las flores y su posición con respecto al raquis de la inflorescencia, el indumento de las estructuras vegetativas y florales que muchas veces se pierde con la edad y/o con el uso de los ejemplares herborizados y la información precisa del hábitat y de la distribución de las mismas . Se proponen las siguientes especies como nuevas que están en proceso de descripción formal:

Pitcairnia spec. 1 (FIGURA 66). Tipo:—MÉXICO. Morelos, municipio de Tepoztlán, sendero a la zona arqueológica del Tepozteco, 1890 m, 18°59'50.5" N, 99°05'58.4" W, 16 abril 2016 (fl), E. González-Rocha y F. Bonilla 383 (UAMIZ).

El epíteto específico alude a la localidad de donde crece esta especie, en las paredes rocosas de la Sierra de Tepoztlán, Morelos.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 21–48 cm de alto; bulbosas, bulbos de 4–9 cm de alto, de 3–7 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 2–3 cm de largo y de 4–5 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** oblongas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 2.5–4 cm de largo, 1.8–3 cm de ancho, enteras; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 20–40 cm de largo, de 6–10 mm de ancho, enteras, conspicuamente nervadas, glabras en ambas caras, esparcidamente blanco-lepidotas en el margen, ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción basal remanente es densamente blanco-lepidota adaxialmente, esparcidamente lepidota abaxialmente, con el margen espinoso, espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, lanceoladas a estrechamente triangulares, pardas claras, 2–6 cm de largo, de 1–1.5 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, esparcidamente lepidotas adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 1–8 cm de largo, de ca. 1 mm de ancho, densamente blanco-lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, curvada; **PEDÚNCULO** rojo, de 13–34 cm de largo, de 2–3 mm de diámetro, esparcida a densamente blanco-lepidoto en los entrenudos, cubierto en su parte basal, por las brácteas del pedúnculo visible; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** largamente triangulares, arrosietadas, verdes, de 4–11 cm de largo, de 8–12 mm de ancho, enteras, el ápice largo-acuminado, glabras adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotas abaxialmente a glabrescentes, más largas que los entrenudos, pero más cortas que el tamaño del pedúnculo y cubriéndolo en su porción basal, persistentes, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** ovado-lanceoladas verdes, de 1.6–2.5 cm de largo, de 4–6 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotas abaxialmente, ligeramente más largas que los entrenudos, a veces son más cortas; **RACIMO** de 7–17 cm de largo, con 9–24 flores laxamente dispuestas a lo largo del raquis y secundas, entrenudos de hasta 2.3 cm de largo; **RAQUIS** esparcidamente blanco-lepidoto, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** rosadas hacia el ápice, verdes hacia la base, las basales ovadas, de 1.3–2.6 cm de largo, de 4–11 mm de ancho, generalmente más cortas que los

pedicelos, algunas veces ligeramente más largas; las apicales ovadas, de 0.7–1.6 cm de largo, de 2–6 mm de ancho, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotas abaxialmente; **FLORES** secundas y nutantes en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, escuarrosos y secundos, de 4–23 mm de largo, esparcidamente blanco-lepidotos; **SÉPALOS** lanceolados, rosados, de 2–2.7 cm de largo, de 3–7 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotos a glabrecentes abaxialmente, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** estrechamente oblongos, rojos a anaranjados, de 5.3–6.1 cm de largo, de 8–12 mm de ancho, agudos, cortamente unguiculados, la uña de 5–7 mm de largo; **ESTAMBRES** de 5.2–6 cm de largo, más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 4.3–5 cm de largo; **ANTERAS** de 8–10 mm de largo; **OVARIO** de 6–9 mm de largo, de 3–4 mm de diámetro; **ESTILO** de 4.9–5.9 cm de largo. **CÁPSULAS** y **SEMILLAS** no vistas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce del estado de Morelos y del estado de México (FIGURA 67), en donde crece sobre paredes rocosas en bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, relictos de bosque mesófilo de montaña o en bosque tropical caducifolio, en elevaciones entre 1 700 y 2 500 m.

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de marzo a junio.

EJEMPLARES EXAMINADOS. ESTADO DE MÉXICO. MUNICIPIO OCUILAN. Terracería Ocuilan-Cuernavaca km 10-18, *J. Castañeda R. 1262* (MEXU). **MORELOS.** MUNICIPIO TEPOZTLÁN. Cima de los cerros al E de San Juan Tlacotenco, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja y A. Mendoza R. 6089* (UAMIZ); en el camino de subida a la pirámide del Tepozteco, *A. Espejo y J. Espejo T. 6945* (UAMIZ); sierra de Tepoztlán, near Cuernavaca, *C. G. Pringle 9181* (GH, US); Ledges of Sierra de Tepoztlán, *C. G. Pringle 9182* (K); sendero a la zona arqueológica del Tepozteco, *E. González-Rocha y F. Bonilla 113* (UAMIZ), *E. González-Rocha y F. Bonilla 114* (UAMIZ), *E. González-Rocha y F. Bonilla 383* (UAMIZ), *E. González-Rocha y M.G. Hernández 234* (UAMIZ); cerca del parque (Sierra de Tepoztlán), *F. Miranda 177* (MEXU, UAMIZ); Tepoztlán, *M. Martínez 150* (MO); Near Tepoztlán, *O. Nagel 8039* (GH); Mts. above Tepoztlán, near "El Parque", in Tepoztlán, *O. Nagel 8092* (GH); Tepoztlán, *sin Colector s. n.* (FCME). MUNICIPIO TLAYACAPAN. Subida al cerro Las Mariposas, partiendo de San José de los Laureles, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, R. Cerros, A. Flores Morales y R. A. Hernández 7400* (UAMIZ); cerro de las Mariposas, San José de los Laureles, *R. Cerros T. 275* (UAMIZ); Barranca Tepecapa, *R. Hernández-Cárdenas, Cerros-Tlatilpa R. y Flores-Morales A. 329*

(IEB, UAMIZ); cerro El Sombrerito, al W del poblado, V. A. Pulido E., J. Santana C. y E. Mora G. 50 (UAMIZ); barrancas al N de San José de los Laureles, V. Sánchez C., A. Espejo, M. Flores C., G. Barroso Ch. y E. Bobadilla 23 (CHAPA, IEB, MEXU, UAMIZ).

COMENTARIOS. El material de este taxon había sido previamente identificado, en material herborizado, con el nombre de *P. palmeri* var. *palmeri*, por presentar las flores secundas y largamente pediceladas y las brácteas florales más cortas que los pedicelos. Sin embargo, al comparar los especímenes con el material tipo de dicho nombre, se observó que diferían en el número de flores por inflorescencia así como en el tamaño del pedúnculo, de las flores y de la inflorescencia. Asimismo, al observar las plantas en campo, pudimos notar que en las plantas vivas de *P. palmeri*, las flores siempre son secundas, pero ascendentes a erectas, mientras que las de esta especie, éstas son secundas y nutantes, por lo que consideramos que este grupo de ejemplares pertenece a una especie no descrita, claramente distinta de *P. palmeri* var. *palmeri*. Esta propuesta es respaldada por los resultados obtenidos en nuestros análisis multivariados, donde los ejemplares del estado de Morelos se encuentran separados de los ejemplares cercanos a la localidad tipo de *P. palmeri* (en Jalisco).

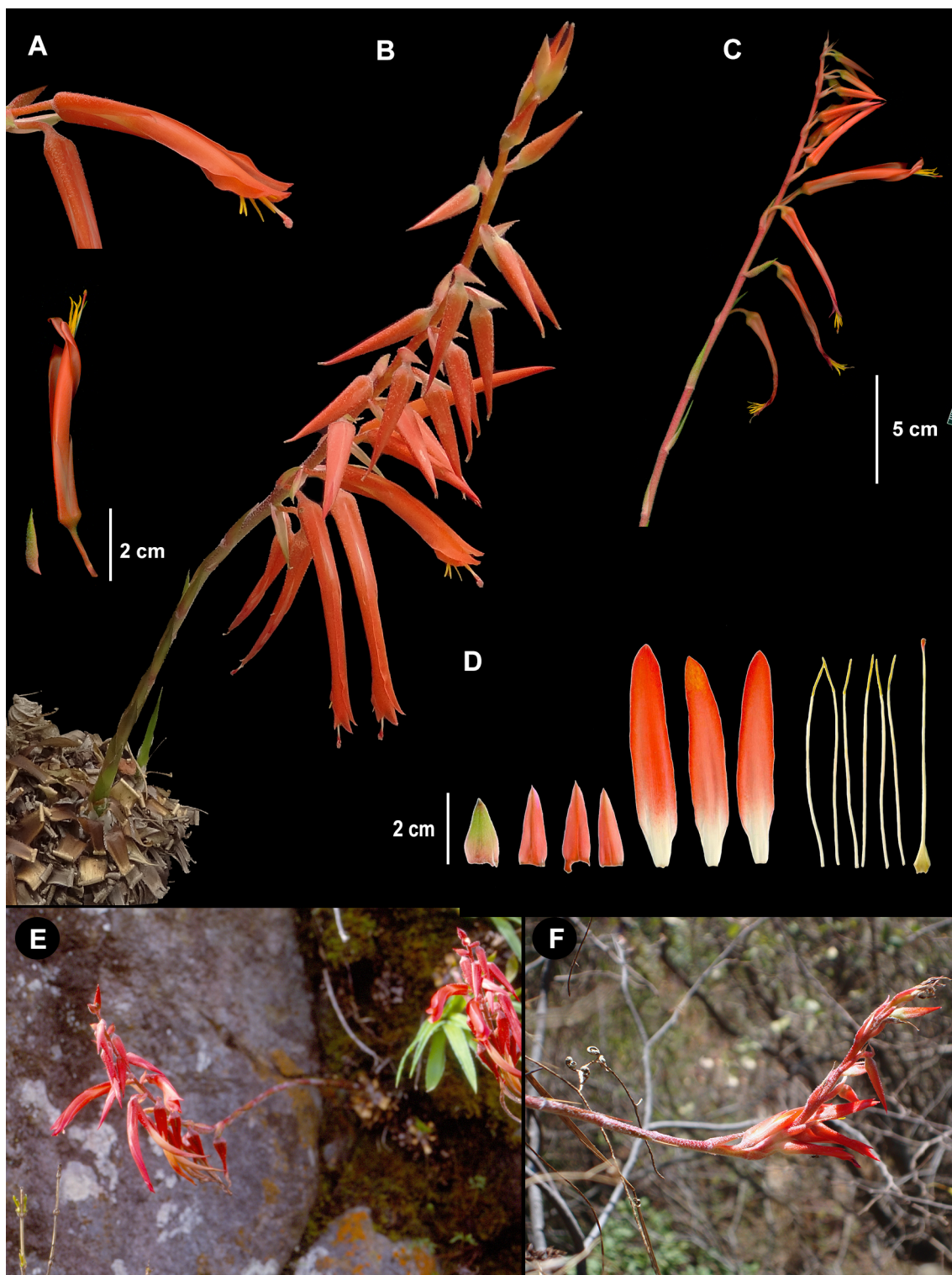


FIGURA 66. *Pitcairnia spec. 1*, A) detalle de las flores, vista lateral, B) planta con flores (A. Espejo 7400, UAMIZ!), C) inflorescencia (E. González et al. 234, UAMIZ!), D) flor disecada (E. González 91, UAMIZ!), E, F) hábitat (A. Espejo 6089, UAMIZ!, E. González-Rocha 113, UAMIZ!). Fotos A. Espejo (A, B, E) y E. González-Rocha (C, D, F).

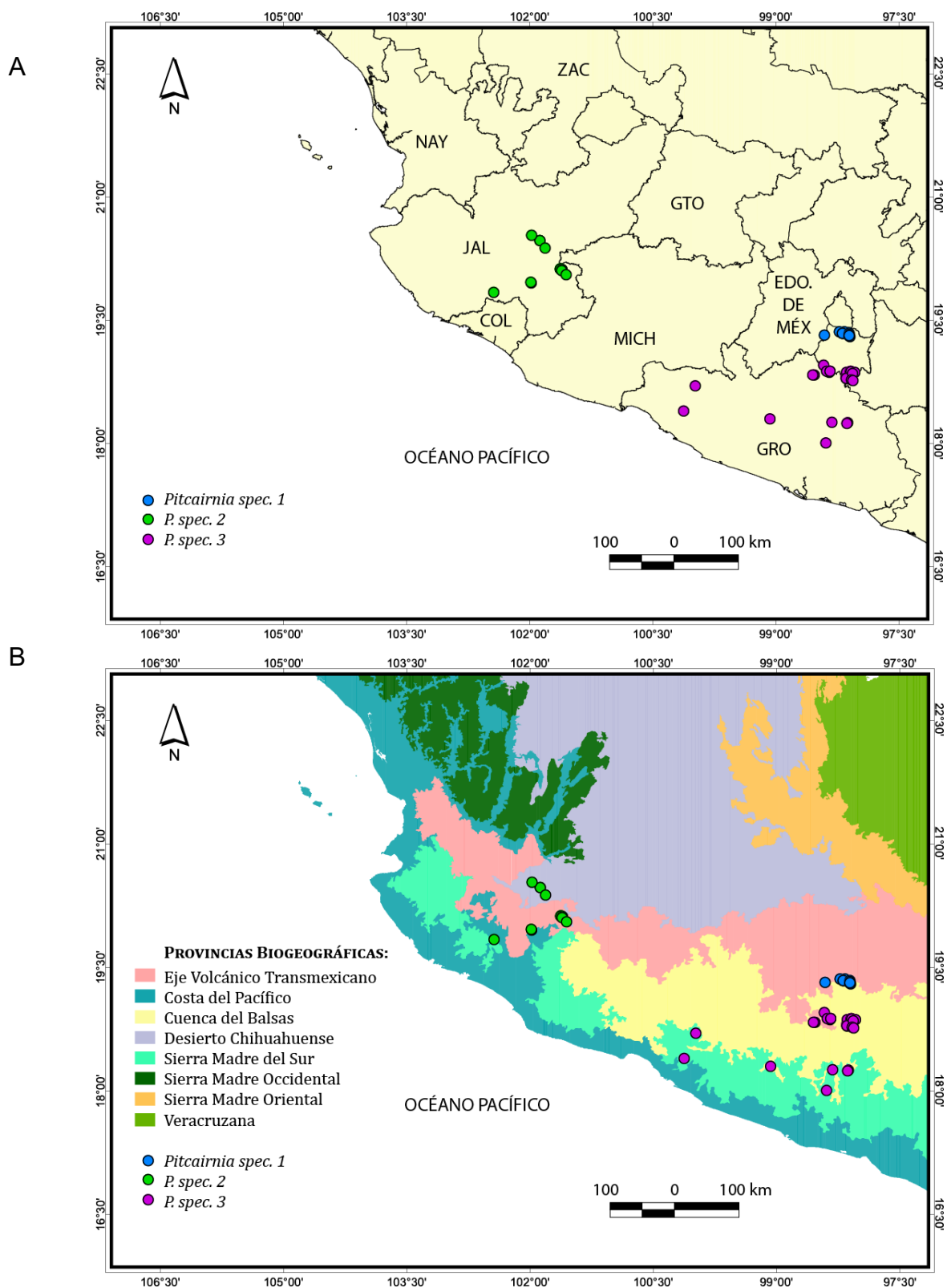


FIGURA 67. A) Distribución conocida y B) por provincia biogeográfica de *Pitcairnia spec. 1*, *P. spec. 2*, y *P. spec. 3*

Pitcairnia spec. 2 (FIGURA 68). Tipo:—MÉXICO. Jalisco, municipio de Mazamitla, Cascada Los Cazos, a 3.5 km aprox al SW de Mazamitla, sierra del Tigre, bosque de *Quercus* alterado, 2100 m, 19°53'35.9"N, 103°02'29.8" W, 14 junio 2017 (fl), *E. González-Rocha y P. Carrillo-Reyes* 403 (UAMIZ).

El epíteto específico hace honor a la Maestra Luz María Villarreal de Puga (1913-2013), profesora y botánica con una labor extraordinaria a la labor educativa, impulsó los estudios florísticos y de vegetación en Jalisco.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 23–54 cm de alto; bulbosas, bulbos de 3–5.5 cm de alto, de 2–4 cm de diámetro; estolones no vistos. **HOJAS** con las **VAINAS** ampliamente ovadas a ovadas, pardas abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 2–4.3 cm de largo, 1.3–3 cm de ancho, enteras; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 21–40 cm de largo, de 6–10 mm de ancho, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, ausentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción remanente es densamente blanco-lepidota adaxialmente, esparcidamente lepidota abaxialmente, con el margen espinoso, espinas de ca. 1 mm de largo, antrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, lanceoladas a estrechamente oblondas, pardas claras, 5–9 cm de largo, de 1–1.5 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, esparcidamente lepidotas adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 1.5–4.5 cm de largo, de ca. 1 mm de ancho, lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1 mm de largo, retrorsas, persistentes. **INFLORESCENCIA** racemosa, curvada; **PEDÚNCULO** rojo, de 16–25 cm de largo, de 1.5–4 mm de diámetro, densamente blanco-lepidoto, cubierto por las brácteas del pedúnculo en su parte basal, visible hacia la porción apical; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** lineares, arrosetadas, verdes, de 12–29 cm de largo, de 8–11 mm de ancho, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que los entrenudos, casi tan largas como el pedúnculo y cubriéndolo en su porción basal, persistentes, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas, verdes, de 2–4.2 cm de largo, de 6–8 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que los entrenudos cubriendo totalmente al pedúnculo; **RACIMO** de 7–22 cm de largo, con 10–27 flores laxa y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 1.8 cm de largo; **RAQUIS** densa a esparcidamente blanco-lepidoto, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** verde con tonalidades rosadas hacia la base, lanceoladas a ovadas, de 1.5–3.5 cm de largo, de 6–

10 mm de ancho, más largas que los pedicelos, nunca sobrepasando a los sépalos; las basales de más de 2 cm de largo, las apicales ovadas, de 1–1.7 cm de largo, de 3–6 mm de ancho, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente; **FLORES** erectas a divaricadas en la antesis, pediceladas; **PEDICELOS** lineares, erectos, escuarroso-divaricados, de 3–23 mm de largo, blanco-lepidotos; **SÉPALOS** estrechamente triangulares, rojos, de 2–2.7 cm de largo, de 5–7 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, esparcidamente blanco-lepidotos abaxialmente, especialmente en la carina, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** estrechamente oblongos, rojos, blancos en su porción basal, de 5.4–6.2 cm de largo, de 6–8 mm de ancho, obtusos, cortamente unguiculados, la uña de 4–6 mm de largo; **ESTAMBRES** de 4.8–5.9 cm de largo, más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 4–5 cm de largo; **ANTERAS** de 7–9 mm de largo; **OVARIO** de 7–8 mm de largo, de 3–4 mm de diámetro; **ESTILO** de 4.5–5.6 cm de largo. **CÁPSULAS** y **SEMILLAS** no vistas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Esta especie se conoce hasta ahora únicamente del estado de Jalisco (FIGURA 67), en donde crece sobre paredes rocosas cerca de arroyos en bosques de coníferas y en bosques de *Quercus* con elementos de bosque tropical caducifolio, en elevaciones entre 1 200 y 2 200 m.

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de mayo a junio y en fruto de junio a septiembre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. JALISCO. MUNICIPIO CHAPALA, sin localidad, *E. W. D. Holway* No. A (GH). MUNICIPIO JOCOTEPEC. San Juan Cosalá, Serranía Tecuán, *L. M. Villarreal de Puga* 440 (ENCB); Sierra del Tecuán, San Juan Cosalá, *L. M. Villarreal de Puga* 3203 (IBUG). MUNICIPIO MAZAMITLA. Cascada Los Cazos, a 3.5 km aprox al SW de Mazamitla, sierra del Tigre, *E. González-Rocha y P. Carrillo-Reyes* 403 (UAMIZ); Jardín Encantado, ca de 2.5 km al SW de Mazamitla, *E. González-Rocha y P. Carrillo-Reyes* 404 (UAMIZ); a 4 km al sur de Mazamitla, *R. Hernández M.* 406 (MEXU); sierra del Tigre, 3 miles south of Mazamitla, *R. McVaugh* 13091 (MEXU, MICH, TEX, US). MUNICIPIO QUITUPAN. Cerro de Quitupan, *J. F. Barragán C.* 47 (IBUG); 22 km al E de La Puerta del Zapatero, brecha al Montoso, *J. Villa C. y I. Tejeda P.* 766 (IEB, IBUG, MICH). MUNICIPIO TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA. Cerro Viejo, frente a San Miguel Cuyutlán, *J. A. Machuca N.* 5855 (XAL). MUNICIPIO TOLIMÁN. Rancho San Pedro Toxin, *A. Rodríguez C., Ramírez S. y H. Arreola* 2051 (IBUG). MUNICIPIO ZAPOTLÁN EL GRANDE. Barrancas near Zapotlán, *C. G. Pringle* 5372 (MEXU).

COMENTARIOS. Los ejemplares de este taxón habían sido identificados previamente como *P. karwinskyana*, *P. pteropoda* y/o *P. jaliscana*. Sin embargo, en realidad corresponden a una especie no descrita, la cual se distingue por el denso y blanco indumento que presentan las plantas en casi todas las estructuras vegetativas y florales, carácter no presente en ninguna de las especies antes mencionadas.

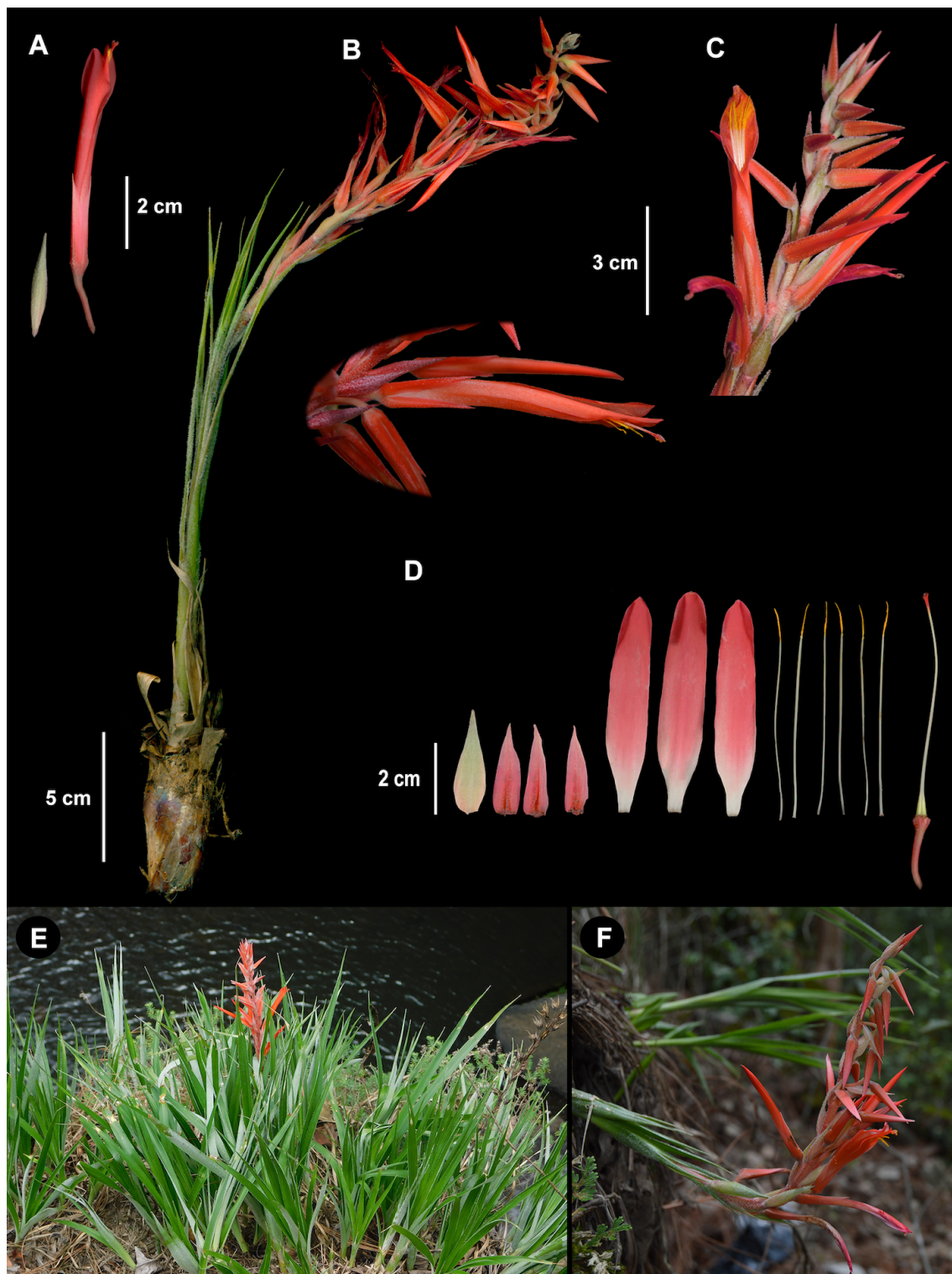


FIGURA 68. *Pitcairnia spec. 2*, A) vista lateral de la bráctea floral y una flor, B) planta con flores, C) acercamiento de las flores, D) flor disecada, E) hábitat e F) inflorescencia, E. González-Rocha y P. Carrillo-Reyes 403, 404 (UAMIZ!). Fotos: E. González y P. Carrillo.

Pitcairnia spec. 3 (FIGURA 69) Tipo:—MÉXICO. Morelos, municipio de Puente de Ixtla, 3.7 km sobre la brecha Tilzapotla-El Salto, a partir de la carretera Tilzapotla-Coaxitlán, 1600 m, 18°28' N, 99°16'37" W, 10 noviembre 2012 (fl), *E. González-Rocha, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 191* (UAMIZ).

El epíteto específico hace honor a la Dra. Alejandra Serrato Díaz (1972–2021), profesora de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, que apoyó siempre a sus estudiantes y que contribuyó notablemente en la realización de este proyecto.

PLANTAS saxícolas, formando colonias, en flor de 22–55 cm de alto; bulbosas, bulbos de 2.6–4.8 cm de alto, de 2.5–4.8 cm de diámetro; estolones presentes, teretes, de 1 cm de largo y de 5 mm de diámetro. **HOJAS** con las **VAINAS** ampliamente depreso-ovadas, pardas oscuras abaxialmente, pardas claras adaxialmente, de 1.4–4.5 cm de largo, 1.3–3.5 cm de ancho, enteras con espinas en el margen hacia su parte apical; **HOJAS** fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, verdes, foliáceas, de 37–86 cm de largo, de 6–11 mm en su parte más ancha, enteras, conspicuamente nervadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, presentes durante la época de floración, deciduas por una línea de abscisión por debajo de la cual, la porción remanente es densamente blanco-lepidota adaxialmente en ambas superficies, con el margen espinoso, espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas; otras con las **LÁMINAS** reducidas a vainas, lanceoladas a estrechamente triangulares, pardas claras, de 6–9 cm de largo, de 0.8–2 cm de ancho, enteras, acuminadas, conspicuamente nervadas, papiráceas, esparcidamente lepidotas adaxialmente, blanco-lepidotas abaxialmente, persistentes; **HOJAS** no fotosintéticas con las **LÁMINAS** lineares, pardas, de 1.5–5 cm de largo, de ca. 1.5 mm de ancho, blanco-lepidotas en ambas caras, con el margen espinoso, las espinas de ca. 1.5 mm de largo, retrorsas, persistentes, el ápice a veces presenta una lámina filiforme, verde, de 5–20(–35) cm de largo, de hasta 1 mm de ancho, decidua. **INFLORESCENCIA** espigada, erecta; **PEDÚNCULO** verde, de 11–31 cm de largo, de 2.5–5.5 mm de diámetro, densamente blanco-lepidoto, cubierto en su parte basal por las brácteas del pedúnculo; **BRÁCTEAS BASALES DEL PEDÚNCULO** ovado-lanceoladas, arrosetadas, verdes, de 6–8.5 cm de largo, de 9–16 mm de ancho, enteras, el ápice acuminado, a veces prolongándose en una lámina aciculada con el margen espinoso, de 1–2 cm de largo, de 1 mm de ancho, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente, más largas que los entrenudos, pero mucho más cortas que el pedúnculo y cubriéndolo en su porción basal, generalmente persistentes, disminuyendo su tamaño hacia la porción distal del mismo; **BRÁCTEAS DISTALES DEL PEDÚNCULO** lanceoladas verdes con tonalidades pardas hacia la base, de 2.5–4 cm de largo, de 6–12 mm de ancho, enteras, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas

abaxialmente, más largas que los entrenudos; **RACIMO** de 16–27 cm de largo, con 19–34 flores más o menos apretadas y polísticamente dispuestas a lo largo del raquis, entrenudos de hasta 1.9 cm de largo; **RAQUIS** densamente blanco-lepidoto, visible; **BRÁCTEAS FLORALES** rojas, las basales ovado-triangulares, de 2.2–3.5 cm de largo, de 8–15 mm de ancho, generalmente más cortas que los sépalos, algunas iguales o ligeramente más largas que los sépalos; las apicales ovadas, de 1.2–2.5 cm de largo, de 5–9 mm de ancho, enteras, acuminadas, glabras adaxialmente, densamente blanco-lepidotas abaxialmente; **FLORES** ascendentes a adpresas en la antesis, sésiles; **SÉPALOS** lanceolados, rosados hacia el ápice, verdes hacia la base, de 1.9–2.7 cm de largo, de 4–5 mm de ancho, acuminados, glabros adaxialmente, densamente blanco-lepidotos abaxialmente, los dos adaxiales carinados; **PÉTALOS** oblanceolados, rojos, de 4.6–6 cm de largo, de 7–10 mm de ancho, agudos, a veces emarginados, cortamente unguiculados, la uña de 5–7 mm de largo; **ESTAMBRES** de 4.8–5.6 cm de largo, iguales o más cortos que los pétalos; **FILAMENTOS** filiformes, blancos, de 4–4.7 cm de largo; **ANTERAS** de 8–10 mm de largo; **OVARIO** de 6–7 mm de largo, de 2–4 mm de diámetro; **ESTILO** de 5–5.3 cm de largo. **CÁPSULAS** y **SEMILLAS** no vistas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN. Especie conocida de los estados de Guerrero, Morelos y Puebla (FIGURA 67), en donde crece sobre paredes rocosas y laderas húmedas en bosque de *Quercus* y bosque tropical caducifolio, en elevaciones entre 900 y 2 000 m.

FENOLOGÍA. Se ha recolectado en flor en los meses de septiembre a diciembre y en fruto en diciembre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. GUERRERO. MUNICIPIO BUENAVISTA DE CUÉLLAR. Al S de El Salto, del lado del estado de Guerrero, 14 km al SW de Tilzapotla, *S. Morales S. 71* (FCME). MUNICIPIO IGUALA Y BUENAVISTA. Cañón de la Mano, entre los Amates y El Naranjo, 10 km al N de Iguala por el ferrocarril, *C. Catalán H. 249* (CHAPA), *C. Catalán H. 295* (CHAPA); *C. Catalán H. 318* (CHAPA), *C. Catalán H., F. Terán y S. Vázquez 371* (CHAPA), *C. Catalán H. 482* (CHAPA). MUNICIPIO LA UNIÓN. Distrito Montes de Oca, Vallecitos, *G. B. Hinton 11345* (GH, K, US). MUNICIPIO ZIRÁNDARO. El Plátano, 12 km al SE de Guayameo, *J. C. Soto N. y G. Silva R. 4421* (ENCB, MEXU, MO). **MORELOS.** MUNICIPIO AMACUZAC. 1.62 km al SE del puente de la presa Rancho Nuevo, en la cañada al W del camino al Zoquitlan, *R. Ramírez, M. Bello, A. Sánchez y M. Méndez 4548* (MEXU). MUNICIPIO PUENTE DE IXTLA. 3.7 km sobre la brecha Tilzapotla-El Salto, a partir de la carretera Tilzapotla-Coaxitlán, *E. González-Rocha, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 191* (UAMIZ); 0.85 km al NE del poblado de El Zapote, camino a

Cerro Frío, *E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari e I. N. Gómez E.* 263 (UAMIZ). MUNICIPIO TEPALCINGO. Cerro La Piedra, *B. Guerrero C.* 1415 (XAL). MUNICIPIO TLAQUILTENANGO. 0.5 km al SW de Ajuchitlán, *A. Valdés* 237 (UAMIZ); 1 km sobre el camino a Ajuchitlán a partir del camino a Huautla, *A. R. López-Ferrari, A. Espejo, R. Jiménez M. y L. Sánchez S.* 2404 (UAMIZ); 1.3 km al S de Huaxtla, *J. C. Juárez-Delgado, R. Cerros, A. Valdez, A. Ramírez, O. Dorado* 93 (FCME, HUMO); 1.4 km sobre la brecha a Ajuchitlán, a partir del camino San José de Pala – Huautla, *E. González-Rocha, L. J. Hernández B., R. Cerros, A. Espejo y A. R. López-Ferrari* 299 (UAMIZ); 1.5 km antes de Huaxtla, SE de Huaxtla, *A. Valdez T., R. Cerros* 237 (HUMO); 3 km al NW de Huautla, *R. Cerros T.* 545 (UAMIZ); 5.2 km al SW de Santiopan sobre la carretera a Huautla, *R. Ramírez, G. Flores, B. Rojas, A. Rodríguez y A. Sánchez* 4738 (MEXU); a 1.25 km al SW de Huaxtla, *R. Cerros T.* 487 (HUMO, UAMIZ); Ajuchitlán, 1 km al NW de la cañada de Ajuchitlán, *R. Cerros T., A. Valdez, R. Ramírez y E. Leyva* 563 (FCME, HUMO, UAMIZ); Ajuchitlán, 1 km al S de Huautla, *CR* 57 (UAMIZ); Ajuchitlán, cascada El Salto, *R. Cerros T., A. Ramírez, G. Ramírez y A. Valdez* 772 (HUMO); Xantiopa, 1.5 al N de Xantiopa, *BMA* 1242 (UAMIZ). **PUEBLA.** MUNICIPIO JOLALPAN. Cañada del Diablo, aproximadamente 2 km al NW del poblado El Salado, *G. Flores F.* 6117 (FCME, HUMO); cañada Los Limones, a 400 m del poblado El Salado, *J. M. Vidaña R.* 114 (CHAP).

COMENTARIOS. Este taxón había sido identificado por varios autores como *P. roseana* (Espejo-Serna y López-Ferrari, 2010; González-Rocha, 2014; González-Rocha *et al*, 2016). Sin embargo al analizar los ejemplares, pudimos reconocer las brácteas del pedúnculo de *P. roseana* son tan largas que incluso igualan o sobrepasan el tamaño del pedúnculo y son plantas del norte del país (Durango). Mientras que las brácteas del pedúnculo en *P. spec. 3* son mucho más cortas que el pedúnculo y son plantas del centro-sur del país (Guerrero, Morelos y Puebla).

En realidad *P. spec. 3* comparte muchas más características vegetativas y florales con *P. micheliana*. Ambas tienen inflorescencias espigadas, son angostamente cilíndricas y tienen las flores sésiles, además florecen cuando las hojas fotosintéticas están presentes y su fenología es similar. Sin embargo, ambas difieren por el tamaño de sus inflorescencias, por el indumento de sus hojas, de las brácteas florales y las del pedúnculo; así como su distribución.

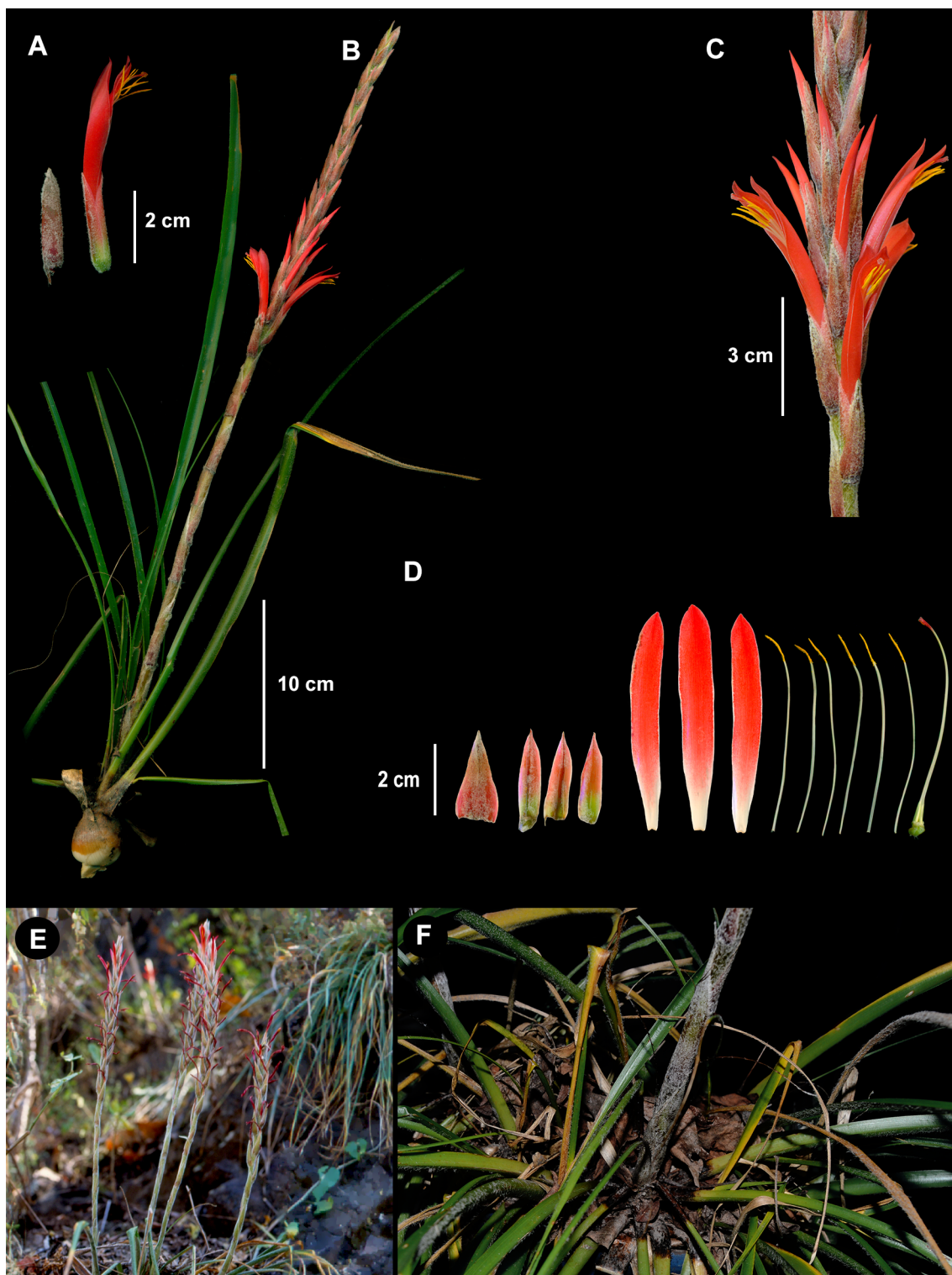


FIGURA 69. *Pitcairnia spec. 3*, A,C) vista lateral de la bráctea floral y una flor, B) planta con flores, C) acercamiento de una flor, D) flor disecada, E) hábitat y F) base de las hojas, E. González et al. 249 bis (UAMIZ). Fotos A. Espejo (E) y E. González-Rocha (A-D, F).

12. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Rodríguez, P.A., MacSwinney G., M.C., Krömer, T., García-Franco, J.G., Knauer A. & Kessler, M. (2014) First record of bat-pollination in the species-rich genus *Tillandsia* (Bromeliaceae). *Annals of Botany* 113: 1047–1055.
- Aguilar-Rodríguez, P.A., Díaz Jiménez, P., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A.R., Hentrich, H., Dötterl, S., Yovel, Y. & MacSwinney G., M.C. (2020) A new *Werauhia* (Tillandsioideae, Bromeliaceae) from Mexico with observations about its reproductive biology. *Phytotaxa* 446(2): 128–134.
- Aguirre-Santoro, J., Betancur, J., Brown, G.K., Evans, T.M., Salgueiro, F., Alves-Ferreira, M. & Wendt, T. (2015) Is *Ronnbergia* (Bromeliaceae, Bromelioideae) a geographically disjunct genus? Evidence from morphology and chloroplast DNA sequence data. *Phytotaxa* 219(3): 261–275.
- Almeida, V. R., da Costa, A.F., Mantovaní, A., Gonçalves-Esteves, V., de Oliveira A., R.C. & Campostrini F., R. (2009) Morphological Phylogenetics of *Quesnelia* (Bromeliaceae, Bromelioideae). *Systematic Botany* 34(4): 660–672.
- Ancona, J.J., Pinzón-Esquivel, J.P., Ruiz-Sánchez, E., Palma-Silva, C., Ortiz-Díaz, J.J., Tun-Garrido, J., Carnevali, G. & Raigoza, N.E. (2022) Multilocus data analysis reveal the diversity of cryptic species in the *Tillandsia ionantha* (Bromeliaceae: Tillandsioideae) complex. *Plants* 11, 1706: 1–17.
- Baldwin, B.G. (1992) Phylogenetic utility of the Internal Transcribed Spacers of nuclear ribosomal DNA in plants: an example from the Compositae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 1: 3–16.
- André, E.F. (1901) *Revue Horticole* 73: 576–577, t. s.n.
- Arellano M., J.J. (2002) Las Bromeliaceae del estado de Oaxaca: Riqueza florística y potencial ornamental. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Centro Universitario del Sureste. San José Puyacatengo, Tabasco. 135 pp.
- Barfuss, M., Samuel, M.R. & Till, W. (2004) Molecular Phylogeny in Subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) Based on Six cpDNA Markers: An Update. *Journal Bromeliad Society* 54(1): 9–17.
- Barfuss, M.H.J., Samuel, R., Till, W. & Stuessy, T. F. (2005) Phylogenetic relationships in subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) based on DNA sequence data from seven plastid regions. *American Journal of Botany* 92(2): 337–351.
- Barfuss, M. H. J. (2012) Molecular studies in Bromeliaceae: Implications of plastid and nuclear DNA markers for phylogeny, biogeography, and character evolution with emphasis on a new classification of Tillandsioideae. Ph.D. dissertation, University of Vienna, Vienna, 244 p.
- Basu, D., Dehesh, K., Schneider-Poetsch, H.J., Harrington, S.E., McCouch S.R. & Quail, P.H. (2000) Rice PHYC gene: structure, expression, map position and evolution. *Plant Molecular Biology* 44: 27–42.
- Benzing, D. H. (2000) Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press, Cambridge. 346 p.
- Benzing, D.H., Henderson, K., Kessel, B. & Sulak, J. (1976) The absorptive capacities of bromeliad trichomes. *American Journal of Botany* 63(7): 1009–1014.
- Beutelspacher, C.R. & García-Martínez, R. (2019) *Pitcairnia espejoi* (Bromeliaceae: Pitcairnioideae), una nueva especie de la Sierra Madre de Chiapas, México. *Lacandonia* 13(1 y 2): 47–52.
- Bremer, B., Bremer, K., Heidari, N., Erixon, P., Olmstead, R.G., Anderberg, A. A., Källersjö, M. & Barkhordarian, E. (2002) Phylogenetics of asterids based on 3 coding and 3 non-coding chloroplast DNA markers and the utility of non-coding DNA at higher taxonomic levels. *Molecular Phylogenetic Evolution* 24(2): 274–301.

- Brown, G.K. & Gilmartin, A. J. (1984) Stigma structure and variation in Bromeliaceae - neglected taxonomic characters. *Brittonia* 36(4): 364–374.
- Brown, G.K. & Gilmartin, A.J. (1989) Stigma types in Bromeliaceae - A systematic survey. *Systematic Botany* 14(1): 110–132.
- Brown, G.K. & Terry, R.G. (1992) Petal appendages in Bromeliaceae. *American Journal of Botany* 79(9): 1051–1071.
- Ceja-Romero, J., Espejo, A., López-Ferrari, A.R., García Cruz, J., Mendoza-Ruiz, A. & Pérez-García, B. (2008) Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias* 91: 34–41.
- Ceja-Romero, J., Mendoza-Ruiz, A., López-Ferrari, A.R., Espejo-Serna, A., Pérez-García, B. & García-Cruz, J. (2010) Las epífitas vasculares del estado de Hidalgo, México: diversidad y distribución. *Acta Botanica Mexicana* 93: 1–39.
- Chew, T., De Luna, E. & González, D. (2010) Phylogenetic Relationships of the Pseudobulbous *Tillandsia* species (Bromeliaceae) Inferred from Cladistic Analyses of ITS2, 5.8S Ribosomal RNA Gene, and ETS Sequences. *Systematic Botany* 35(1): 86–95.
- Crayn, D.M., Terry, R.G., Smith, J.A. & Winter, K. (2000) Molecular systematic investigation in Pitcairnioideae (Bromeliaceae) as a basis for understanding the evolution of crassulacean acid metabolism (CAM). En K. L. Wilson and D. A. Morrison [eds.], *Monocots: Systematics and Evolution*,. CSIRO, Melbourne. 569–579 p.
- Crayn, D. M., Winter, K. & Smith, J. A. C. (2004) Multiple origins of crassulacean acid metabolism and the epiphytic habit in Neotropical family Bromeliaceae. *Plant Biology* 101(10): 3703–3708.
- Darriba D., Taboada, G. L., Doallo, R. & Posada, D. (2012) jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9(8): 772.
- de Faria, A.P.G., Wendt, T. & Brown, G.K. (2004) Cladistic relationships of *Aechmea* (Bromeliaceae, Bromelioideae) and allied genera. *Annals of Missouri Botanical Garden* 91: 303–319.
- de Lexarza, J. J. M. (1824). *Pitcairnia vallisoleтана*. En: de la Llave, P. & Martínez de Lexarza, J.J. *Novorum Vegetabilium Descriptiones*. Fasciculus I. México. 19 p.
- de Sousa, G. M., Maranhao, M. E. & Lapa, M. G. (2005) Anatomia foliar de especies brasileiras de *Aechmea* subg. *Chevaliera* (Gaudic. ex Beer) Baker, Bromelioideae–Bromeliaceae. *Revista Brasileira de Botânica* 28(3): 603–613.
- de Sousa, L.O.F., Wendt, T., Brown, G. K., Tuthill, D. E. & Evans, T. M. (2007) Monophyly and Phylogenetic Relationships in *Lymania* (Bromeliaceae: Bromelioideae) based on morphology and chloroplast DNA sequences. *Systematic Botany* 32(2): 264–270.
- Dong, W., Liu, J., Yu, J., Wang, L. & Zhou, S. (2012) Highly variable chloroplast markers for evaluating plant phylogeny at low taxonomic levels and for DNA barcoding. *PLoS ONE* 7(4): e35071.
- Dong, W., Xu, C., Li, C., Sun, J., Zuo, Y., Shi, S. & Cheng, T. (2015) *ycf1*, the most promising plastid DNA barcode of land plants. *Scientific Reports* 5: 8348.
- Escofier, B. & Pagès, J. (1994) Multiple factor analysis (afmult package). *Computational statistics & data analysis* 18: 121–140.
- Espejo Serna, A., Lopez Ferrari, A. R. & Flores Cruz, M. (1993) Neotipificación de *Pitcairnia vallisoleтана* Lex. (Bromeliaceae). *Acta Botanica Mexicana* 23: 53–58.
- Espejo-Serna, A. (2003) Sistemática del complejo de especies de *Tillandsia plumosa* Baker (Tillandsioideae: Bromeliaceae). Tesis doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana. 154 p.
- Espejo Serna, A. (2012) El endemismo en las Liliopsida Mexicanas. *Acta Botanica Mexicana* 100: 195–257.
- Espejo Serna, A. & López-Ferrari, A.R. (1998) Current floristic and phytogeographic knowledge of Mexican Bromeliaceae. *Revista de Biología Tropical* 46(3): 493–513.

- Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A.R. (2003) Las Monocotiledóneas (Liliopsida) mexicanas con potencial ornamental. *En*: Mejía, J. M. & Espinosa, A. (comps.). Plantas nativas de México con potencial ornamental. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 20–26 pp.
- Espejo Serna, A. & López-Ferrari, A.R. (2004) Notas sobre la familia Bromeliaceae en el Valle de México. *Acta Botanica Mexicana* 67: 49–57.
- Espejo Serna, A. & López-Ferrari, A.R. (2013) Bromeliaceae. *En*: Lot, A., Medina, R. & Chiang F. (editores). Plantas acuáticas mexicanas, una contribución a la Flora de México. Volumen 1. Monocotiledóneas. Universidad Nacional Autónoma de México. 398 p.
- Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A.R. (2015) *Pitcairnia queroana* (Pitcairnioideae, Bromeliaceae), a striking new species from Chiapas state, Mexico. *Phytotaxa* 230(3): 287–292.
- Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. (2018) La familia Bromeliaceae en México. *Botanical Sciences* 96(3): 533–554.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A.R. & Ramírez-Morillo, I. (2005) Bromeliaceae. *Flora de Veracruz* 136. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz. 307 p.
- Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A.R. (2010) *Pitcairnia yocupitziae* (Bromeliaceae; Pitcairnioideae), notable nueva especie de Guerrero, México. *Acta Botánica Mexicana* 93: 103–110.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A.R. & Ramírez-Morillo, I. (2010) Bromeliaceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fasc. 165. 82 p.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A.R., Ramírez-Morillo, I, Holst, B.K., Luther, H.E. y Till, W. (2004) Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. *Selbyana* 25: 33–86.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A.R., Martínez-Correa, N. & Pulido-Esparza, V.A. (2007) Bromeliad Flora of Oaxaca, Mexico: Richness and Distribution. *Acta Botanica Mexicana* 81: 71–147.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A.R., Mendoza-Ruíz, A., García-Cruz, J., Ceja-Romero, J. & Pérez-García, B. (2021) Mexican Vascular Epiphytes: Richness and Distribution. *Phytotaxa* 503(1): 1–124.
- Felsenstein, J. 1985. Phylogenies and the Comparative Method. *The American Naturalist* 125(1): 1–15.
- Ferreira Canela, M. B., Lopez Paz, N. P. & Wendt, T. (2003) Revision of the *Aechmea multiflora* complex (Bromeliaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 143: 189–196.
- Ferreira da Costa, A., Pena Rodrigues, P.J.F. & Lapa Wanderley, M.D.G. (2009) Morphometric analysis and taxonomic revision of the *Vriesea paraibica* complex (Bromeliaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 159: 163–181.
- Flores-Argüelles, A., Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A.R. (2017) *Pitcairnia singularis* (Pitcairnioideae, Bromeliaceae), a new species from Jalisco, Mexico. *Phytotaxa* 291(4): 275–280.
- Flores-Argüelles, A., López-Ferrari, A.R. & Espejo-Serna, A. (2020) *Aechmea novae* (Bromeliaceae, Bromelioideae), a Novelty from the State of Jalisco, Mexico. *Novon* 28: 281–287.
- Flores-Argüelles A., López-Ferrari, A.R., González-Rocha, E. & Espejo-Serna, A. (2022) *Pitcairnia abscondita* (Pitcairnioideae, Bromeliaceae), a hidden novelty from north-western Jalisco, Mexico. *PhytoKeys* 189: 129–139.
- Forzza R.C. (2005) Revisão Taxonômica de *Encholirium* Mart. ex. Schult. & Schult. f. (Pitcairnioideae–Bromeliaceae). *Boletim de Botânica, Departamento de Botânica. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo* 23(1): 1–49.
- Gilmartin, A.J. (1983) Evolution of mesic and xeric habits in *Tillandsia* and *Vriesea* (Bromeliaceae). *Systematic Botany* 8: 233–242.

- Givnish, T. J., Sytsma, K. J. & Smith, J.F. (1990) A re-examination of phylogenetic relationships among bromeliad subfamilies using cpDNA restriction site variation. *American Journal of Botany* 77(6): 133.
- Givnish, T. J., Millam, K.C., Berry, P.E. & Sytsma, K.J. (2007) Phylogeny, adaptive radiation and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from *ndhF* sequence data. *Aliso* 23: 3–26.
- Givnish, T. J., Cacho, I., Sytsma, K.J. & Leebens-Mack, J. (2008) Bromeliad phylogenomics: Relationships among subfamilies based on whole plastid genomes. Monocots IV, Copenhagen: Abstract book p. 24.
- Givnish, T. J., Millam, K.C., Evans, T.M., Hall, J.C., Pires, J.C., Berry, P.E. & Sytsma, K.J. (2004) Ancient vicariance or recent long-distance dispersal? Inferences about phylogeny and South American-African disjunctions in Rapateaceae and Bromeliaceae based on *ndhF* sequence data. *International Journal of Plant Sciences* 165(4): S35–S54.
- Givnish, T.J., Barfuss, M.H.J., Benjamin, V.E., Ricarda, R., Schulte, K., Horres, R., Gonsiska, P.A., Jabaily, R.S., Crayn, D.M., Smith, J.A.C., Winter, K., Brown, G.K., Evans, T.M., Holst, B.K., Luther, H., Till, W., Zizka, G., Berry, P.E. & Sytsma, K.J. (2011) Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: Insights from an eight-locus plastid phylogeny. *American Journal of Botany* 98(5): 872–895.
- Goloboff, P. A. & Catalano, S.A. (2016) TNT version 1.5, including a full implementation of phylogenetic morphometrics. *Cladistics* 32: 221–238.
- González-Rocha, E. (2014) Las Bromeliaceae del estado de Morelo. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. 289 p.
- González-Rocha, E., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A.R. & Cerros-Tlatilpa, R. (2016) Las Bromeliaceae del estado de Morelos. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. 117 pp.
- González-Rocha, E., Castillo-Rivera, M.A., López-Ferrari, A.R. & Espejo-Serna, A. (2018) A multivariate analysis of the *Pitcairnia palmeri* group (Bromeliaceae: Pitcairnioideae). *Phytotaxa* 351(3): 219–228.
- Google Earth Pro. Version 7.3.3. (2021) <http://www.google.com/earth/>
- Gouda, E.J., Butcher, D. & Gouda, C.S. (2023) [actualizado continuamente] Encyclopaedia of Bromeliads, Version 5. Utrecht University Botanic Gardens. <http://bromeliad.nl/encyclopedia/> (Consultado: febrero 2023).
- Granados Mendoza, C. 2008. Systematic of the *Tillandsia macdougallii* complex (Bromeliaceae). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. 99 pp.
- Guindon, S., Dufayard, J.F., Lefort, V., Anisimova, M., Hordijk, W. & Gascuel, O. (2010). New Algorithms and Methods to Estimate Maximum-Likelihood Phylogenies: Assessing the Performance of PhyML 3.0. *Systematic Biology* 59(3): 307–21.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. & Anderson, R.E. (2010) *Multivariate Data Analysis*. 7th ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 816 pp.
- Hernández-Cárdenas, R.A., Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A.R. (2018) Revisión taxonómica del género *Viridantha* (*Tillandsia* subgénero *Viridantha* sensu stricto). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89: 1012–1032.
- Hernández-Cardenas, R.A., Siekkinen, A., López-Ferrari, A.R. & Espejo-Serna, A. (2020) Five new species of *Hechtia* (Bromeliaceae; Hechtioideae) from Guerrero, Mexico. *Systematic Botany* 45(3): 466–477.
- Hermida-Carrera, C., Fares, M.A., Font-Carrascosa, M., Kapralov, M.V., Koch, M.A., Mir, A., Molins, A., Rbas-Carbó, M., Rocha, J. & Galmés, J. (2020) Exploring molecular evolution of Rubisco in C₃ and CAM Orchidaceae and Bromeliaceae. *BMC Evolutionary Biology* 20(11): 17 p.

- Holtum, J.A.M., Winter, K., Weeks, M. A. & Sexton, T. R. (2007) Crassulacean acid metabolism in the ZZ plant, *Zamioculcas zamiifolia* (Araceae). *American Journal of Botany* 94 (10): 1670–1676.
- Horres, R., Zizka, G., Kahl, G. & Weising, K. (2000) Molecular phylogenetics of Bromeliaceae: Evidence from *trnL* (UAA) intron sequences of the chloroplast genome. *Plant Biology* 2(3): 306–315.
- Horres, R., Schulte, K., Weising, K. & Zizka, G. (2007) Systematics of Bromelioideae (Bromeliaceae)-Evidence from molecular and anatomical studies. *Aliso* 23: 27–43.
- Husson, F., Josse, J. & Pagès, J. (2010) Principal component methods- hierarchical clustering-partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data?. Applied Mathematics Department. *Technical report*. 17 p.
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2021) Mapas (en línea). Disponible: <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>
- ITHAKA. (2000–2021) JSTOR® *Global Plants*. Disponible: <https://plants.jstor.org>
- Jabaily, R.S. (2009) Systematics and evolution of *Puya* (Bromeliaceae). Ph.D. thesis, University of Wisconsin- Madison, USA. 230 p.
- Jabaily, R.S. & Sytsma, K.J. (2010) Phylogenetics of *Puya* (Bromeliaceae): Placement, major lineages, and evolution of Chilean species. *American Journal of Botany* 97: 337–356.
- Jiménez-López, D.A., Solórzano, J.V., Vibrans, H., Espejo-Serna, A. & Peralta-Carreta, C. (2019) Ceremonial Use of Bromeliads and Other Vascular Epiphytes in Cemeteries of Two Indigenous Communities of Las Margaritas, Chiapas, Mexico. *Economic Botany* 73(1):127–132.
- Josse, J. & Husson, F. (2016) missMDA: A Package for Handling Missing Values in Multivariate Data Analysis. *Journal of Statistical Software* 70(1): 1–31.
- Katoh, K., Rozewicki, J. & Yamada, K.D. (2019) MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Briefings in Bioinformatics* 20 (4): 1160–1166.
- Kessler, M. & Krömer, T. (2000) Patterns and ecological correlates of pollination modes among bromeliad communities of Andean forests in Bolivia. *Plant Biology* 2: 659–669.
- Klotzsch, J. F. (1842) *Pitcairnia micheliana*. En: Link, J. H. F., J. F. Klotzsch y C. F. Otto. [1840-1844]. *Icones Plantarum Rariorum Horti Regii Botanici Berolinensis: Abbildungen Seltener Pflanzen des Königlichen botanischen Gartens zu Berlin*. Vol. 2: 63, t. 25.
- Krapp, F., Sotero de Barros Pinangé, D., Benko-Iseppon, A.M., Leme, E.M.C. & Weising, K. (2014) Phylogeny and evolution of *Dyckia* (Bromeliaceae) inferred from chloroplast and nuclear sequences. *Plant Systematic and Evolution* 300:1591–1614.
- Krömer, T., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., Ehlers, R., & Lautner, J. (2012) Taxonomic and nomenclatural status of the Mexican species in the *Tillandsia viridiflora* complex (Bromeliaceae). *Acta botánica mexicana* 99: 1-20.
- Lê, S., Josse J. & Husson, F. (2008) FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software* 25(1): 1–18.
- Leal, B.S.S. 2018. Filogeografia e genômica de populações de *Pitcairnia lanuginosa* (Bromeliaceae). Tese doutorado, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro. 63 p.
- L'Héritier, C. L., 1788[1789]. (Jan 1789). *Pitcairnia*. *Sertum Anglicum* 5, t. 11.
- López-Ferrari, A.R. & Espejo-Serna, A. (2014) Bromeliaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 122. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 142 p.
- Lot, A. & Chiang, F. (comps.) (1986) Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares de herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México, D.F. 142 p.

- Louzada, R.B., Schulte, K., Wanderley, M.L., Silvestro, D., Zizka, G., Barfuss, M.H.J. & Palma-Silva, C. (2014). Molecular phylogeny of the Brazilian endemic genus *Orthophytum* (Bromelioideae, Bromeliaceae) and its implications on morphological character evolution. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 77: 54–64.
- Maddison W.P. & Maddison, D.R. (2021) Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.7. Disponible en: <http://www.mesquiteproject.org/>
- Marques, J.S., Tagliati, M.C. & Faria, A.P.G. (2015) Diurnal versus nocturnal pollination success in *Billbergia horrida* Regel (Bromeliaceae) and the first record of chiropterophily for the genus. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 87(2), 835–842.
- Martínez Correa, N. (2008). Sistemática del complejo de especies *Hechtia podantha* Mez (Pitcairnioideae, Bromeliaceae). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. 214 p.
- McVaugh, R. (1989) Bromeliaceae. En: Anderson, W.R. (Ed.) *Flora Novo-Galiciana* 15. The University of Michigan, Ann Arbor. 4–79 p.
- Medina, E., Delgado, M., Troughton, J.H. & Medina, J.D. (1977) Physiological ecology of CO₂ fixation in Bromeliaceae. *Flora* 166: 137–152.
- Mejía-Marín, M.I., González-Rocha, E. & Espejo-Serna, A. (2020) *Pitcairnia anarosae* (Bromeliaceae; Pitcairnioideae) a new species from the state of Oaxaca, México. *Phytotaxa* 429(2): 85–90.
- Mez, C. (1896) Bromeliaceae. En: de Candolle, C. (ed.), *Monographie Phanerogamarum* 9: 1–990 p.
- Mondragón, D. (2008) La comercialización navideña de Bromelias epífitas en la ciudad de Oaxaca, México. *Etnobotánica* 8: 24–28.
- Morrone, J. J., Escalante, T. & Rodríguez-Tapia, G. (2017) Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. *Zootaxa* 4277(2): 277–279.
- Mota, M.R., Pinheiro, F., Leal, B. S., Haisler Sardelli, C., Wendt, T. & Palma-Silva, C. (2020) From micro- to macroevolution: insights from a Neotropical bromeliad with high population genetic structure adapted to rock outcrops. *Heredity* 125: 353–370.
- Muchhala N. & Jarrín, V.P. (2002) Flower visitation by bats in cloud forest of western Ecuador. *Biotropica* 34: 387–395.
- Neubig, K.M., Whitten, W.M., Carlswald, B.S., Blanco, M.A., Endara, L., William, N.H. & Moore, M. (2009) Phylogenetic utility of *ycf1* in orchids: a plastid gene more variable than *matK*. *Plant Systematics and Evolution* 277: 75–84.
- Nyman, L.P., Davis, J. P., Odell, S.J., Arditti, J., Stephens, G.C. & Benzing, D. H. (1987) Active uptake of amino-acids by leaves of an epiphytic vascular plant, *Tillandsia paucifolia* (Bromeliaceae). *Plant Physiology* 83(3):681–684.
- Ospina-Bautista, F., Baron, J.V.E., Realpe, E. & Gast, F. (2008) Diversity of aquatic invertebrates associated to Bromeliaceae in the mountain cloud forest. *Revista Colombiana de Entomología* 34(2): 224–229.
- Palacio, F. X., Apodaca, M. J., Crisci, J. V. (2020) Análisis multivariado para datos biológicos: Teoría y su aplicación utilizando el lenguaje R. 1a Ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara. 268 pp.
- Palma-Silva, C., Wendt, T., Pinheiro, F., Barbará, T., Fay, M. F., Cozzolino, S. & Lexers, C. (2011) Sympatric bromeliad species (*Pitcairnia* spp.) facilitate tests of mechanisms involved in species cohesion and reproductive isolation in Neotropical inselbergs. *Molecular Ecology* 20:3185–3201.
- Pagès, J. (2004a). Analyse factorielle de donnees mixtes. *Revue Statistique Appliquee* LII (4). 93-111.
- Pagès, J. (2004b) Multiple Factor Analysis: Main Features and Application to Sensory Data. *Revista Colombiana de Estadística* 27(1): 1–26.

- Pereira Saravia, D., Mantovani A. & Forzza, R.C. (2015) Insights into the Evolution of *Pitcairnia* (Pitcairnioideae-Bromeliaceae), based on Morphological Evidence. *Systematic Botany* 40(3): 726–736.
- Peters, J. (2009) Revision of the genus *Fosterella* L.B.Sm. Ph.D. thesis, University of Kassel, Germany.
- Pierce, S., Maxwell, K., Griffiths, H. & Winter, K. (2001) Hydrophobic trichome layers and epicuticular wax powders in Bromeliaceae. *American Journal of Botany* 88(8): 1371–1389.
- Pinheiro, F., Dantas-Queiroz, M.V. & Palma-Silva, C. (2018) Plant Species Complexes as Models to Understand Speciation and Evolution: A Review of South American Studies. *Critical Reviews in Plant Sciences* 37(1): 54–80.
- Pinzón, J.P., Ramírez-Morillo, I.M. & Carnevali, G.F.C. (2011) Morphometric analyses within the *Tillandsia utriculata* L. complex (Bromeliaceae) allow for the recognition of a new species, with notes on its phylogenetic position. *Journal of the Torrey Botanical Society* 138: 353–365.
- Pinzón, J. P., Ramírez-Morillo, I. M., Carnevali, G., Barfuss, M.H.J, Till, W., Tun, J. & Ortiz-Díaz, J.J. (2016) Phylogenetics and evolution of the *Tillandsia utriculata* complex (Bromeliaceae, Tillandsioideae) inferred from three plastid DNA markers and the ETS of the nuclear ribosomal DNA. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 362–390.
- Pittendrigh, C. S. (1948) The Bromeliad-Anopheles-Malaria complex in Trinidad. I - The Bromeliad Flora. *Evolution* 2: 58–89.
- Popp, M., Janett, H. P., Luttge U. & Medina, E. (2003) Metabolite gradients and carbohydrate translocation in rosette leaves of CAM and C3 bromeliads. *New Phytologist* 157(3): 649–656.
- Porembski, S. & Barthlott, W. (1999) *Pitcairnia feliciana*: the only indigenous African Bromeliaceae. *Harvard Papers in Botany* 4(1): 175–184.
- Pulido-Esparza, V.A., López-Ferrari, A.R. & Espejo-Serna, A. (2004) Flora bromeliológica del Estado de Guerrero, México: riqueza y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 55–104.
- RStudio Team. (2020) RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. <https://www.rstudio.com/>
- Rambaut, A., Drummond, A.J., Xie, D., Baele, G. & Suchard, M.A. (2018) Posterior summarisation in Bayesian phylogenetics using Tracer 1.7. *Systematic Biology* 67: 901–904.
- Rambaut, Q. & Drummond, A. J. (2011) FigTree, ver. 1.4. 3. Institute of Evolutionary Biology, University of Edinburgh, Edinburgh. <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>
- Ramírez-Morillo, I., Carnevali, G., Fernández Concha & Chi-May, F. (2004) Guía ilustrada de las Bromeliaceae de la porción mexicana de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. 124 p.
- Ranker, T. A., Soltis, D. E., Soltis, P. S. & Gilmartin, A. J. (1990) Subfamilial Phylogenetic Relationships of the Bromeliaceae: Evidence from Chloroplast DNA restriction site variation. *Systematic Botany* 15(3): 425–434.
- Reinert, F., Russo, C.A.M. & Salles, L.O. (2003) The evolution of CAM in the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Biological Journal of the Linnean Society* 80: 261–228.
- Rex, M., Patzolt, K., Schulte, K., Zizka, G., Vásquez, R., Ibisch, P.L. & Weising, K. (2007) AFLP analysis of genetic relationships in the genus *Fosterella* L.B. Smith (Pitcairnioideae, Bromeliaceae). *Genome* 50(1): 90–105.
- Rex, M., Schulte, K., Zizka, G., Peters, J., Vásquez, R., Ibisch, P. & Weising, K. (2009) Phylogenetic analysis of *Fosterella* L.B. Sm. (Pitcairnioideae, Bromeliaceae) based on four chloroplast DNA regions. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 51: 472–485.

- Ríos, L.D. & Cascante-Marín, A. (2017) High selfing capability and low pollinator visitation in the hummingbird-pollinated epiphyte *Pitcairnia heterophylla* (Bromeliaceae) at a Costa Rican mountain forest. *Revista de Biología Tropical* 65 (2): 735–743.
- Ritland, K. & Clegg, M. (1990) Optimal DNA-sequence divergence for testing phylogenetic hypotheses. *Molecular Evolution* 122: 289–296.
- Robinson, H. (1969) A monograph on foliar anatomy of the genera *Connellia*, *Cottendorfia*, and *Navia* (Bromeliaceae). *Smithsonian Contributions to Botany* 2: 1–41.
- Robinson, H. E. & Taylor, D. C. (1999) A rejection of *Pepinia* (Bromeliaceae: Pitcairnioideae) and taxonomic revisions. *Harvard Papers in Botany*, 4(1): 203–217.
- Rodrigues Pereira, T. A., Santos de Oliveira, T., Campos da Silva, L. & Alves Azevedo, A. (2011) Comparative leaf anatomy of four species of Bromelioideae (Bromeliaceae) occurring in the Atlantic Forest, Brazil. *Botany* 89: 243–253.
- Ronquist, F. & Huelsenbeck, J.P. (2003) MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19 (12): 1572–1774.
- Rzedowski, J. (1978) Tipos de Vegetación de México. Limusa. México. 431 p.
- Sabagh, L.T. & Rocha, C.F.D. (2014) Bromeliad treefrogs as phoretic hosts of ostracods. *Naturwissenschaften* 101:493–497.
- Sabagh, L.T., Ferreira, R.B. & Rocha, C.F.D. (2017) Host bromeliads and their associated frog species: Further considerations on the importance of species interactions for conservation. *Symbiosis* 73: 201–211.
- Sajo, M.G., Rudall, P.J. & Prychid, C.J. (2004) Floral anatomy of Bromeliaceae, with particular reference to the evolution of epigyny and septal nectaries in commelinid monocots. *Plant Systematics and Evolution* 247:215–231.
- Santos-Silva F., Pereira Saraiva, D., Fernandes Monteiro, R., Pita, P., Mantovani, A. & Forzza, R.C. (2013) Invasion of the South American dry diagonal: What can the leaf anatomy of Pitcairnioideae (Bromeliaceae) tell us about it? *Flora* 208: 508–521.
- Sass, C. & Specht, C.D. (2010) Phylogenetic estimation of the core Bromelioids with an emphasis on the genus *Aechmea* (Bromeliaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55(2): 559–571.
- Savolainen, V., Chase, M.W., Hoot, S.B., Morton, C.M., Soltis, D.E., Bayer, C., Fay, M.F., de Bruijn, A.Y., Sullivan, S. & Qiu Y.L. (2000) Phylogenetics of flowering plants based on combined Analysis of Plastid *atpB* and *rbcl* gene sequences. *Systematic Biology* 49(2): 306–362.
- Schneider, C. A., Rasband W.S. & Eliceiri, K.W. (2012) NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9(7), 671–675.
- Schubert, K. (2017) Systematik und Evolution der Gattung *Pitcairnia* L'Heritier (Bromeliaceae). Dissertation, Institut für Biologie, Universität Kassel. 246 p.
- Schulte, K. & Zizka, G. (2008) Multi locus plastid phylogeny of Bromelioideae (Bromeliaceae) and the taxonomic utility of petal appendages and pollen characters. *Candollea* 63(2): 209–225.
- Schulte, K., Horres, R. & Zizka, G. (2005) Molecular phylogeny of Bromelioideae and its implications on biogeography and the evolution of CAM in the family. *Senckenbergiana Biologica* 85: 113–125.
- Schulte, K., Barfuss, M.H.J. & Zizka, G. (2009) Phylogeny of Bromelioideae (Bromeliaceae) inferred from nuclear and plastid DNA loci reveals the evolution of the tank habit within the subfamily. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 51: 327–339.
- Schultes, J.A. y Schultes, J.H. (1830) *Systema Vegetabilium* 7(2): 1239–1240. 1830. (Oct.-Dec. 1830).
- Schütz, N. (2012) Systematics, morphology and taxonomy of the genus *Deuterocohnia* L. B. Sm. Bromeliaceae. Ph.D thesis, Universität Kassel, Germany. 310 pp.

- Sequencher® version 5.4.6 DNA sequence analysis software, Gene Codes Corporation, Ann. Arbor, MI USA. Disponible en: <http://www.genecodes.com>
- Silvestro, D., Zizka, G. & Schulte, K. (2014) Disentangling the effects of key innovations on the diversification of Bromelioideae (Bromeliaceae). *Evolution* 68 (1): 163–175.
- Smith, L.B. (1934) Geographical evidence on the lines of evolution in the Bromeliaceae. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 66: 446–468.
- Smith, L.B. (1936) *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University* 114: 6–7, t. 1, f. 7.
- Smith, L.B. (1937a) Studies in the Bromeliaceae VIII. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University* 117: 25, t. 2, f. 14, 15.
- Smith, L.B. (1937b) Studies in the Bromeliaceae VIII. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University* 117: 26–27, t. 2, f. 19.
- Smith, L.B. (1937c) Studies in the Bromeliaceae VIII. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University* 117: 27–28, t. 2, f. 22, 23.
- Smith, L.B. (1946) Studies in the Bromeliaceae XIV. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University* 161: 34, t. 4, f. 5.
- Smith, L.B. (1960) Notable Bromeliaceae of the Lundell Herbarium. *Wrightia* 2: 64–65.
- Smith, L.B. (1964) Notes on Bromeliaceae. *Phytologia* 10: 42–43, t. 1, f. 16–17.
- Smith, L.B. (1969) Notes in Bromeliaceae XXIX. *Phytologia* 18: 139, t. 1, f. 9.
- Smith, L.B. (1984) Bromeliaceae. En: Steyermark, J., Maguire B. & colaboradores (eds.). Nuevos taxa de la Guyana Venezolana. *Acta Botanica Venezolana* 4: 1–45.
- Smith, L.B. & Downs, R.J. (1974) Pitcairnioideae (Bromeliaceae). Flora Neotropica. Monograph 14, p. Hafner Press, New York. 1–658.
- Smith, L.B. & Downs, R.J. (1977) Tillandsioideae (Bromeliaceae). Flora Neotropica. Monograph 14, p. Hafner Press, New York. 659–1492.
- Smith, L.B. & Downs, R.J. (1979). Bromelioideae (Bromeliaceae). Flora Neotropica. Monograph 14, p. Hafner Press, New York. 1493–2142.
- Smith, L.B. & Till, W. (1998) Bromeliaceae. En: Kubitzki, K. [ed.]. The families and genera of vascular plants, Springer-Verlag, Berlin. 74–99 p.
- Stafleu, F.A. & Cowan, R.S. (1976–1988) Taxonomic literature: a selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types. 2 ed. v. I (1976); II (1979); III (1981); IV (1983); V (1985); VI (1986); VII (1988). *Regnum Vegetabile* 94, 98, 105, 110, 112, 115, 116.
- Stefano, M., Papini, A. & Brighigna, L. (2008) A new quantitative classification of ecological types in the bromeliad genus *Tillandsia* (Bromeliaceae) based on trichomes. *Revista de Biología Tropical* 56(1): 191–203.
- Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. 2012. *Using Multivariate Statistics*. 6th ed. Pearson, Boston, 983 pp.
- Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G. & Bouvet, J. (1991) Universal primers for amplification of the three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Molecular Biology* 17: 1105–1109.
- Terry, R.G. & Brown, G.K. (1996) A study of evolutionary relationships in Bromeliaceae based on comparison of DNA sequences from the chloroplast gene *ndhF*. *Journal of the Bromeliad Society* 46: 107–112.
- Terry, R. G., Brown, G.K. & Olmstead, R. G. (1997) Examination of subfamilial phylogeny in Bromeliaceae using comparative sequencing of the plastid locus *ndhF*. *American Journal of Botany* 84(5): 664–670.

- Thiers, B. [continuously updated] Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- Tomlison, P. B. (1969). Bromeliaceae. *En: Metcalfe, C. R., (ed.) Anatomy of the Monocotyledons, Commelinales-Zingiberales* vol. 3, Clarendon Press, Oxford. 193–294 p.
- Trifinopoulos J., Nguyen, L.T., von Haeseler, A. & Minh, B.Q. (2016) W-IQ-TREE: a fast online phylogenetic tool for maximum likelihood analysis. *Nucleic Acids Research* 44 (W1): W232–W235.
- Varadarajan, G.S. & Gilmartin, A.J. (1987) Foliar scales of the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Systematic Botany* 12(4): 562–571.
- Varadarajan, G.S. & Gilmartin, A.J. (1988a) Seed morphology of the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae) and its systematic implications. *American Journal of Botany* 75(6): 808–818.
- Varadarajan, G.S. & Gilmartin, A.J. (1988b) Phylogenetic relationships of groups of genera within the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Systematic Botany* 13(2): 283–293.
- Varadarajan, G.S. & Gilmartin, A.J. (1988c) Taxonomic Realignments within the Subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Systematic Botany* 13 (2): 294–299.
- Velásquez-Noriega, P., Mayta, C., Cuba, E., García, E., Montaña-Centellas, F. & Krömer T. (2020) Floral ecology and floral visitors of *Puya atra* (Bromeliaceae), a Bolivian endemic plant. *Ecología en Bolivia* 55(1): 36–45.
- Victoria, A. 2005. Bromeliaceae. *En: de Rzedowski, G.C., Rzedowski, J. & colaboradores. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2a. ed. Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán. 1179–1187 p.*
- Villamar-Duque, T.E., Cruz-Elizalde, R. & Ramírez-Bautista, A. (2019) Reproduction of Bromeliad Arboreal Alligator Lizard, *Abronia taeniata* (Squamata: Anguillidae), in a temperate environment of central Mexico. *Salamandra* 55(4): 221–230.
- Watson, S. (1887) Contributions to American Botany. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 22: 396–481.
- Wendt, T., Canela, M.B.F., Morrey-Jones, J.E., Henriques, A.B. & Rios, R.I. (2000) Recognition of *Pitcairnia corcovadensis* (Bromeliaceae) at the species level. *Systematic Botany* 25: 389–339.
- Wendt T., Ferreira, C.M.B., Gelli de Faria, A.P. & Iglesias-Rios, R. (2001) Reproductive biology and natural hybridization between two endemic species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). *American Journal of Botany* 88: 1760–1767.
- Wendt, T., Canela, M.B.F., Klein, D.E. & Rios, R.I. (2002) Selfing facilitates reproductive isolation among three sympatric species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). *Plant Systematic of Evolution* 232: 201–212.
- Zotz, G. & Trautspurger, W. (2016) What's in the tank? Nematodes and other major components of the meiofauna of bromeliad phytotelms in lowland Panama. *BMC Ecology* 16: 1–9.

13. ANEXOS



ANEXO I. Ejemplares herborizados utilizados para construir la matriz básica de datos usados en los análisis factoriales.

ID UE	ESPECIE	TIPOS	COLECTOR Y NÚM. DE COLECTA	HERBARIO O LITERATURA
F1	<i>Fosterella micrantha</i>			Flora de Veracruz
F2	<i>F. micrantha</i>			Flora de Veracruz
am1	<i>Pitcairnia amblyosperma</i>	Holotipo	F. Salazar	US
am2	<i>P. amblyosperma</i>		Allcorn 2756	CHAPA
am3	<i>P. amblyosperma</i>		J. Santana <i>et al.</i> 193	IEB
am4	<i>P. amblyosperma</i>			Flora de Veracruz
am5	<i>P. amblyosperma</i>			Flora de Veracruz
ana1	<i>P. anarosae</i>	Holotipo	I. Mejía <i>et al.</i> 951b	UAMIZ
ana2	<i>P. anarosae</i>	Isotipo	I. Mejía <i>et al.</i> 951 b	UAMIZ
het1	<i>P. heterophylla</i>	Holotipo	A. Fendler 1520	GOET
het2	<i>P. heterophylla</i>		A. Fendler 1521	GOET
het3	<i>P. heterophylla</i>		R. Hernández 767	UAMIZ
het4	<i>P. heterophylla</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 7539	UAMIZ
col1	<i>P. colimensis</i>	Holotipo	R. McVaugh 15509	MICH
col2	<i>P. colimensis</i>	Holotipo	R. McVaugh 15509	MICH
col3	<i>P. colimensis</i>	Isotipo	R. McVaugh 15509	MEXU
col4	<i>P. colimensis</i>	Isotipo	R. McVaugh 15509	US
col5	<i>P. colimensis</i>		A. Delgado 377	CHAPA
col6	<i>P. colimensis</i>		A. R. López Ferrari <i>et al.</i> 916	UAMIZ
col7	<i>P. colimensis</i>		A. R. López Ferrari <i>et al.</i> 917	UAMIZ
col8	<i>P. colimensis</i>		R. Ramírez D. 2186	IBUG
col9	<i>P. colimensis</i>		F. J. Santana 5289	IEB
col10	<i>P. colimensis</i>		A. Flores 4087	IEB
col11	<i>P. colimensis</i>		F. J. Santana 5289	IBUG
com1	<i>P. compostelae</i>	Holotipo	H.S. Gentry y C.S. Gilly 10825	MICH
com2	<i>P. compostelae</i>	Isotipo	H.S. Gentry y C.S. Gilly 10825	MICH
com3	<i>P. compostelae</i>	Topotipo	A. Espejo <i>et al.</i> 5250	UAMIZ
com4	<i>P. compostelae</i>	Topotipo	A. Espejo <i>et al.</i> 5250	IBUG
com5	<i>P. compostelae</i>	Topotipo	A. Espejo <i>et al.</i> 5250	IBUG
com6	<i>P. compostelae</i>		A. Rodríguez 2210	IBUG
com7	<i>P. compostelae</i>		R. González T. 428	IEB
com8	<i>P. compostelae</i>		R. González T. 428	MEXU
com9	<i>P. compostelae</i>		R. González T. 428	ENCB
com10	<i>P. compostelae</i>		R. González T. 428	ENCB

com11	<i>P. compostelae</i>		R. González T. 428	ENCB
com12	<i>P. compostelae</i>		R. González T. 428	ENCB
com13	<i>P. compostelae</i>		R. González T. 428	ENCB
com14	<i>P. compostelae</i>		R. McVaugh 16496	US
com15	<i>P. compostelae</i>		A. Rodríguez 2210	IEB
com16	<i>P. compostelae</i>		A. Rodríguez 2210	IEB
com17	<i>P. compostelae</i>		A. Rodríguez 2210	IBUG
com18	<i>P. compostelae</i>		J. N. Rose s.n.	US
cy1	<i>P. cylindrostachya</i>	Holotipo	C. G. Pringle 3884	GH
cy2	<i>P. cylindrostachya</i>	Isotipo	C. G. Pringle 3884	MEXU
cy3	<i>P. cylindrostachya</i>	Isotipo	C. G. Pringle 3884	JKM
cy4	<i>P. cylindrostachya</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 5262	UAMIZ
cy5	<i>P. cylindrostachya</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 7336	UAMIZ
cy6	<i>P. cylindrostachya</i>		G. Flores 4057	MEXU
cy7	<i>P. cylindrostachya</i>		G. Flores 4057	MEXU
cy8	<i>P. cylindrostachya</i>		G. Flores F. 4057	FCME
cy9	<i>P. cylindrostachya</i>		J. J. Reynoso 429	IBUG
cy10	<i>P. cylindrostachya</i>		J. J. Reynoso 429	MEXU
cy11	<i>P. cylindrostachya</i>		J. J. Reynoso 429	IBUG
cy12	<i>P. cylindrostachya</i>		R. McVaugh 13356	MEXU
cy13	<i>P. cylindrostachya</i>		T. Yahara 2463A	MEXU
flx1	<i>P. flexuosa</i>	Holotipo	G.B. Hinton 3948	K
flx2	<i>P. flexuosa</i>	Holotipo	G.B. Hinton 3948	K
flx3	<i>P. flexuosa</i>	Holotipo	G.B. Hinton 3948	K
flx4	<i>P. flexuosa</i>	Isotipo	G.B. Hinton 3948	S
flx5	<i>P. flexuosa</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 2461	IEB
flx6	<i>P. flexuosa</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 2461	UAMIZ
flx7	<i>P. flexuosa</i>		E. Martínez 1474	MEXU
flx8	<i>P. flexuosa</i>		I. García Ruíz 426	ENCB
flx9	<i>P. flexuosa</i>		I. García Ruíz 426	MEXU
flx10	<i>P. flexuosa</i>		J. C. Soto 5346	MEXU
flx11	<i>P. flexuosa</i>		E. Matuda 31086	MEXU
fo1	<i>P. foliacea</i>		G.B. Hinton 15941	US
fo2	<i>P. foliacea</i>		J. Calónico 10007	FCME
fo3	<i>P. foliacea</i>		L. Guzmán H. 271	ZEA
fo4	<i>P. foliacea</i>		Lab. Biogeografía 1381	FCME
fo5	<i>P. foliacea</i>		R. Cuevas 1215	ZEA
fo6	<i>P. foliacea</i>		R. Cuevas 1215	ZEA

fo7	<i>P. foliacea</i>		R. Cuevas 5891	ZEA
fo8	<i>P. foliacea</i>		R. Cuevas 8936	ZEA
j1	<i>P. jaliscana</i>	Holotipo	E. Palmer 348	GH
j2	<i>P. jaliscana</i>	Holotipo	E. Palmer 348	GH
j3	<i>P. jaliscana</i>	Isotipo	E. Palmer 348	US
j4	<i>P. jaliscana</i>	Isotipo	E. Palmer 348	US
j5	<i>P. jaliscana</i>		A. Castro C. 1849	IBUG
j6	<i>P. jaliscana</i>		A. Flores A. 414	IBUG
j7	<i>P. jaliscana</i>		A. Flores A. 503	IBUG
j8	<i>P. jaliscana</i>		A. Flores M. 1015	XAL
j9	<i>P. jaliscana</i>		A. Flores M. 1015	IBUG
j10	<i>P. jaliscana</i>		A. Flores Macías 1035	IBUG
j11	<i>P. jaliscana</i>		A. Rodríguez 330	IBUG
j12	<i>P. jaliscana</i>		A. Rodríguez 440	IBUG
j13	<i>P. jaliscana</i>		A. Rodríguez 5129	IBUG
j14	<i>P. jaliscana</i>		A. Rodríguez 6333	IBUG
j15	<i>P. jaliscana</i>		A. Rodríguez C. 1448	ENCB
j16	<i>P. jaliscana</i>		A. Rodríguez C. 5129	IEB
j17	<i>P. jaliscana</i>		A. Villalvazo H. 31	IBUG
j18	<i>P. jaliscana</i>		A. Rodríguez 1448	IBUG
j19	<i>P. jaliscana</i>		A. Rodríguez 4001	IBUG
j20	<i>P. jaliscana</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 1352	UAMIZ
j21	<i>P. jaliscana</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2089	UAMIZ
j22	<i>P. jaliscana</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2094	UAMIZ
j23	<i>P. jaliscana</i>		F. J. Santana-Michel 2822	IBUG
j24	<i>P. jaliscana</i>		F. J. Santana-Michel 1737	IBUG
j25	<i>P. jaliscana</i>		G. Flores 4907	UAMIZ
j26	<i>P. jaliscana</i>		J. N. Rose 3041	GH
j27	<i>P. jaliscana</i>		J.A. Vazquez 426	IBUG
j28	<i>P. jaliscana</i>		M. Cházaro 7216	XAL
j29	<i>P. jaliscana</i>		R. Hernández M. 9517	MEXU
j30	<i>P. jaliscana</i>		R. McVaugh 18651	ENCB
j31	<i>P. jaliscana</i>		R. Pérez Pérez s.n.	IBUG
j32	<i>P. jaliscana</i>		R. Ramírez-Delgadillo 7688	UAMIZ
j33	<i>P. jaliscana</i>		R. Ramírez Delgadillo 1716	IBUG
j34	<i>P. jaliscana</i>		S. Carvajal H. 278	IBUG
j35	<i>P. jaliscana</i>		Z. Dellamary 70	IBUG
k1	<i>P. karwinskyana</i>	Holotipo	von Karwinsky s.n.	M

k2	<i>P. karwinskyana</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 362	UAMIZ
k3	<i>P. karwinskyana</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 1639	
k4	<i>P. karwinskyana</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 390	UAMIZ
k5	<i>P. karwinskyana</i>	J. Santana <i>et al.</i> 77	UAMIZ
k6	<i>P. karwinskyana</i>	J. Santana <i>et al.</i> 77	
k7	<i>P. karwinskyana</i>	J. Santana <i>et al.</i> 77	
k8	<i>P. karwinskyana</i>	J. Ceja-Romero <i>et al.</i> 1500	UAMIZ
k9	<i>P. karwinskyana</i>	A. G. Miranda 6	UAMIZ
k10	<i>P. karwinskyana</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 3619	IEB
k11	<i>P. karwinskyana</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 4804	UAMIZ
k12	<i>P. karwinskyana</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 5693	UAMIZ
k13	<i>P. karwinskyana</i>	A. Flores Palacios <i>et al.</i> 1016	HUMO
k14	<i>P. karwinskyana</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2169	UAMIZ
k15	<i>P. karwinskyana</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2170	UAMIZ
k16	<i>P. karwinskyana</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2170	UAMIZ
k17	<i>P. karwinskyana</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2170	UAMIZ
k18	<i>P. karwinskyana</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2449	UAMIZ
k19	<i>P. karwinskyana</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2879	UAMIZ
k20	<i>P. karwinskyana</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 129	UAMIZ
k21	<i>P. karwinskyana</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 131	UAMIZ
k22	<i>P. karwinskyana</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 131	UAMIZ
k23	<i>P. karwinskyana</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 161	UAMIZ
k24	<i>P. karwinskyana</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 236	UAMIZ
k25	<i>P. karwinskyana</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 237	UAMIZ
k26	<i>P. karwinskyana</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 260	UAMIZ
k27	<i>P. karwinskyana</i>	M.Ishiki I. 899	ENCB
k28	<i>P. karwinskyana</i>	J. Arellano s.n.	FCME
k29	<i>P. karwinskyana</i>	J. Espinosa 138	MEXU
k30	<i>P. karwinskyana</i>	J. Espinosa 88	ENCB
k31	<i>P. karwinskyana</i>	J. Vázquez 2449	MEXU
k32	<i>P. karwinskyana</i>	N. Martínez C. <i>et al.</i> 40	UAMIZ
k33	<i>P. karwinskyana</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 288	UAMIZ
k34	<i>P. karwinskyana</i>	A. Núñez 703	FCME
k35	<i>P. karwinskyana</i>	R. Torres 9953	UAMIZ
mi1	<i>P. micheliana</i>	J. Cortés F. 67	IEB
mi2	<i>P. micheliana</i>	P. Carrillo-Reyes 1398	IBUG
mi3	<i>P. micheliana</i>	J. C. Soto Nuñez 10871	UAMIZ
mi4	<i>P. micheliana</i>	P. Carrillo-Reyes 1398	IEB

mi5	<i>P. micheliana</i>		S. Zamudio 8309	IEB
mi6	<i>P. micheliana</i>		H. E. Moore 5725	GH
mi7	<i>P. micheliana</i>		A. Flores Argüelles <i>et al.</i> 555	IBUG
mi8	<i>P. micheliana</i>		A. Flores Argüelles <i>et al.</i> 616	IBUG
mi9	<i>P. micheliana</i>		J. Rzedowski 17328	ENCB
mi10	<i>P. micheliana</i>		L. M. Guzmán 69	IBUG
mi11	<i>P. micheliana</i>		W. R. Aerson 13565	CHAPA
mi12	<i>P. micheliana</i>		J. V. A. Dieterle 4106	ENCB
mi13	<i>P. micheliana</i>		W. R. Anderson 13565	IEB
m1	<i>P. sordida</i>	Isotipo	G. B. Hinton 10127	MEXU
m2	<i>P. sordida</i>	Holotipo	G. B. Hinton 10127	GH
m3	<i>P. sordida</i>		R. Hernández 16	FCME
m4	<i>P. sordida</i>		R. Cruz D. 882	FCME
m5	<i>P. sordida</i>		G. B. Hinton 14248	ENCB
mon1	<i>P. monticola</i>	Holotipo	Brandege	UC
mon2	<i>P. monticola</i>		F.Pio 115	UAMIZ
mon3	<i>P. monticola</i>		F.Pio 116	UAMIZ
mon4	<i>P. monticola</i>		R. Vega 3391	MEXU
mon5	<i>P. monticola</i>		G. Flores 1319	MEXU
mon6	<i>P. monticola</i>		G. Flores 1337	MEXU
mon7	<i>P. monticola</i>		G. Flores 1625	MEXU
mon8	<i>P. monticola</i>		P. Tenorio 16111	MEXU
mon9	<i>P. monticola</i>		P. Tenorio 16164	MEXU
mon10	<i>P. monticola</i>		P. Tenorio 16336	MEXU
mon11	<i>P. monticola</i>		P. Tenorio 16510	MEXU
mon12	<i>P. monticola</i>		R. Ramírez 1069	MEXU
pal1	<i>P. palmeri</i>	Holotipo	E. Palmer 16	GH
pal2	<i>P. palmeri</i>	Holotipo	E. Palmer16	GH
pal3	<i>P. palmeri</i>	Topotipo	A. Espejo <i>et al.</i> 4954	UAMIZ
pal4	<i>P. palmeri</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 4954	UAMIZ
pal5	<i>P. palmeri</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 4966	UAMIZ
pal6	<i>P. palmeri</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 4966	UAMIZ
pal7	<i>P. palmeri</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 4966	UAMIZ
pal8	<i>P. palmeri</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 4966	UAMIZ
pal9	<i>P. palmeri</i>		A. Ayala Robledo 42	IBUG
pal10	<i>P. palmeri</i>		A. Flores M. 1903	CHAPA
pal11	<i>P. palmeri</i>		A. Rodríguez 290	IBUG
pal12	<i>P. palmeri</i>		A. Rodríguez C. 290	IEB

pal13	<i>P. palmeri</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2097	UAMIZ
pal14	<i>P. palmeri</i>		Corona García s.n.	IBUG
pal15	<i>P. palmeri</i>		D. P. Gregory 147	MEXU
pal16	<i>P. palmeri</i>		J. A. Machuca 7000	IBUG
pal17	<i>P. palmeri</i>		J. J. Guerrero-Nuño 837	XAL
pal18	<i>P. palmeri</i>		J. J. Guerrero-Nuño 837	XAL
pal19	<i>P. palmeri</i>		J. J. Guerrero-Nuño 215	IBUG
pal20	<i>P. palmeri</i>		L. M. Villarreal de Puga 4081	ENCB
pal21	<i>P. palmeri</i>		L. M. Villarreal de Puga 3109	IBUG
pal22	<i>P. palmeri</i>		M. Cházaro 6961	MEXU
pal23	<i>P. palmeri</i>		M. Cházaro B. 6974	XAL
pal24	<i>P. palmeri</i>		M. Harker 3961	IBUG
pal25	<i>P. palmeri</i>		O.F. Reyna 369	IBUG
pal26	<i>P. palmeri</i>		C.G. Pringle 2552	GH
pal27	<i>P. palmeri</i>		C.G. Pringle 7559	ENCB
pal28	<i>P. palmeri</i>		C.G. Pringle 7559	MEXU
pal29	<i>P. palmeri</i>		R. McVaugh 12177	MEXU
pal30	<i>P. palmeri</i>		S. Zamudio 7886	IEB
pal40	<i>P. palmeri</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 5261	UAMIZ
pal41	<i>P. palmeri</i>		P. Carrillo-Reyes <i>et al.</i> 4049	IBUG
pal42	<i>P. palmeri</i>		H. LeSueur 1258	GH
pal43	<i>P. palmeri</i>		R. Spellenberg 10803	CIIDIR
pal44	<i>P. palmeri</i>		O. Bravo B. 1101	CIIDIR
pt1	<i>P. pteropoda</i>	Holotipo	E. Hollway 3619	GH
pt2	<i>P. pteropoda</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 1468	UAMIZ
pt3	<i>P. pteropoda</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 1468	UAMIZ
pt4	<i>P. pteropoda</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 914	UAMIZ
pt5	<i>P. pteropoda</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 914	UAMIZ
pt6	<i>P. pteropoda</i>		S. Zamudio <i>et al.</i> 6667	UAMIZ
pt7	<i>P. pteropoda</i>		S. Zamudio <i>et al.</i> 6667	IEB
pt8	<i>P. pteropoda</i>		S. Zamudio <i>et al.</i> 8249	IEB
pt9	<i>P. pteropoda</i>		S. Zamudio <i>et al.</i> 8249	IEB
pt10	<i>P. pteropoda</i>		A. Grimaldo N. 87	XAL
pt11	<i>P. pteropoda</i>		A. Grimaldo N. 87	CIIDIR
pt12	<i>P. pteropoda</i>		A. Grimaldo N. 87	XAL
pt13	<i>P. pteropoda</i>		I. García Ruíz y A. Olmos 3305E	IEB
pt14	<i>P. pteropoda</i>		I. García Ruíz y A. Olmos 3305E	IBUG
pt15	<i>P. pteropoda</i>		I. García Ruíz y A. Olmos 3305E	IEB

pt16	<i>P. pteropoda</i>	JNL955	ENCB
pt17	<i>P. pteropoda</i>	V. W. Steinmann y Y. Ramirez 5789	IEB
pt18	<i>P. pteropoda</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 4488	UAMIZ
rin1	<i>P. ringens</i>	A. García Mendoza <i>et al.</i> 1412	ENCB
rin2	<i>P. ringens</i>	A. Mendoza 842	UAMIZ
rin3	<i>P. ringens</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 6985	UAMIZ
rin4	<i>P. ringens</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 7255	UAMIZ
rin5	<i>P. ringens</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 3362	UAMIZ
rin6	<i>P. ringens</i>	J. Ceja-Romero <i>et al.</i> 1843	UAMIZ
rin7	<i>P. ringens</i>	O. Alcántara 1978	UAMIZ
rin8	<i>P. ringens</i>	P. Tenorio 138	MEXU
rin9	<i>P. ringens</i>	S. Rangel 129	ENCB
rin10	<i>P. ringens</i>	J. Martín 410	MEXU
rin11	<i>P. ringens</i>	M. Flores 399	UAMIZ
rin12	<i>P. ringens</i>	J. Rzedowski 31861	ENCB
rin13	<i>P. ringens</i>	S. D. Koch 857	XAL
rin14	<i>P. ringens</i>	S. Moreno G. 99	ENCB
rin15	<i>P. ringens</i>	Sharp y Miranda 3441	MEXU
rin16	<i>P. ringens</i>	B. Servín 48	IEB
rin17	<i>P. ringens</i>	B. Servín 6	XAL
rin18	<i>P. ringens</i>	E. Carranza 1559	IEB
rin19	<i>P. ringens</i>	E. Carranza G. 1630	UAMIZ
rin20	<i>P. ringens</i>	E. González P. 1453	IEB
rin21	<i>P. ringens</i>	H. Rubio 537	UAMIZ
rin22	<i>P. ringens</i>	J. Rzedowski 43252	IEB
rin23	<i>P. ringens</i>	J. Rzedowski 46594	UAMIZ
rin24	<i>P. ringens</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 6740	UAMIZ
rin25	<i>P. ringens</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 1927	UAMIZ
rin26	<i>P. ringens</i>	C. Durán E. 1135	XAL
rin27	<i>P. ringens</i>	C. Gutiérrez B. 3029	XAL
rin28	<i>P. ringens</i>	C. Gutiérrez B. 3065	XAL
rin29	<i>P. ringens</i>	C. Gutiérrez B. 3495	XAL
rin30	<i>P. ringens</i>	F. González Medrano 1601	MEXU
rin31	<i>P. ringens</i>	F. Ventura 4876	XAL
rin32	<i>P. ringens</i>	F. Ventura 8160	IEB
rin33	<i>P. ringens</i>	J. L. Martínez 32	XAL
rin34	<i>P. ringens</i>	T. Krömer THO3781	UAMIZ
rin35	<i>P. ringens</i>	L. G. Juárez 4	XAL

rin36	<i>P. ringens</i>		M. Cházaro 2276	XAL
rdw1	<i>P. robert-downsii</i>	Holotipo	L.J. Hernández-Barón <i>et al.</i> 183	UAMIZ
rdw2	<i>P. robert-downsii</i>	Isotipo	L.J. Hernández-Barón <i>et al.</i> 183	UAMIZ
rdw3	<i>P. robert-downsii</i>	Isotipo	L.J. Hernández-Barón <i>et al.</i> 183	UAMIZ
rdw4	<i>P. robert-downsii</i>	Isotipo	L.J. Hernández-Barón <i>et al.</i> 183	UAMIZ
rdw5	<i>P. robert-downsii</i>	Holotipo	H.S.Gentry y C.L. Gilly 10625	LL
rdw6	<i>P. robert-downsii</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 1803	UAMIZ
rdw7	<i>P. robert-downsii</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 1803	UAMIZ
rdw8	<i>P. robert-downsii</i>		A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 1803	UAMIZ
rdw9	<i>P. robert-downsii</i>		M. González 1915	UAMIZ
rdw10	<i>P. robert-downsii</i>		M. González 2309	CIIDIR
ros1	<i>P. roseana</i>	Holotipo	J. N. Rose 2325	GH
ros2	<i>P. roseana</i>	Isotipo	J. N. Rose 2325	US
ros3	<i>P. roseana</i>		A. Benítez 3277	MEXU 768252
ros4	<i>P. roseana</i>		G. Flores 2183	MEXU
ros5	<i>P. roseana</i>		G. Flores 2600	MEXU
ros6	<i>P. roseana</i>		J. Ceja-Romero <i>et al.</i> 2056	UAMIZ
v1	<i>P. vallisoletana</i>	Neotipo	M. Flores <i>et al.</i> 740	UAMIZ
v2	<i>P. vallisoletana</i>	Isotipo	M. Flores <i>et al.</i> 740	UAMIZ
v3	<i>P. vallisoletana</i>	Isotipo	M. Flores <i>et al.</i> 740	UAMIZ
v4	<i>P. vallisoletana</i>	Isotipo	M. Flores <i>et al.</i> 740	IEB
v5	<i>P. vallisoletana</i>		E. González-Rocha <i>et al.</i> 384	UAMIZ
v6	<i>P. vallisoletana</i>		E. González-Rocha <i>et al.</i> 388	UAMIZ
v7	<i>P. vallisoletana</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 4895	UAMIZ
v8	<i>P. vallisoletana</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 5225	UAMIZ
v9	<i>P. vallisoletana</i>		A. Espejo <i>et al.</i> 4754	UAMIZ
v10	<i>P. vallisoletana</i>		Bro. G. Arsène 3013	GH
v11	<i>P. vallisoletana</i>		E. Pérez 3991	UAMIZ
v12	<i>P. vallisoletana</i>		H. Díaz Barriga 3642	IEB
v13	<i>P. vallisoletana</i>		J. Rzedowski 39687	IBUG
v14	<i>P. vallisoletana</i>		J. Rzedowski 39687	IBUG
v15	<i>P. vallisoletana</i>		J. Santos Martínez 2089	IBUG
v16	<i>P. vallisoletana</i>		J. Santos Martínez 2091	IBUG
v17	<i>P. vallisoletana</i>		J. Santos Martínez 2089	XAL
v18	<i>P. vallisoletana</i>		J. Santos Martínez 2091	ENCB
v19	<i>P. vallisoletana</i>		J. Santos Martínez 2089	IEB
v20	<i>P. vallisoletana</i>		J. Rzedowski 39687	IEB
v21	<i>P. vallisoletana</i>		J. Rzedowski 39687	UAMIZ

v22	<i>P. vallisoletana</i>	S. Zamudio 3859	IEB
t1	<i>P. spec. 1</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 6089	UAMIZ
t2	<i>P. spec. 1</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 6945	UAMIZ
t3	<i>P. spec. 1</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 114	UAMIZ
t4	<i>P. spec. 1</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 91	UAMIZ
t5	<i>P. spec. 1</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 91	UAMIZ
t6	<i>P. spec. 1</i>	F. Miranda 177	MEXU
t7	<i>P. spec. 1</i>	G. Hernández B. 110	UAMIZ
t8	<i>P. spec. 1</i>	G. Hernández B. 110	UAMIZ
t9	<i>P. spec. 1</i>	R.A. Hernández C. <i>et al.</i> 329	UAMIZ
t10	<i>P. spec. 1</i>	V. Sánchez <i>et al.</i> 23	UAMIZ
t11	<i>P. spec. 1</i>	V. Sánchez <i>et al.</i> 23	MEXU
t12	<i>P. spec. 1</i>	C. G. Pringle 3884	GH
t13	<i>P. spec. 1</i>	A. Pulido 50	UAMIZ
t14	<i>P. spec. 1</i>	A. Pulido 50	UAMIZ
t15	<i>P. spec. 1</i>	A. Pulido 50	UAMIZ
t1	<i>P. spec. 1</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 6089	UAMIZ
t2	<i>P. spec. 1</i>	A. Espejo <i>et al.</i> 6945	UAMIZ
mz1	<i>P. spec. 2</i>	A. Rodríguez 2051	IBUG
mz2	<i>P. spec. 2</i>	R. Hernández M. 406	MEXU
ps1	<i>P. spec. 3</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 191	UAMIZ
ps2	<i>P. spec. 3</i>	E. González-Rocha <i>et al.</i> 191	UAMIZ
ps3	<i>P. spec. 3</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2404	UAMIZ
ps4	<i>P. spec. 3</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2404	UAMIZ
ps5	<i>P. spec. 3</i>	A.R. López-Ferrari <i>et al.</i> 2404	UAMIZ
ps6	<i>P. spec. 3</i>	B. Guerrero 1415	XAL
ps7	<i>P. spec. 3</i>	CR 57	UAMIZ
ps8	<i>P. spec. 3</i>	A. Valdés 237	UAMIZ
ps9	<i>P. spec. 3</i>	G. Flores 6117	FCME
ps10	<i>P. spec. 3</i>	G. Flores 6117	HUMO
ps11	<i>P. spec. 3</i>	J. Soto Núñez 4421	ENCB
ps12	<i>P. spec. 3</i>	J. Soto Núñez 4421	MEXU
ps13	<i>P. spec. 3</i>	J.C. Delgado 93	HUMO
ps14	<i>P. spec. 3</i>	R. C. Bustamante 774	HUMO
ps15	<i>P. spec. 3</i>	R. Cerros 487	HUMO
ps16	<i>P. spec. 3</i>	R. Cerros 563	UAMIZ
ps17	<i>P. spec. 3</i>	R. Cerros 593	FCME

ANEXO II. Variables usadas en los análisis factoriales, con sus nombres cortos y sus estados del del grupo externo y del grupo de estudio. Las variables que presentan + son variables complementarias.

VARIABLES

1. *hábito* hábito de la planta: saxícola, terrestre, epífita.
2. *alt* altura de la planta en flor (cm). Se mide la distancia entre la base de las primeras brácteas del pedúnculo hasta la parte distal de la inflorescencia.
3. *Lbul* largo del bulbo (o roseta) (cm). Se mide la distancia de la base del bulbo hasta la base de las primeras brácteas del pedúnculo.
4. *Abul* ancho del bulbo (o roseta) (cm). La parte más ancha del bulbo o de la roseta.

HOJAS VERDES FOTOSINTÉTICAS

5. *tipo.hojas* heterofilia en las hojas. Las bromelias pueden presentar varios tipos de hojas, 1) monomórfas, un solo tipo de hojas durante el desarrollo de un individuo, 2) heteromórfas, dos tipos de hojas durante el desarrollo de un individuo.
6. *pseudoppec* presencia de un pseudopeciolo: presencia o ausencia
7. *forma.hoja* forma de las hojas, pueden ser lineares, lanceoladas
8. *hojas.floracion* presencia de las hojas verdes fotosintéticas cuando la planta florece:
ausente, presente
9. *caducidad* caducidad de las hojas (presencia de la línea de abscisión en la base de las hojas fotosintéticas): hojas persistentes, hojas deciduas
10. *la.vaina* largo de la vaina foliar (cm)
11. *an.vaina* ancho de la vaina foliar (cm)
12. *la.pseudoppec* largo del pseudopeciolo (cm)
13. *lam.hoj.fot* largo de la lámina de la hoja fotosintética (cm)
14. *lam.deb.la* largo de la lámina de las hojas por debajo de la línea de abscisión (cm)
15. *lam.arr.la* largo de la lámina de las hojas por arriba de la línea de abscisión (cm)
16. *ald.mm* ancho de la lámina de las hojas por abajo de la línea de abscisión (cm)
17. *ala.mm* ancho de la lámina de las hojas por arriba de la línea de abscisión (cm)
18. *ma.deb.la* margen de las láminas por debajo de la línea de abscisión: entero, serrado
19. *pos.espinas.deb* orientación de las espinas por debajo de la línea de abscisión cuando presentes: antrorsas, retrorsas, divaricadas
20. *l.esp.deb* largo de las espinas por debajo de la línea de abscisión (mm)

HOJAS ESPINOSAS (CUANDO PRESENTES)

21. *hojas.espinosas* hojas con las láminas espinosas: presentes, ausentes
22. *espinas* orientación de las espinas de las hojas espinosas: antrorsas, retrorsas, divaricadas
23. *LHesp* largo de la hoja espinosa (cm)
24. *AHesp* ancho de la hoja espinosa (mm)

25. *Lesp* largo de las espinas de las hojas espinosas (mm)

PEDÚNCULO

26. *iPEduc* indumento del pedúnculo: glabro a glabrescente, esparcidamente lepidoto, densamente blando lepidoto.

27. *BPa.entrenudo* comparación del largo de la bráctea distal del pedúnculo con respecto al entrenudo: si es más larga, corta o igual.

28. *BPb.pedun* comparación del largo de la bráctea basal del pedúnculo con respecto al largo del pedúnculo más larga, más corta o igual.

29. *BPbasales.entre.Pedunculo* Proporción del largo de las brácteas basales del pedúnculo entre el largo del pedúnculo

$$= \frac{\text{largo de la bráctea basal del pedúnculo (cm)}}{\text{largo del pedúnculo (cm)}}$$

30. *Lpeduc* largo del pedúnculo (cm)

31. *dPedunc* diámetro del pedúnculo en su parte basal (mm)

32. *IBPa* largo de la bráctea distal del pedúnculo (cm)

33. *IBPb* largo de la bráctea basal del pedúnculo (cm)

34. *aBPa* ancho de la bráctea distal del pedúnculo (mm)

35. *aBPb* ancho de la bráctea basal del pedúnculo (mm)

36. *PeEntre* largo del entrenudo (cm)

INFLORESCENCIA

37. *epoca.flor* época de floración: primavera (marzo-mayo); verano (junio-agosto); otoño (septiembre-noviembre); invierno (diciembre-febrero)

38. *inflor* tipo de inflorescencia racemosa: simple (sólo un eje con flores pediceladas/sésiles); compuesta (un eje principal que lleva racimos como ejes secundarios)

39. *orientacion.inflor* orientación de la inflorescencia: erecta, curvada, flexuosa

40. *orientacion.pedicelo* orientación de los pedicelos:

41. *orientacion.flor* orientación de las flores:

42. *L.inflor* largo de la inflorescencia (cm)

43. *d1f2* largo del entrenudo de la 1ª y 2da flor (mm)

44. *dis.minf* largo del entrenudo en la mitad de la inflorescencia (mm)

45. *Nflor* número de flores en la inflorescencia

46. *Proporc.Bf.mayor.Ped* proporción de las brácteas florales que sobrepasan a los pedicelos

$$= \frac{\text{Núm. de brácteas florales} < \text{largo de los pedicelos}}{\text{núm. flores por inflorescencia}}$$

47. *Proporc.Bf.menor.Ped* proporción de las brácteas florales que son menores a los pedicelos

$$= \frac{\text{Núm. de brácteas florales} < \text{largo de los pedicelos}}{\text{núm. flores por inflorescencia}}$$

48. *Proporc.Bf.mayor.Sep* proporción de las brácteas florales que sobrepasan a los sépalos

$$= \frac{\text{Núm. de brácteas florales} < \text{largo de los pedicelos}}{\text{núm. flores por inflorescencia}}$$

49. *Proporc.Bf.igual.Ped* proporción de las brácteas florales que igualan a los pedicelos

$$= \frac{\text{Núm. de brácteas florales} = \text{largo de los pedicelos}}{\text{núm. flores por inflorescencia}}$$

50. *Proporc.Bf.igual.Sep* proporción de las brácteas florales que igualan a los sépalos

$$= \frac{\text{Núm. de brácteas florales} = \text{largo de los sépalos}}{\text{núm. flores por inflorescencia}}$$

- 51. *IBFa* largo de la bráctea floral distal
- 52. *IBFb* largo de la bráctea floral basal
- 53. *aBFa* ancho de la bráctea floral distal
- 54. *aBFb* ancho de la bráctea floral basal
- 55. *lpeda* largo del pedicelo distal
- 56. *lpedb* largo del pedicelo basal

FLORES

- 57. *simetría* simetría de las flores: actinomorfa vs zigomorfa
- 58. *pedic* si las flores son pediceladas (cuando el pedicelo es mayor a 7 mm de largo) o sésiles (cuando el pedicelo es menor a 5 mm)
- 59. *color.petalos* color de los pétalos: rojo-escarlata, anaranjados, rosados, amarillos, blancos
- 60. *apendices.petalos* presencia de apéndices basales en los pétalos adaxialmente: pétalos desnudos, pétalos con apéndices
- 61. *lsep* largo del sépalo (cm)
- 62. *asep* ancho del sépalo (mm)
- 63. *lpet* largo del pétalo (mm)
- 64. *lpet.mas.pedicbasal* la suma del largo de los pétalos más el pedicelo basal

VARIABLES COMPLEMENTARIAS (VARIABLES FLORALES)

- 65. *L.BF* largo de la bráctea floral (cm)
- 66. *A.BF* ancho de la bráctea floral (cm)
- 67. *L.SEP* largo del sépalo (cm)
- 68. *A.SEP* ancho del sépalo (cm)
- 69. *L.PET* largo del pétalo (cm)
- 70. *A.PET* ancho del pétalo (cm)
- 71. *LF* largo del filamento (cm)
- 72. *LA* largo de la antera (cm)
- 73. *LEST* largo del estilo (cm)
- 74. *LOV* largo del ovario (cm)
- 75. *AOV* ancho del ovario (cm)

*Las variables complementarias se tomaron de la disección de flores correspondientes a 125 UE.

ANEXO III. Matriz morfológica utilizada en los análisis filogenéticos del complejo PK. Algunos caracteres del grupo externo están basados en sus descripciones originales, fotografías de los tipos nomenclaturales, así como en las descripciones (Smith y Downs, 1974; Espejo y López-Ferrari, 2005).

'Fosterella micrantha'	10001200-1010102031[0 3]2013000
'Pitcairnia amblyosperma'	00010200-1010012010[2 5]2112011
'Pitcairnia chiapensis'	01111200-101002401152112111
'Pitcairnia densiflora'	00011200-1020000100[0 5]0111010
'Pitcairnia imbricata'	[0 1]001220001100001100[0 6]0112120
'Pitcairnia recurvata'	[0 1]0012200-1120001140[0 6]0113021
'Pitcairnia wendlandii'	10011200-110100-100[0 6]0104-20
'Pitcairnia colimensis'	00100111100210010[0 1]012111[0 4]10
'Pitcairnia compostelae'	00000110-001101302112111-10
'Pitcairnia cylindrostachya'	001001111102020--0000101010
'Pitcairnia flexuosa'	001000111000003101012111410
'Pitcairnia foliacea'	20100111200100010[0 1]012111-10
'Pitcairnia jaliscana'	001001111001100001002111[0 4]10
'Pitcairnia karwinskyana'	001001111001[0 1]0[0 1]0010[0 1]2111010
'Pitcairnia micheliana'	001001111102020--0061101[0 4]10
'Pitcairnia monticola'	001000111102001101032111[0 4]10
'Pitcairnia palmeri'	0010001110010023001[0 1]2111410
'Pitcairnia pteropoda'	00100111100000010[1 2]002111010
'Pitcairnia ringens'	00100111110200[0 1]101022111010
'Pitcairnia robert-downsii'	001001111002002101012111010
'Pitcairnia roseana'	001001111102120--1001101-10
'Pitcairnia sordida'	001001111002000001022111010
'Pitcairnia vallisletana'	00100111100000[0 1]010001110410
'Pitcairnia spec. 1'	001001111001001303102111010
'Pitcairnia spec. 2'	0010011110021013020[0 2]2111010
'Pitcairnia spec. 3'	001001111102020--00[0 6]1101210

Notas: [] =polimorfismos

- =datos no disponibles

ANEXO IV. Resumen del material botánico utilizado para los análisis moleculares del complejo PK. Todas las siguientes secuencias fueron generadas en este estudio. (Material: Acrónimo del herbario y (año de colecta); V: material fresco).

ESPECIE	COLECTOR Y NÚM. DE COLECTA	LOCALIDAD (ESTADO Y MUNICIPIO)	MATERIAL	ycf1-b	phyC
GRUPO EXTERNO					
<i>Fosterella micrantha</i> (Lindl.) L.B. Sm.	A. Espejo et al. 7701	OAX. Candelaria Loxicha	V	*	*
<i>Pitcairnia amblyosperma</i> L.B. Sm.	D. Y. Trejo Martínez et al., 3	VER. Chicontepec de Tejada	V	*	*
<i>Pitcairnia chiapensis</i> Miranda	A. Espejo et al. 7220	CHIS. Chiapa de Corzo	V	*	
<i>Pitcairnia densiflora</i> Brongn.	M. I. Miguel Vázquez, et al., 301	PUE. Chichiquila	V	*	*
<i>Pitcairnia recurvata</i> (Scheidw.) K. Koch	N. Martínez-Correa, et al. 164	VER. Catemaco	V	*	
	A. Espejo et al. 7450	CHIS. Ocozocuaútl	V	*	*
<i>Pitcairnia imbricata</i> (Brongn.) Regel	I. N. Gómez-Escamilla et al., 190	PUE. Xochitlán	V	*	
<i>Pitcairnia wendlandii</i> Baker	M. I. Mejía Marín et al., 264	OAX. San Juan Colorado	V	*	*
GRUPO INTERNO					
<i>Pitcairnia colimensis</i> L.B. Sm.	A. R. López-Ferrari y A. Espejo 916	COL. Tecomán	UAMIZ (1989)	*	
<i>Pitcairnia flexuosa</i> L.B. Sm.	E. González-Rocha et al., 392	MÉX. Tejupilco	V	*	*
	A. Espejo y T. Chehaibar 2461	MICH. Tiquicheo de Nicolás Romero	UAMIZ (1986)	*	
<i>Pitcairnia foliacea</i> L.B. Sm.	Lab. de Biogeografía 1381	GRO. Leonardo Bravo	FCME (1984)	*	
<i>Pitcairnia jaliscana</i> S. Watson	E. González-Rocha et al., 405	JAL. Zapopan	V	*	
	A. Maldonado et al. (Ags)	AGS. Aguascalientes	INEGI	*	*
	A. Rodríguez et al., 4001	JAL. Ejutla	IBUG (2004)	*	*
	A. Flores Argüelles 1178	JAL. Mixtlán	V	*	*
<i>Pitcairnia karwinskyana</i> Schult. & Schult. f.	E. González-Rocha et al., 358	MÉX. Sultepec	V	*	*
	E. González-Rocha et al., 389	MÉX. Temascaltepec	V	*	*
	E. González-Rocha et al., 390	MÉX. Temascaltepec	V	*	

	<i>E. González-Rocha et al.</i> , 232	MOR. Tepoztlan	V	*	*
	<i>E. González-Rocha et al.</i> , 406	MOR. Tepoztlan	V	*	*
<i>Pitcairnia micheliana</i> André	<i>P. Carrillo-Reyes et al.</i> , 1398	MICH. Gabriel Zamora	IBUG (2000)	*	
	<i>A. Flores Argüelles y E. A. Suárez-Muro</i> 384	JAL. Tecolotlán	IBUG (2011)	*	
<i>Pitcairnia palmeri</i> S. Watson	<i>E. González-Rocha y F. Bonilla Badía</i> 394	NAY. Jala	V	*	*
	<i>E. González-Rocha y F. Bonilla Badía</i> 394bis	NAY. Jala	V	*	*
	<i>P. Carrillo-Reyes et al.</i> , 1210	JAL. San Cristóbal de la Barranca	IBUG (2000)	*	
<i>Pitcairnia pteropoda</i> L. B. Sm.	<i>V. W. Steinmann</i> 4340	MICH. La Huacana	UAMIZ (2004)	*	
	<i>V. W. Steinmann</i> 5789	MICH. Uruapan	H (2007)	*	
	<i>I. García R. y A. Olmos</i> 3305-E	MICH. Uruapan	IBUG (1991)	*	
<i>Pitcairnia ringens</i> Klotzsch	<i>I. Estrada-Sánchez et al.</i> , 02	VER. Zacualpan	V	*	
	<i>A. R. López-Ferrari et al.</i> , 3362	HGO. Tenango de Doria	UAMIZ (2009)	*	
<i>Pitcairnia robert-downsii</i> Gonz.-Rocha, Espejo, López-Ferr. & Cast.-Riv.	<i>L.J. Hernández-Barón et al.</i> , 183	DGO. Pueblo Nuevo	V	*	*
<i>Pitcairnia roseana</i> L. B. Sm.	<i>J. Ceja et al.</i> , 2056	NAY. Ruíz	UAMIZ (2009)	*	
	<i>A. Flores Argüelles</i> 1124	JAL. Cabo Corrientes	H	*	*
<i>Pitcairnia sordida</i> L.B. Sm.	<i>E. González-Rocha et al.</i> , 411	GRO. Tixtla de Guerrero	V	*	*
	<i>R. A. Hernández et al.</i> , 2222	GRO. Olinalá	V	*	*
<i>Pitcairnia vallisletana</i> Lex.	<i>E. González-Rocha et al.</i> , 388	MICH. Morelia	V	*	
	<i>E. González-Rocha et al.</i> , 384	MICH. Charo	V	*	*
<i>Pitcairnia spec. 1</i>	<i>A. Espejo et al.</i> , 7400	MOR. Tlayacapan	V	*	*
	<i>E. González-Rocha y F. Bonilla</i> 383	MOR. Tepoztlán	V	*	*
<i>Pitcairnia spec. 2</i>	<i>E. González-Rocha y P. Carrillo-Reyes</i> 403	JAL. Mazamitla	V	*	*
	<i>E. González-Rocha y P. Carrillo-Reyes</i> 404	JAL. Mazamitla	V	*	
<i>Pitcairnia spec. 3</i>	<i>E. González-Rocha, A. Espejo y A. R. López-Ferrari</i> 191	MOR. Puente de Ixtla	UAMIZ (2012)	*	
	<i>E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari e I. N. Gómez E.</i> 263	MOR. Puente de Ixtla	V	*	*



A multivariate analysis of the *Pitcairnia palmeri* group (Bromeliaceae: Pitcairnioideae)

EDITH GONZÁLEZ-ROCHA¹, MANUEL ARNOLDO CASTILLO-RIVERA², ANA ROSA LÓPEZ-FERRARI² & ADOLFO ESPEJO-SERNA²

¹ Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Ciudad de México, México. E-mail: gore_1986@hotmail.com

² Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Apartado Postal 55-535, 09340, Ciudad de México, México.

Abstract

A multivariate analysis of the *Pitcairnia palmeri* group are presented. Principal Components and Cluster analyses were performed in order to have more accurate information to delimit the species. The analyses showed that the specimens referred to *Pitcairnia palmeri* var. *longebracteata* are clearly delimited, while those identified as *P. palmeri* var. *palmeri*, *P. colimensis*, and *P. compostelae* have a greater overlap of morphological characters, but remain as separate entities. A discriminant analysis showed that morphological characters used have significant multivariate differences between the taxa ($P < 0.0005$), and that the most important variables in the differentiation of these taxa are the percentage of floral bracts that exceeds the length of the sepals, the length of the floral bracts, and the length of the peduncle. We conclude that *P. palmeri* var. *longebracteata* is clearly a different species, not a variety, therefore is described and illustrated as *P. robert-downsii*, and that *P. palmeri*, *P. compostelae* and *P. colimensis* maintain their taxonomic status.

Keywords: Durango, *Pitcairnia*

Resumen

Se presenta un análisis multivariado del grupo de *Pitcairnia palmeri*. Se realizaron análisis de componentes principales y de conglomerados con el propósito de obtener información más precisa para delimitar las especies. Dichos análisis mostraron que los especímenes referidos a *Pitcairnia palmeri* var. *longebracteata* están claramente delimitados, en tanto que los identificados como *P. palmeri* var. *palmeri*, *P. colimensis* y *P. compostelae* presentan una mayor superposición en sus caracteres morfológicos, aunque se mantienen como entidades separadas. Un análisis de discriminantes mostró que los caracteres morfológicos utilizados presentan diferencias significativas entre los taxa ($P < 0.0005$), y que las variables más importantes para diferenciarlos son el porcentaje de brácteas florales que sobrepasan el tamaño de los sépalos, el largo de las brácteas florales y el del pedúnculo. Se concluye que *P. palmeri* var. *longebracteata* es claramente una especie diferente, no una variedad, por lo que se describe e ilustra *P. robert-downsii* y que *P. palmeri*, *P. compostelae* y *P. colimensis* mantienen su estatus taxonómico.

Palabras clave: Durango, *Pitcairnia*

Introduction

Pitcairnia L'Heritier (1788: 5, t. 11), including *Pepinia* Brongn ex André (1870: 32, t. 5) (Pereira Saraiva *et al.* 2015), is the largest genus of the Pitcairnioideae (sensu Givnish *et al.* 2007) and comprises ca. 406 species (Gouda *et al.* cont. updated). The members of the genus are mostly terrestrial or saxicolous plants, with perfect and showy zygomorphic flowers, free convolute sepals, stamens subequal with linear anthers, capsular fruits, and bicaudate to winged seeds. In Mexico there are 50 taxa, 40 (80 %) of which are endemic (Espejo-Serna 2012; Espejo-Serna *et al.* 2017).

There are several Mexican species groups of the genus with problems of specific delimitation. This is the case of a group of endemic species distributed in the Sierra Madre Occidental, formed by: *Pitcairnia colimensis* Smith (1969:

139), *P. compostelae* McVaugh (1989: 27), and *P. palmeri* Watson (1887: 456) with two varieties: *P. palmeri* var. *longebracteata* Smith (1960: 65) and *P. palmeri* var. *palmeri*. All the members of the group are frequently confused, particularly in herbarium material, because they share morphological similarities: plants from 10–45 cm high that grow on rocky cliffs or slopes, showing pedicellate flowers with red-scarlet petals, 4–6 cm long, and floral bracts variable in length in relation to the length of pedicels and/or sepals.

Pitcairnia palmeri was published by S. Watson (1887), based on a specimen collected by E. Palmer (No. 16) in the vicinity of Río Blanco, Jalisco. In 1960, L.B. Smith proposed *P. palmeri* var. *longebracteata* as a new variety, based on material from Pueblo Nuevo, Durango (*H.S. Gentry & C.L. Gilly 10625*, LL!). Later in *Flora Neotropica*, Smith & Downs (1974) considered several specimens from the states of Chihuahua (*H. Leseur 1258*, GH!), Jalisco (*E. Holway No. A*, GH), Michoacán (*R.M. King & T.S. Soderstrom 4846*, US!), Morelos (*C.G. Pringle 9181*, GH!, US!), and Nayarit (*R. McVaugh 16496*, MICH!, US!) as *P. palmeri* var. *longebracteata*, which have later been identified as other species.

Pitcairnia colimensis was published in 1969 by L.B. Smith based on material collected in Colima (*R. McVaugh 15509* (MICH!, US!), *H.H. Iltis et al. 676* (MICH!, US!)). Finally, McVaugh (1989) published *P. compostelae* based on specimens from the vicinity of Compostela, Nayarit (*Gentry & Gilly 10825*; *McVaugh 16496*) and Talpa, Jalisco (*R. González T. 428*), comparing it with *P. palmeri* var. *longebracteata* and *P. colimensis*. McVaugh commented that all the specimens that he included in *P. compostelae* had originally been identified as *P. palmeri* var. *longebracteata*, but differed from this taxon by the apparent absence of reduced spiny leaves, by the fasciculate and foliaceous basal peduncle bracts, and especially by the adaxial sepals with a thin dorsal wing. He also pointed out that the plants of *P. compostelae* are similar by the presence of inflorescences with secund and pedicellate flowers, like those of *P. palmeri* var. *palmeri*.

The delimitation of the species in the group have been complicated because they all have similar flowers and they differ in characteristics not easy to observe in herbarium material, such as the presence or not of a wing or carina in the sepals, the more or less secund flowered inflorescence, and the presence or not of spiny reduced leaves (Fig. 1). With the aim to have more accurate information that allow us to clarify the delimitation of the species, we conducted a multivariate analysis that included a representative sample of specimens and morphological variables of the group.

Materials and methods

Selection of specimens and characters

A total of 150 specimens were studied, including fresh specimens collected in the field and the type specimens of all the taxon names involved, from the following institutional collections: BM, BR, CHAPA, CORU, ENCB, FCME, GH, IBUG, IEB, K, LL, MEXU, MICH, MO, P, TEX, UAMIZ, UC, US, and XAL (Thiers, cont. updated). From the total examined specimens, only 59 (Appendix 1) presented the complete structures to carry out the multivariate analysis. Each specimen was treated as an operational taxonomic unit (OTU).

The measurements were obtained with a digital caliper directly from the specimens. In the case of the nomenclatural types, data were obtained from images displayed on the JSTOR Global Plants page (ITHAKA 2000–2017) or from author photographs captured by means of ImageJ software (Schneider *et al.* 2012).

Statistical analyses

Principal component analyses (PCA) were used to reduce the number of variables originally considered as well as multicollinearity. This procedure allowed to reduce, retaining the maximum of the original variability, the 45 morphological variables initially considered to 12. A final PCA analysis was also used to detect if the 12 retained variables showed a clear multivariate pattern related to the probable differentiation of OTUs (Hair *et al.* 2010; Tabachnick & Fidell 2012).

With the purpose of finding potential patterns of similarity between OTUs and the consequent formation of groups (McGarigal *et al.* 2000), a cluster analysis (CA) based on a matrix of Euclidean distances constructed with the 12 selected variables, was performed with the UPGMA fusion technique.



FIGURE 1. Herbarium specimens of A) *Pitcairnia palmeri*, B) *Pitcairnia robert-downsii*, C) *P. colimensis*, and D) *P. compostelae*.

In order to determine if there were statistically significant multivariate differences between the groups (species) founded, a discriminant analysis (DA) was applied. The morphological characters were used as discriminating variables and the grouping variable was the species. To measure the similarities or differences between the groups (species) the

Wilks's Lambda (λ) criterion was used, which is easy to interpret, because its values vary from 1 (total similarity) to 0 (total difference). Finally, to evaluate the importance of each morphological variable in the differentiation of the groups (species), the correlations between the original discriminatory variables and the corresponding derived discriminant functions were used; the larger each correlation coefficient is, the greater is the importance of each variable (Hair *et al.* 2010; Tabachnick & Fidell 2012). In all previously mentioned analyses, the variables were transformed to $\log_2$. The PCA and CA analyses were carried out with the MVSP program (Kovach 2005) and the DA with the SPSS program (2013).

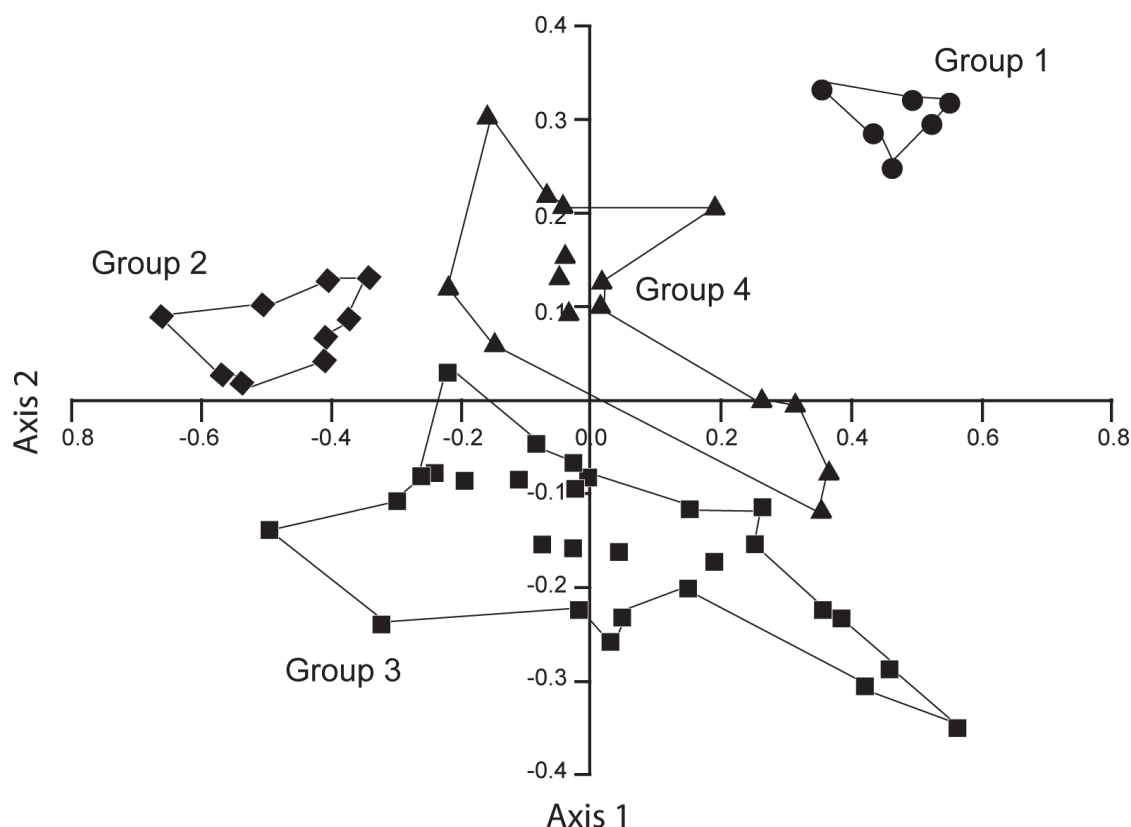


FIGURE 2. Scatterplot between the first two axes (cumulative variance of 66.7 %) derived from the principal component analysis applied to 12 morphological variables transformed to $\log_2$. The symbols correspond to *Pitcairnia colimensis* (◆), *P. compostelae* (▲), *P. palmeri* var. *longebracteata* (●) and *P. palmeri* var. *palmeri* (■).

Results

According to the PCA, the first axis explained 50.42 % of the total variance and the second explained 16.28 %, with a total of 66.7 % in the first two axes. The scatterplot between these two axes (Fig. 2) clearly shows that, based on the morphological variables considered, four groups are formed: the first clearly separated from the rest of the OTUs, and conformed by specimens from the state of Durango that can be referred to Smith's *Pitcairnia palmeri* var. *longebracteata* (●, positive values for both axes), the second formed by specimens identified as *P. colimensis* (◆), the third formed by a large group of specimens identified as *P. palmeri* var. *palmeri* (■) and the fourth group formed by specimens identified as *P. compostelae* (▲).

The dendrogram derived from the CA shows also four principal groups (Fig. 3). The first one integrated exclusively OTUs referred to *Pitcairnia palmeri* var. *longebracteata*, which agrees with the results of the PCA. The second including OTUs identified as *P. colimensis*, the third formed by OTUs of *P. palmeri* var. *palmeri*, and the fourth constituted by OTUs referable to *P. compostelae* and some of *P. palmeri* var. *palmeri*. The high value of the cophenetic correlation of this analysis (0.878) shows that the resolution of the CA (i.e. dendrogram) faithfully represents the structure of the original data set.

The results of the DA indicate that the first function conserved 97.9 % of the total variance, with a Wilks's Lambda

value very low, which is highly significant (Table 1). This implies that, based on the 12 morphological variables analyzed, there are significant multivariate differences between the groups considered. According to the correlations between the original discriminatory variables and the corresponding discriminant functions derived from the DA. The most important variables in the differentiation of the groups were, for the first function, the percentage of floral bracts that exceeds the length of the sepals (0.939), the length of the basal floral bract with respect to the length of the basal pedicel (0.069), while for the second function the most important variable was the ratio between the length of the basal peduncle bract and the length of the flowering plant (0.620).

TABLE 1. Results of the discriminant analysis applied to the morphological variables (discriminatory variables) and to the species (classificatory variables).

Discriminant function	Percentage of variance	Percentage of accumulated variance	Wilks's Lambda	P
1	97.9	97.9	<0.0005	<0.0005
2	1.5	99.4	0.002	<0.0005
3	0.6	100	0.041	<0.0005

Discussion

Both, the PCA and the CA, clearly separate four main groups (Table 2): the first formed by all the OTU's with at least a third of their floral bracts longer than the sepals and by the length of its apical floral bract of 1.5–1.9 cm (i.e. *Pitcairnia palmeri* var. *longebracteata* = *Pitcairnia robert-downsii* nom. et stat. nov.); the second group formed by the OTU's with all their floral bracts shorter than the sepals and by its longer peduncles (23–39 cm; i.e. *Pitcairnia colimensis*); the third formed by the OTU's of *P. palmeri* var. *palmeri* with all their floral bracts shorter than the sepals, by its less wide apical (1–3 mm) and basal (2–5 mm wide) peduncle bracts; the fourth constituted by the OTU's referable to *P. compostelae* and some identified as *P. palmeri* var. *palmeri* with its longer basal peduncle bracts (11–42 cm long).

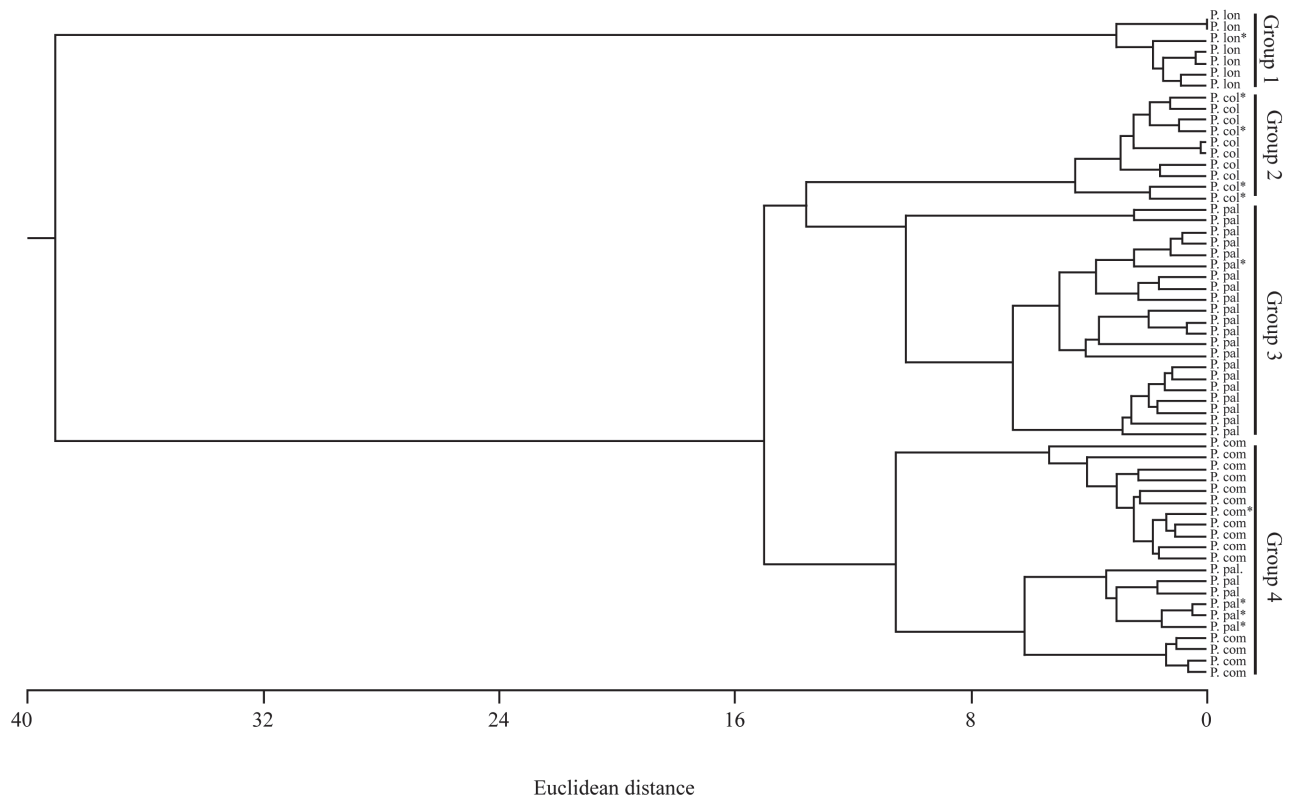


FIGURE 3. Dendrogram of the cluster analysis applied to the Euclidean distance matrix (data transformed to log₂) of 12 morphological variables, grouped by the UPGMA fusion technique. The abbreviations correspond to: P. col: *P. colimensis*, P. com: *P. compostelae*, P. lon: *Pitcairnia palmeri* var. *longebracteata* and P. pal: *P. palmeri* var. *palmeri*. * Indicates the nomenclatural types.

According to the DA, the multivariate morphological differences were highly significant, and it is concluded that *P. palmeri* var. *longebracteata* should be considered on species level like the other taxa in the group, as proposed here. The epithet '*longebracteata*' is already occupied on species level in *Pitcairnia* and therefore cannot be used. Groups 2, 3 and 4 obtained in the PCA correspond to *Pitcairnia colimensis*, *P. palmeri* and *P. compostelae* respectively. The comparative characters of these species are showed in Table 2. In the dendrogram (Fig. 3), some specimens of *P. palmeri* are included in group 4, that corresponds with *P. compostelae*. We think that this may be due to the fact that some of the dried specimens used in the analyses were incomplete or depauperate. However, it is important to mention that, as part of the doctoral project of the first author, the study of this group includes other methodological tools, such as the use of molecular characters, which will probably help to have more accurate results for this species group.

TABLE 2. Comparative variables of *Pitcairnia robert-downsii*, *P. palmeri*, *P. colimensis*, and *P. compostelae*.

Variable	<i>P. robert-downsii</i>	<i>P. palmeri</i>	<i>P. colimensis</i>	<i>P. compostelae</i>
1. Width of the bulbous stem (cm)	2.8–3.9	1.2–2.5	1.3–3–2	1.5–2.7
2. Width of the basal floral bract (cm)	0.6–1.1	0.2–0.4	0.2–0.5	0.4–0.9
3. Width of the distal peduncle bract (cm)	0.5–1.2	0.1–0.3	0.2–0.5	0.3–0.6
4. Width of the basal peduncle bract (cm)	0.7–1.4	0.2–0.5	0.5–1.2	0.5–1.1
5. Ratio between number of floral bracts that exceed the sepals and the total number of flowers (%)	24–34 %	0%	0%	0%
6. Length of the apical floral bract (cm)	1.5–1.9	0.4–0.8	0.5–0.8	0.9–2.4
7. Length of the basal floral bract (cm)	4.6–5.8	1.1–2.8	1–1.8	1.6–3.1
8. Length of the bulbous stem (cm)	4.2–4.9	1.8–3.8	3–4.5	2.5–6
9. Length of the apical peduncle bract (cm)	5.3–7.5	1.3–3.4	1–2–2.6	2.6–5.5
10. Length of the basal peduncle bract (cm)	5.3–11.2	2.2–8.6	22–44	11–42
11. Length of the peduncle (cm)	12–17	3–18	23–39	13–26.5
12. Diameter of the peduncle (cm)	0.3–0.4	0.1–0.2	0.2–0.4	0.2–0.3

Taxonomy

Identification key to the species of *Pitcairnia palmeri* group

1. Flowers secund2
1. Flowers not secund3
2. Reduced and prickly dark brown leaves absent; leaves blades 10–18 mm wide; basal peduncle bracts foliaceous, 11–42 cm long..*P. compostelae*
2. Reduced and prickly dark brown leaves present; leaves blades 3–8 mm wide; basal peduncle bracts not foliaceous, 2.2–8.6 cm long *P. palmeri*
3. Peduncle 23–39 cm long; floral bracts 0.5–1.8 cm long; inflorescence 8–21 flowered*P. colimensis*
3. Peduncle 12–17 cm long; floral bracts 1.5–5.8 cm long; inflorescence 19–30 flowered *P. robert-downsii*

Pitcairnia robert-downsii González-Rocha, Espejo, López-Ferr. & M. Castillo, *stat. et nom. nov.* (Figs. 4A–D).

Pitcairnia palmeri var. *longebracteata* L.B. Sm., *syn. nov.*, *Wrightia* 2: 64. 1960, Type: MEXICO. Durango: Municipio de Pueblo Nuevo, 15–17 miles northeast of Palmito along highway from Mazatlán to Durango, 7000–7500 ft, pine-oak forest, June 16, 1951 (fl), *H.S. Gentry & C.L. Gilly 10625* (holotype LL!).

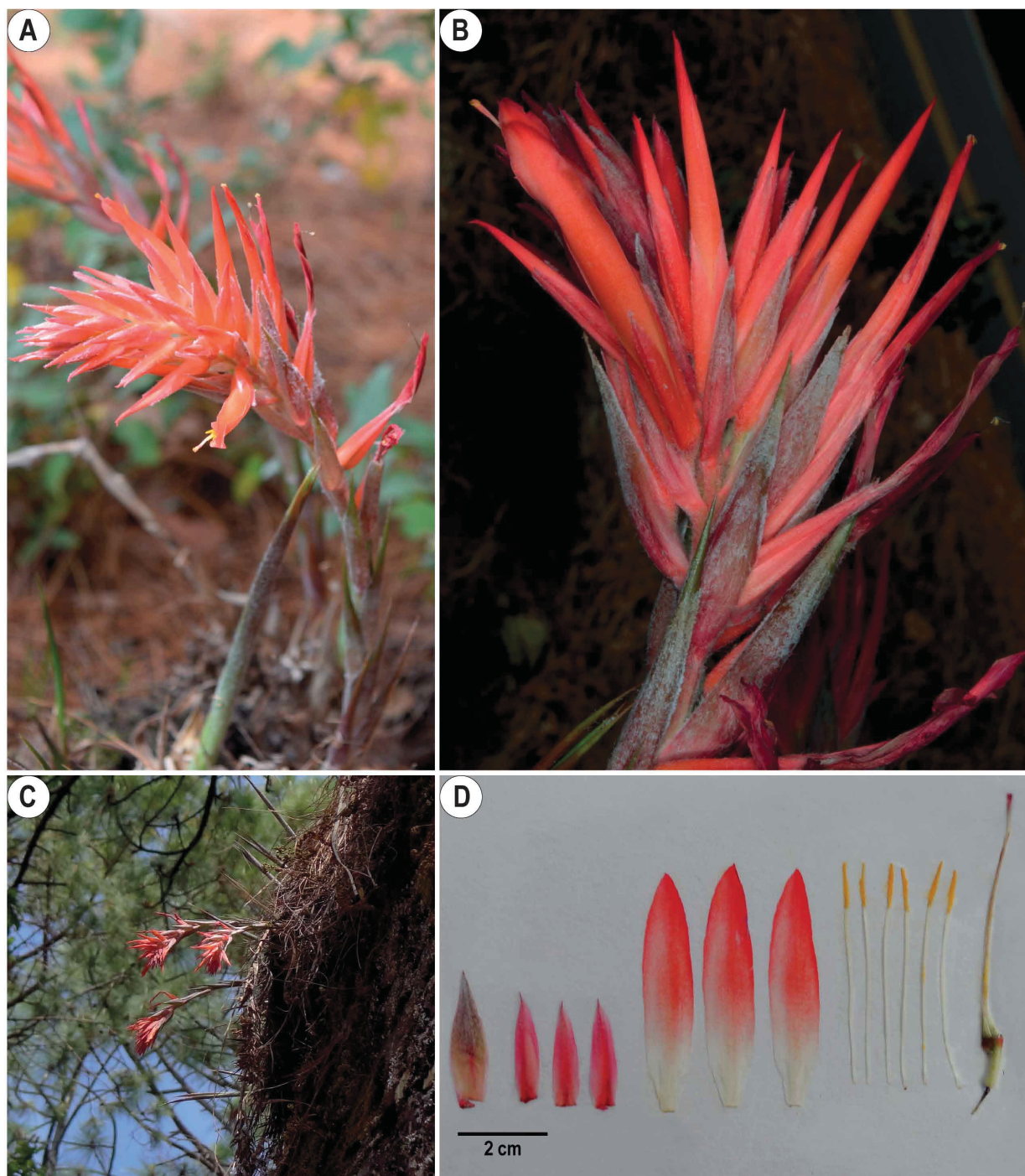


FIGURE 4. *Pitcairnia robert-downsii* González-Rocha, Espejo, López-Ferr. & M. Castillo, *nom. et stat. nov.* A–B) Detail of the inflorescence, C) habitat and D) dissected flower.

The new species differs from *Pitcairnia palmeri* by its longer peduncle bracts (5.3–11.2 cm long vs. 1.3–8.6 cm), by the length of its floral bracts (1.5–5.8 cm vs. 0.4–2.8 cm), by its densely white-lepidote leaves (vs. scarcely lepidote), by the number of flowers per inflorescence (19–30 vs. 3–21) and by its polystichously (vs. secund) flowers.

Type:—MEXICO. Durango: Municipio de Pueblo Nuevo, carretera libre El Salto-Mazatlán, 4 km antes de llegar al Espinazo del Diablo viniendo de El Salto, 0.4 km al NW de Los Bancos, 2500 m, taludes rocosos con bosque de pino-encino, 23° 39' 09" N; 105° 44' 19.6" W, May 29, 2016 (fl), *L.J. Hernández-Barón, A. Espejo-Serna, A.R. López-Ferrari y R. Cerros-Tlatilpa 183* (holotype: UAMIZ!, isotypes: CHIDIR!, MEXU!).

Plant saxicolous, perennial, acaulescent, cespitose, 24–36 cm high in flower. **Roots** fibrous. **Stem** bulbous, 4.2–4.9 cm long, 2.8–3.9 cm wide. **Leaves** not petiolate; **sheaths** widely ovate, 2.5–3 cm long, 1.8–2.7 cm wide at widest

point, dark brown abaxially, brown adaxially; **leaf blades** of three kinds: the first ones foliaceous, green, linear, ca. 40 cm long, 8–15.5 mm wide, entire, conspicuously nerved, glabrous adaxially, white lepidote abaxially, deciduous and absent during the dry flowering season; the second reduced ones persistent, sheath-like, light brown to straw-colored, papyraceous, oblong, 5–9.5 cm long, 1.4–1.6 cm wide, entire, acuminate, conspicuously nerved, glabrous adaxially, lepidote abaxially; the third reduced ones persistent, dark brown, awl shaped to linear, 2–7.4 cm long, ca. 2 mm wide, margin with brown, 1.5 mm long, retrorse spines, scarcely lepidote on both surfaces. **Inflorescence** terminal, simple, racemose, erect to slightly curved; **peduncle** green, terete, 12–17 cm long, 2.7–3.2 mm in diameter when dry, densely white lepidote; **peduncle bracts** foliaceous, green, narrowly triangular, 5.3–11.2 cm long, 5–14 mm wide, entire, the basal ones sometimes with some retrorse spines, glabrous adaxially, densely white lepidote abaxially, longer than the internodes; **raceme** 11.5–16 cm long, with 19–30 polystichously arranged flowers; **rachis** densely white lepidote; **floral bracts** cardinal red, greenish toward the apex, the basal ones short or narrowly triangular, in basal third surpassing the sepals, 4.6–5.8 cm long, 6–11.2 mm wide, the apical one elliptic to lanceolate, 1.5–1.9 cm long, 3–4.6 mm wide, entire, acuminate, glabrous adaxially, densely white lepidote abaxially, longer than the pedicel; **flowers** ascending at anthesis, zygomorphic, pedicellate; **pedicels** slender, 4–13 mm long, densely white lepidote; **sepals** free, cherry colored, narrowly triangular, 2.3–3 cm long, 3.2–5 mm wide, acute, scarcely lepidote, the two adaxial ones carinate, free; **petals** without appendages, scarlet, oblong, shortly unguiculate, 4.6–5.8 cm long, 8.8–12.2 mm wide, acute, glabrous; **stamens** equal in length; **filaments** white, filiform, 4–4.3 cm long; **anthers** yellow, linear-sagittate, 9.8–11.4 mm long; **ovary** green, ovoid, 5–7.5 mm long, 2.4–3.7 mm in diameter; **style** white, slender, 4.8–5.4 cm long; **stigma** conduplicate-spiral, lobes red. **Capsules** ovoid, trigonous, 1.4 cm long, 9 mm in diameter, apex rostrate; **seeds** not seen.

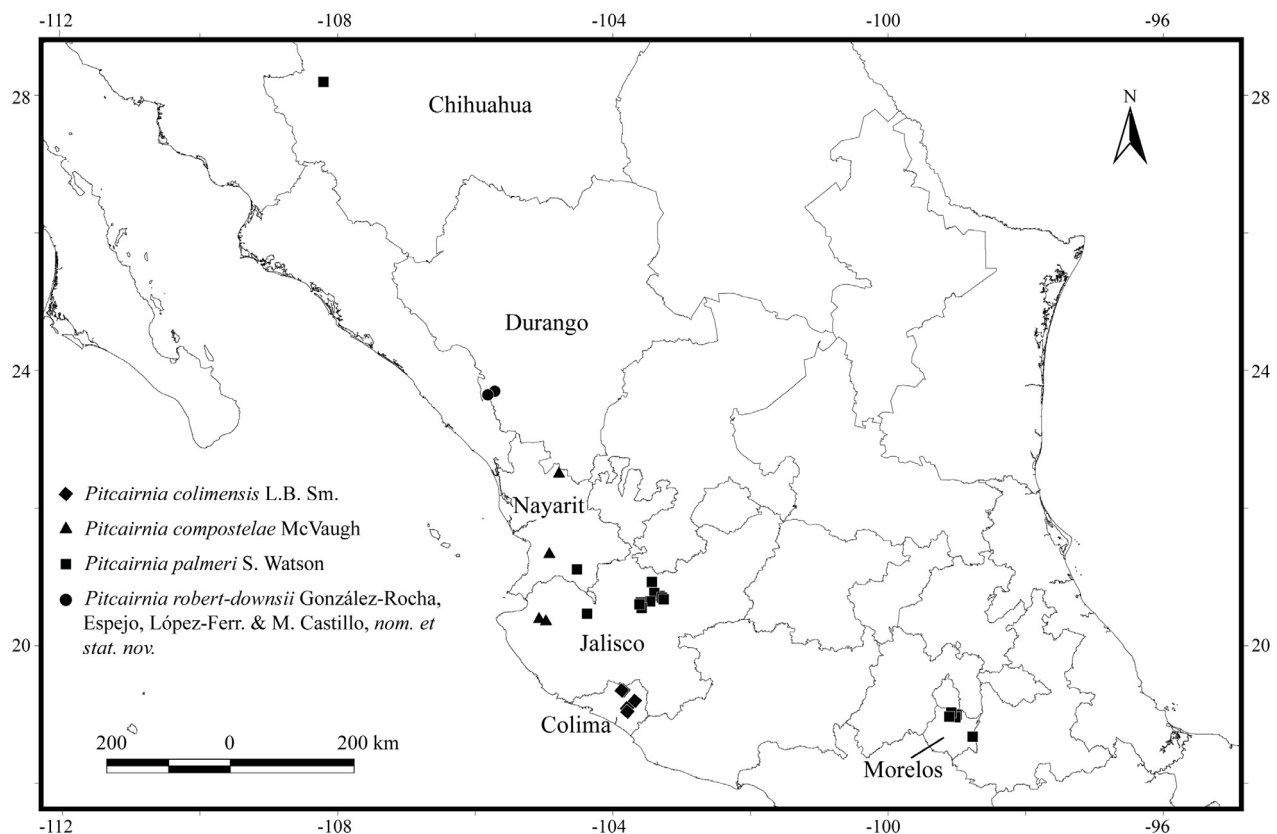


FIGURE 5. Known distribution of *Pitcairnia robert-downsii* González-Rocha, Espejo, López-Ferr. & M. Castillo.

Etymology:—The specific epithet honors the American botanist Robert Jack Downs (1923–2015), who, in collaboration with Lyman B. Smith, published the monograph of the Bromeliaceae for the Flora Neotropica. For his essential contribution to the studies in Bromeliaceae.

Distribution, habitat and phenology:—*Pitcairnia robert-downsii* is only known from the state of Durango, in the municipality of Pueblo Nuevo (Fig. 5). It grows on cliffs or rocky slopes in pine-oak forests, at elevations between 1900 and 2500 m. It flowers from May to July.

Paratypes:—MEXICO. Durango: Municipio de Pueblo Nuevo, 4.5 km después de la Ermita, km 163 de la carretera Durango-Mazatlán, 9.3–10.5 km al NE de El Palmito, 2590 m, bosque de pino-encino, June 17, 1993 (fl), A.R. López-Ferrari y A. Espejo 1803 (UAMIZ).

Acknowledgements

We want to express our gratitude to the curators of the herbaria revised for the facilities provided to study their collections. Further to the editor E.J. Gouda and reviewers W. Till and an anonymous reviewer for the suggestions that improved the original manuscript. The results of this work were partially supported by the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) through the fellowship No. 265753, and are part of the doctoral thesis of the first author.

References

- André, E. (1870) *Pepinia aphelandraeflora*, Ed. André. *L'Illustration horticole* 17: 32–33.
- Espejo Serna, A. (2012) El endemismo en las Liliopsida Mexicanas. *Acta Botanica Mexicana* 100: 195–257.
<https://doi.org/10.21829/abm100.2012.36>
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A.R., Martínez-Correa, N. & Pulido-Esparza, V.A. (2017) Bromeliad Flora of Chiapas State, México: Richness and Distribution. *Phytotaxa* 310: 1–74.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.310.1.1>
- Givnish, T.J., Millam, K.C., Berry, P.E. & Sytsma, K.J. (2007) Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from Ndhf sequence data. *Aliso* 23: 3–26.
<https://doi.org/10.5642/aliso.20072301.04>
- Gouda, E.J., Butcher, D. & Gouda, C.S. (2017) [Continuously updated] *Encyclopedia of Bromeliads, Version 3*. University Botanic Gardens, Utrecht. Available from: <http://encyclopedia.florapix.nl/> (accessed 5 October 2017)
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. & Anderson, R.E. (2010) *Multivariate Data Analysis*. 7th ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 816 pp.
- ITHAKA (2000–2017) *JSTOR Global Plants*. Available from: <https://plants.jstor.org> (accessed February 2016)
- Kovach W.L. (2005) *MVSP—A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1*. Kovach Computing Services, Pentraeth.
- L'Héritier, C.L. (1788 “1789–1792”) *Sertum Anglicum*. Petri-Francisci Didot, Paris, 36 pp.
- McGarigal, K., Cushman, S. & Stafford, S. (2000) *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research*. Springer-Verlag, New York. 283 pp.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4612-1288-1>
- McVaugh, R. (1989) Bromeliaceae. In: Anderson, W.R. (Ed.) *Flora Novo-Galiciana* 15. The University of Michigan, Ann Arbor, pp. 4–79.
- Pereira Saraiva, D., Mantovani, A. & Campostrini Forzza, R. (2015) Insights into the Evolution of *Pitcairnia* (Pitcairnioideae-Bromeliaceae), based on morphological evidence. *Systematic Botany* 40: 726–736.
<https://doi.org/10.1600/036364415X689186>
- Schneider, C. A., Rasband, W.S. & Eliceiri, K.W. (2012) NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods* 9: 671–675.
<https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
- Smith, L.B. & Downs, R.J. (1974) Pitcairnioideae (Bromeliaceae) In: *Flora Neotropica Monograph* 14. Hafner Press, New York, pp. 1–658.
- Smith, L.B. (1960) Notable Bromeliaceae of the Lundell Herbarium. *Wrightia* 2: 64–65.
- Smith, L.B. (1969) Notes in Bromeliaceae XXIX. *Phytologia* 18: 137–142.
<https://doi.org/10.5962/bhl.part.28884>
- SPSS. (2013). IBM SPSS Statistics 22.0. USA.
- Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. (2012) *Using Multivariate Statistics*. 6th ed. Pearson, Boston, 983 pp.
- Thiers, B. (2017) [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/science/ih> (accessed 15 February 2017)
- Watson, S. (1887) Contributions to American Botany. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 22: 396–481.
<https://doi.org/10.2307/25129875>

APPENDIX 1. Specimens revised and included in the study.

- Pitcairnia colimensis*: Colima:** Municipio de Colima, steep bluffs above río Salado, 5 miles south of Colima, *R. McVaugh* 15509 (Holotype of *Pitcairnia colimensis*: MICH, Isotypes: MEXU, US). Municipio de Comala, 15–16 km al NO de Colima, 2–3 km al SE de Campo Cuatro, camino Juluapan-Campo Cuatro, *F.J. Santana M., J.A. Vázquez G. & L. Guzmán H.* 5289 (IBUG, IEB); sierra de Manantlán, brecha a Campo Cuatro, *R. Ramírez D., E. Salcedo P. & F. Zamora N.* 2186 (CHAPA, IBUG, MEXU). Municipio de Tecomán, 8 km adelante de Los Asmoles, carretera Colima-Manzanillo, *A.R. López-Ferrari & A. Espejo* 916 (UAMIZ, MEXU!). Sin municipio, entre Armería y Colima, a 4 km de Los Asmoles, *A. Delgado S. & R. Hernández* 377 (CHAPA, ENCB, MICH).
- Pitcairnia compostelae*: Jalisco:** Municipio de Mixtlán, mountain summits about 25 km west of Ameca, between La Estanzuela and Mixtlán, locally abundant on step side of arroyo 4 miles south of Estanzuela de Oro, *R. González T.* 428 (ENCB, IEB, MEXU); arroyo El Salto, brecha Cuale-Talpa, *A. Rodríguez C., R. Ramírez D. & J. García-Cruz* 2210 (IEB, IBUG). **Nayarit:** Municipio de Xalisco, fifteen miles south of Tepic along highway to Compostela, *H.S. Gentry & C.L. Gilly* 10825 (Holotype of *Pitcairnia compostelae*: MICH); mountains 9 miles north of Compostela, *R. McVaugh* 16496 (MICH, MEXU); rumbo a Compostela, 3.5 km adelante de Tepic, *A. Espejo & A.R. López-Ferrari* 5250 (UAMIZ); in the Sierra Madre, near Santa Teresa, territorio de Tepic, *J.N. Rose s.n.* (US).
- Pitcairnia palmeri*: Chihuahua:** Municipio de Ocampo, ca. 5 km N of Basaseachi up the río Basaseachi, on summit of ridge W of river, on open E-facing rock, *R. Spellenberg & P. Martin* 10803 (CIIDIR). **Jalisco:** Municipio de Guadalajara, barranca de Huentitán, *J.J. Guerrero N.* 837 (XAL). Municipio de Zapopan, Río Blanco, *E. Palmer* 16 (Holotype of *Pitcairnia palmeri*: GH; Isotypes: BM, MEXU, NY (specimen of the right side of the sheet), USx2); cerro El Diente, al norte del poblado de Río Blanco, *A. Espejo, A.R. López-Ferrari & J. García-Cruz* 4969 (UAMIZ); brecha a Huaxtla, a partir de la carretera Tesistán-San Cristóbal de la Barranca, *A.R. López-Ferrari & A. Espejo* 2097 (UAMIZ); cerro del Colli, orilla oeste de Guadalajara, *M. Cházaro B., R. Acevedo R. & E. Lomeli M.* 6974 (XAL); verge of cliffs, barranca near Guadalajara, *C.G. Pringle* 2552 (GH); on ledges and banks near Guadalajara, *C.G. Pringle* 7559 (ENCB); cerro de Colli, west edge of Guadalajara plain, about 1 mile west of Ciudad Granja, a few miles west of Guadalajara, *D.P. Gregory & G. Eiten* 147 (MEXU); sierra de la Primavera, *S. Zamudio R.* 7886 (IEB). **Nayarit:** Municipio de Jala, volcán Ceboruco, sobre la brecha de Jala a la estación de Microondas, *M. Cházaro B., R. Acevedo R. & E. Lomeli M.* 6961 (MEXU!). **Morelos:** Municipio de Tepoztlán, sendero a la zona arqueológica del Tepozteco, *E. González-Rocha & F. Bonilla* 114 (UAMIZ); cerca de El Parque (sierra Tepoztlán), *F. Miranda* 177 (MEXU); cima de los cerros al E de San Juan Tlacotenco, *A. Espejo, A.R. López-Ferrari, J. Ceja & A. Mendoza R.* 6089 (UAMIZ). Municipio de Tlayacapan, barrancas al N de San Jose de los Laureles, *V. Sainchez C., A. Espejo, M. Flores C., G. Barroso Ch. & E. Bobadilla* 23 (UAMIZ, MEXU); barranca Tepecapa, *R. Hernáinz-Cairdenas, R. Cerros T. & A. Flores-Morales* 329 (UAMIZ). Municipio de Jantetelco, en el peñón de Chalcatzingo, ladera E, *G.M. Hernández-Barón & R. Cerros-Tlatilpa* 110 (UAMIZ).
- Pitcairnia robert-downsii*: Durango:** Municipio Pueblo Nuevo, 15–17 miles northeast of Palmito along highway from Mazatlán to Durango, *H.S. Gentry & C.L. Gilly* 10625 (Holotype of *Pitcairnia palmeri* var. *longibracteata*: LL).



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE DISERTACIÓN PÚBLICA

No. 00137

Matrícula: 2151800183

Sistemática del complejo
Pitcaimia karwinskyana
(Bromeliaceae:
Pitcairnioideae).

En la Ciudad de México, se presentaron a las 11:30 horas del día 27 del mes de marzo del año 2023 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. MARIO ADOLFO ESPEJO SERNA
DR. DANIEL MOTA ROJAS
DR. PABLO CARRILLO REYES
DR. ARTURO CASTRO CASTRO
DRA. SUSANA AURORA MAGALLON PUEBLA

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaría la última, se reunieron a la presentación de la Disertación Pública cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DE: EDITH GONZALEZ ROCHA

y de acuerdo con el artículo 78 fracción IV del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

Aprobar

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

EDITH GONZALEZ ROCHA
ALUMNA

REVISÓ
MTRA. ROSALÍA SERRANO DE LA PAZ
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBS

DR. JOSE LUIS GOMEZ OLIVARES

PRESIDENTE

DR. MARIO ADOLFO ESPEJO SERNA

VOCAL

DR. DANIEL MOTA ROJAS

VOCAL

DR. PABLO CARRILLO REYES

VOCAL

DR. ARTURO CASTRO CASTRO

SECRETARIA

DRA. SUSANA AURORA MAGALLON PUEBLA