



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

I z t a p a l a p a

**PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE BROMELIAS Y ORQUÍDEAS
EPÍFITAS DE LOS BOSQUES MESÓFILOS DE MONTAÑA EN
MÉXICO Y SUS RELACIONES BIOGEOGRÁFICAS**

TESIS

Que para obtener el grado de
Maestra en Biología

PRESENTA

Biól. Iveth Estrada Sánchez

Director: Dr. Javier García Cruz

2017



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 02154

México, 23/06/2017

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE
BROMELIAS Y ORQUIDEAS
EPÍFITAS DE LOS BOSQUES
MESÓFILOS DE MONTANA EN
MÉXICO Y SUS RELACIONES
BIOGEOGRÁFICAS

En la Ciudad de México, se presentaron a las 15:00 horas del día 13 del mes de junio del año 2017 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. MARIO ADOLFO ESPEJO SERNA
M. EN C. GERARDO LOPEZ ORTEGA
DR. JUAN JOSE MORRONE LUPI
M. EN C. ANA ROSA LOPEZ FERRARI

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaria la última, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN BIOLOGIA

DE: IVETH ESTRADA SANCHEZ

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III 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.



IVETH ESTRADA SANCHEZ
ALUMNA

REVISÓ
LIC. JULIO CÉSAR DE LARA ISASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTORA DE LA DIVISIÓN DE CBS

DRA. EDITH PONCE ALQUICIRA

PRESIDENTE

DR. MARIO ADOLFO ESPEJO SERNA

VOCAL

M. EN C. GERARDO LOPEZ ORTEGA

VOCAL

DR. JUAN JOSE MORRONE LUPI

SECRETARIA

M. EN C. ANA ROSA LOPEZ FERRARI

**La Maestría en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana pertenece al Padrón
de Postgrados de Calidad del CONACyT.**

El jurado designado por la
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

Biól. Iveth Estrada Sánchez

Para mis padres...

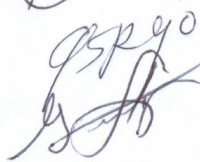
El día 13 de junio del año de 2017.

Comité tutorial y Jurado

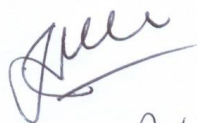
Tutor: Dr. Carlos Javier García Cruz



Asesor: Dr. Mario Adolfo Espejo Serna

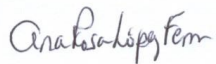


Asesor: M. en C. Gerardo López Ortega



Sinodal: Dr. Juan José Morrone Lupi

Sinodal: M. en C. Ana Rosa López Ferrari



Para mis padres...

“Every day is a new day. It is better to be lucky. But I would rather be exact. Then when luck comes you are ready”. — Ernest Hemingway

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo incondicional en todo momento, es especial a mis papás por el esfuerzo que han hecho para mantenerme aquí, a mi hermana, hermanos y mis pequeños sobrinos que con sus sonrisas me alegran la vida, los quiero mucho.

A la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa por ser mi casa abierta al tiempo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada durante la realización de esta tesis.

Al personal de los herbarios AMO, CHIP, CORU, HEM, IEB, MEXU y UAMIZ por las facilidades otorgadas en la consulta del material botánico.

A los Drs. Adolfo Espejo y Javier García, por darme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo desde hace cuatro años y adentrarme en el maravilloso mundo de las bromelias y orquídeas ¡Gracias por todo maestros!

A mi director de tesis, Dr. Javier, le agradezco su tiempo, las enseñanzas, sus valiosos comentarios y consejos, su paciencia y por darme la oportunidad de crecer académicamente desarrollando este trabajo.

A mis asesores, Dr. Espejo y maestro Gerardo, por todos sus comentarios, sugerencias y preguntas durante la realización de esta tesis, sin duda alguna para incrementar mi conocimiento y hacerme mejor estudiante ¡Gracias maestros!

A la maestra Ana Rosa López Ferrari y al Dr. Juan J. Morrone por aceptar revisar este trabajo y por sus valiosos comentarios y observaciones al mismo.

Al Biól. Rolando Jiménez por la ayuda en los viajes de campo a los estados de Hidalgo y Veracruz.

A Reyna Cerón y Jorge Santana por toda la ayuda técnica en el procesamiento de las plantas.

A Isabel y Dany por todas esas experiencias en las capacitaciones, así como la convivencia día a día en el herbario ¡Gracias chicas!

A la Dra. Blanca Pérez-García, Mtro. Aniceto Mendoza-Ruíz, Mtra. Jacqueline Ceja y todos los habitantes del herbario por todas esas convivencias en el gametofito feliz.

A mis amigos del herbario: Isa, Dany, Jimena, Rodrigo, Edith, Nayeli y Nancy, vámonos amigos...

RESUMEN

La biogeografía estudia la distribución de los seres vivos en el espacio y el tiempo y propone hipótesis acerca de los procesos que la causaron, a partir del reconocimiento de patrones de distribución y de la identificación de áreas de endemismo compartido. El bosque mesófilo de montaña (BMM) es un tipo de vegetación que se caracteriza por su alta diversidad de especies epífitas, entre las que destacan las familias de monocotiledóneas Bromeliaceae y Orchidaceae. Los objetivos de este trabajo fueron: determinar los patrones de distribución actuales de bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México que habitan en los BMM, identificar posibles áreas de endemismo y proponer una hipótesis de sus posibles relaciones biogeográficas. A partir de los datos en las etiquetas de los ejemplares de herbario se obtuvo la información geográfica y taxonómica relativa a bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México, recolectadas en el BMM. Los estados con mayor diversidad de especies fueron Oaxaca, Guerrero, Jalisco y Veracruz, altitudinalmente la mayor diversidad se ubicó entre 1 700 y 2 000 m. De acuerdo con los datos obtenidos, la mayor riqueza de especies se localiza en la región centro norte de Oaxaca. Se identificaron cuatro patrones generales de distribución: Faja Volcánica Transmexicana, Vertiente del Océano Pacífico, Sureste de México y Vertiente del Golfo de México, siendo éste el más diverso con 61 especies; la mayor similitud florística se presentó entre la Faja Volcánica Transmexicana y la Vertiente del Océano Pacífico, la menor similitud se presentó entre la Faja Volcánica Transmexicana y el Sureste de México. Cada patrón general tiene condiciones altitudinales y climáticas particulares. Se identificaron cinco áreas de endemismo compartido, las cuales coinciden con los patrones de mayor diversidad y de riqueza de especies. El análisis cladístico, de las áreas de endemismo compartido, indica dos

relaciones históricas, una entre los BMMs de la Vertiente del Océano Pacífico y otra entre los BMMs de la Vertiente del Golfo de México. Por lo tanto, nuestros resultados no apoyan la hipótesis de que el BMM presentó en el pasado una distribución continua.

ABSTRACT

Biogeography studies the distribution of species in geographic space and through time, and proposes hypotheses about the processes that caused it, based on the recognition of distribution patterns and the identification of endemism areas. The cloud forest (CF) is a vegetation type that is characterized by their high diversity of epiphytic species, amongst which are the monocots families Bromeliaceae and Orchidaceae. The goals of this research were: to determine the current distribution patterns of endemic epiphytic bromeliads and orchids of Mexico in the CF; identify possible endemism areas and propose a hypothesis of their possible biogeographical relationships. From the labels of the herbarium specimens were obtained the geographic and taxonomic information related to the epiphytic bromeliads and orchids endemic of Mexico that were collected in the CF. The states with the greatest diversity of species were Oaxaca, Guerrero, Jalisco and Veracruz, the altitudinal range most diverse was between 1 700 and 2 000 m. According with the data obtained, the greatest species richness was on the northern of Oaxaca. Four general distribution patterns were identified: Transmexican Volcanic Belt, Pacific Ocean Slope, Southeast of Mexico and Gulf of Mexico Slope, being the last one the most diverse with 61 species; the greatest floristic similarity was between the Transmexican Volcanic Belt and the Pacific Ocean Slope, the least similarity occurred between the Transmexican Volcanic Belt and Southeast Mexico. Each general pattern has particular altitudinal and climatic conditions. Five endemism areas were identified, which coincide with

patterns of greatest diversity and species richness. Cladistic analysis of the endemicity areas indicates two historical relationships, one between the CF's of the Pacific Ocean Slope and another between the CF's of the Gulf of Mexico Slope. Therefore, our results do not support the hypothesis that CF presented a continuous distribution in the past.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE	4
INTRODUCCIÓN	6
BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN MÉXICO	10
BROMELIAS Y ORQUÍDEAS EPÍFITAS	13
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	17
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	20
HIPÓTESIS	21
OBJETIVO GENERAL	22
OBJETIVOS PARTICULARES	22
MÉTODOS	23
ÁREA DE ESTUDIO	23
OBTENCIÓN DE DATOS	24
ANÁLISIS DE DATOS	26
RIQUEZA DE ESPECIES	26
PATRONES DE DISTRIBUCIÓN	27
ÁREAS DE ENDEMISMO COMPARTIDO	28
RELACIONES BIOGEOGRÁFICAS DE LOS BMMs MEXICANOS	30
RESULTADOS	31

BROMELIAS Y ORQUÍDEAS EPÍFITAS ENDÉMICAS DE MÉXICO PRESENTES EN LOS BOSQUES	
MESÓFILOS DE MONTAÑA	31
RIQUEZA DE ESPECIES	34
PATRONES DE DISTRIBUCIÓN	37
FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA	40
VERTIENTE DEL GOLFO DE MÉXICO	43
VERTIENTE DEL OCÉANO PACÍFICO	45
SURESTE DE MÉXICO	47
ESPECIES CON REGISTROS ÚNICOS	48
SIMILITUD FLORÍSTICA	50
ÁREAS DE ENDEMISMO COMPARTIDO	53
ÁREA OCCIDENTE DE MÉXICO	53
ÁREA GOLFO DE MÉXICO-NORTE	54
ÁREA SUR DE MÉXICO	54
ÁREA NORTE DE OAXACA	55
ÁREA GOLFO DE MÉXICO-CENTRO	55
HIPÓTESIS DE RELACIONES BIOGEOGRÁFICAS ENTRE LAS ÁREAS DE ENDEMISMO	
COMPARTIDO IDENTIFICADAS EN LOS BMMs DE MÉXICO	59
<u>DISCUSIÓN</u>	<u>62</u>
BROMELIAS Y ORQUÍDEAS EPÍFITAS ENDÉMICAS DE MÉXICO PRESENTES EN LOS BOSQUES	
MESÓFILOS DE MONTAÑA	62
RIQUEZA DE ESPECIES	64
PATRONES DE DISTRIBUCIÓN	65
ÁREAS DE ENDEMISMO COMPARTIDO	67
RELACIONES BIOGEOGRÁFICAS DEL BMM EN MÉXICO	73
<u>CONCLUSIONES</u>	<u>77</u>
<u>LITERATURA CITADA</u>	<u>79</u>
<u>APÉNDICE I</u>	<u>91</u>
<u>APÉNDICE II</u>	<u>96</u>
<u>APÉNDICE III</u>	<u>103</u>

INTRODUCCIÓN

La biogeografía es una ciencia integrativa que estudia la distribución de los seres vivos en el espacio y el tiempo, proponiendo, tanto hipótesis acerca de los procesos que los causaron, como sistemas de regionalización biótica del planeta, a partir del reconocimiento de patrones de distribución (PD) y de la identificación de áreas de endemismo compartido. Lo anterior es importante, tanto para la biogeografía histórica y la biogeografía ecológica como para la conservación de la biodiversidad, no solo porque define homologías biogeográficas primarias, sino porque también explica las posibles relaciones biogeográficas históricas entre las áreas de distribución de los taxones y además ayuda a proponer zonas de protección de la biodiversidad (Huang *et al.*, 2008; Escalante *et al.*, 2009; Morrone, 2009).

La mayoría de los estudios biogeográficos se enfocan en la descripción de PD geográfica de las especies y/o de taxones superiores, y en la puesta a prueba de las hipótesis que los expliquen. De manera general, se entiende que un patrón es una regularidad o repetición en la naturaleza que, aunque imperfecta, permite establecer comparaciones y ensayar predicciones; particularmente en biogeografía, un patrón de distribución es una regularidad geográfica que representa el reconocimiento de similitudes entre las áreas de distribución de un conjunto de organismos presentes en un área dada (Espinosa-Organista *et al.*, 2002; Morrone & Escalante, 2009).

La búsqueda de áreas de distribución coincidentes de organismos con diferentes características e historias evolutivas aumenta la fiabilidad de una hipótesis de relaciones

biogeográficas, debido a que los patrones de distribución comunes para grupos distintos pueden indicar procesos evolutivos comunes (Azevedo *et al.* 2016).

La delimitación de áreas de endemismo compartido es uno de los procedimientos más problemáticos en los análisis de biogeografía histórica. No hay un acuerdo general o una definición clara de área de endemismo, aunque existen varios conceptos asociados al mismo. De manera general, un área de endemismo compartido, se entiende como una zona definida por la distribución casi congruente de dos o más especies restringidas a la misma (Huang *et al.*, 2008; Escalante *et al.*, 2009; Parenti y Ebach, 2009).

El criterio para el reconocimiento de estas áreas es la distribución congruente de taxones endémicos, es decir, se reconocerá una región como área de endemismo compartido si las distribuciones de dos o más especies endémicas se superponen (Fig. 1). Por el contrario, el término área endémica se refiere a un espacio geográfico continuo o disjunto a través del tiempo, que delimita la distribución actual y pasada de uno o más taxones endémicos (Parenti y Ebach, 2009; Torres-Miranda *et al.*, 2013).

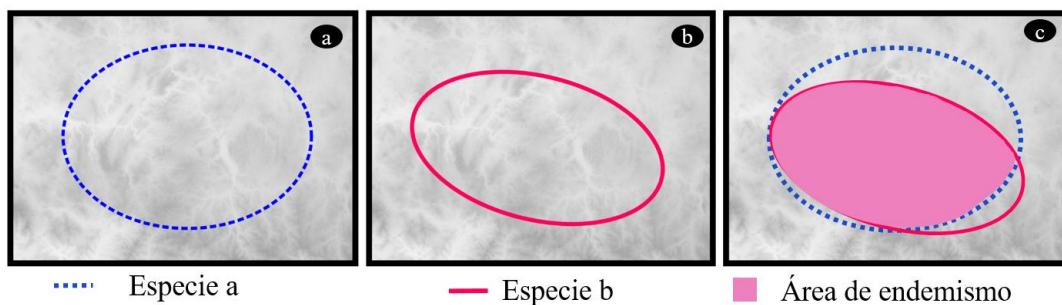


Figura 1. Área de endemismo compartido. (a) Distribución de la especie a; (b) Distribución de la especie b; (c) Área de endemismo compartido.

La identificación de áreas de endemismo compartido es fundamental en los estudios de biogeografía histórica, porque el establecimiento de éstas permite proponer hipótesis de sus relaciones biogeográficas bajo la siguiente premisa: Si dos o más especies presentan áreas de distribución superpuestas, entonces deben tener una historia biogeográfica común (homopatría); la cual se puede esperar debido a eventos geológicos (tectónica de placas), ecológicos (dispersión, rango de expansión y contracción), o a procesos evolutivos (especiación y extinción). En el caso de compartir una historia biogeográfica en común, suponemos que al menos uno de estos procesos ha influido en las distribuciones de diferentes especies en forma equivalente. Si no hay una historia biogeográfica en común, entonces no habrá superposición de las áreas de distribución actual de las especies (alopatría).

La homopatría o la alopatria, representan los extremos de la historia biogeográfica de dos o más especies, por lo que el grado de superposición en las distribuciones de especies que difieren entre un continuo, podría reflejar el grado en que éstas comparten una historia biogeográfica en común (Torres-Miranda *et al.*, 2013).

El reconocimiento de áreas de endemismo compartido ha sido un objetivo primordial en la biogeografía histórica porque son las unidades básicas de análisis. Sin embargo, la identificación de éstas puede ser difícil cuando las especies no son completamente homopátricas y existe una superposición mínima en el área de distribución de dos especies debido a procesos evolutivos, tales como la dispersión o la extinción. Estos procesos pueden aumentar o disminuir la superposición entre las áreas de distribución de dos o más taxones con diferentes historias evolutivas, incluso, en ciertos casos, cuando las condiciones geográficas y/o climáticas permiten a diferentes especies extender sus áreas de distribución de forma sincrónica, la dispersión debe

generar patrones de homopatría, como es el caso de las islas o de la formación de corredores biológicos (Domínguez *et al.*, 2006; Escalante *et al.*, 2009; Morrone, 2009; Torres-Miranda *et al.*, 2013).

Se han propuesto varios métodos para la identificación de áreas de endemismo compartido: *Minimum-Spanning Tree*, compatibilidad de trazos y Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE, por su nombre en inglés), entre muchos otros. Con la finalidad de evaluar el desempeño de varios métodos para la identificación de áreas de endemismo compartido, Torres-Miranda *et al.* (2013), evaluaron seis métodos, el análisis de red (NAM), el del vecino más cercano (*Neighbor Joining*), el análisis de redes basadas en cohesión (NAMcoh), el PAE, el método del grupo de pares no ponderados con el análisis de la media aritmética y el criterio de optimización, utilizando información de las especies del género *Quercus*. Con la misma idea, Escalante *et al.* (2009), realizaron una comparación entre los métodos PAE y criterio de optimización, utilizando datos de mamíferos mexicanos. Los autores, en ambos trabajos, concluyeron que la mayoría de estos métodos están diseñados para generar grupos jerárquicos, e incluso algunos de ellos no permiten identificar la composición de especies que forman un área de endemismo compartido determinada. En ambos estudios el criterio de optimización condujo al hallazgo de áreas de endemismo compartido definidas con una buena riqueza de especies y que no habían sido previamente identificadas, por lo que, los autores consideran que es un método apropiado para la identificación de éstas. Sin embargo, este método, por sí solo, no permite obtener las relaciones biogeográficas que reflejan las áreas de endemismo compartido encontradas.

Como ya se mencionó, Escalante *et al.*, (2009), Torres-Miranda *et al.* (2013) y Morrone (2014), sugieren que el método más efectivo para la delimitación de áreas de endemismo compartido es el del criterio de optimización propuesto por Szumik *et al.*, (2002) y Szumik y Goloboff (2004). Éste es un método que identifica patrones congruentes de distribución con base en el concepto de área de endemismo y evalúa cuántos son los taxones y cuál es su aporte para la delimitación de un área dada, es decir, identifica áreas de endemismo compartido considerando la distribución espacial de los taxones que ocurren en un área determinada y evalúa explícitamente la congruencia entre sus distribuciones.

Bosque mesófilo de montaña en México

El bosque mesófilo de montaña (BMM) se caracteriza, principalmente, por la presencia frecuente o persistente de nubes a nivel de la vegetación (Fig. 2). Esta definición, basada en el clima, refleja la importancia de las nubes o niebla para la delimitación de este ecosistema. De ahí que también se le conozca como bosque húmedo de montaña, bosque de niebla, selva nublada, bosque nuboso y bosque nublado. En inglés, los nombres más frecuentes son *tropical montane cloud forest* o simplemente *cloud forest*. Se estima que menos del 1 % del territorio nacional está ocupado por vegetación primaria de BMM. Aunque presenta una extensión muy pequeña, este ecosistema alberga la mayor diversidad de especies de flora y fauna en relación a su área (CONABIO, 2010; Gual-Díaz & Rendón-Correa, 2014; Pineda & Halffter, 2004; Pineda *et al.*, 2005; Rzedowski, 1996; Rzedowski, 2006; Sánchez *et al.*, 2008; Villaseñor, 2010). Dentro de las principales amenazas que presenta este ecosistema se encuentran: el cambio climático, las sequías y lo relacionado con actividades antrópicas como el incremento de la densidad poblacional y de caminos, la tala ilegal, la ganadería, la agricultura, principalmente la de cultivos

de café de sol y cultivos de estupefacientes, los conflictos por la propiedad de la tierra, la extracción de materiales para la construcción y las prácticas inapropiadas de uso del fuego (CONABIO, 2010).

Actualmente, el BMM se presenta en zonas restringidas de la República Mexicana y por consiguiente tiene una distribución limitada y fragmentaria (CONABIO, 2010; Gual-Díaz & Rendón-Correa, 2014; Luna *et al.*, 1999; Rzedowski, 1996; Rzedowski, 2006; Ruiz-Jiménez *et al.*, 2012; Villaseñor, 2010). Se le encuentra en zonas montañosas con pendientes pronunciadas, en particular cañadas y zonas protegidas de la radiación solar y vientos fuertes. Este tipo de vegetación depende de condiciones climáticas muy particulares, entre las que destacan la neblina y la alta humedad atmosférica. Las variaciones altitudinales, edáficas y climáticas interactúan a su vez con características locales, como la orientación, la pendiente y la latitud, provocando variabilidad florística, fisonómica y estructural sobre la vegetación, de tal modo que la información obtenida de esta comunidad es difícil de interpretar y de someter a generalizaciones (Ruiz-Jiménez *et al.*, 2012).

El BMM presenta varios estratos arbóreos y uno o dos arbustivos. El estrato herbáceo no tiene gran desarrollo en los bosques bien conservados, pero en los claros suele ser exuberante y diversificado, además de albergar muchas pteridofitas. Las plantas trepadoras leñosas pueden ser más o menos abundantes, sobre todo a altitudes inferiores o bien en cañadas protegidas. Las epífitas, por lo general, están muy bien representadas y forman sinusias variadas, en las cuales abundan tanto líquenes, musgos y pteridofitas, así como también, fanerógamas de las familias Piperaceae, Bromeliaceae y Orchidaceae principalmente (Rzedowski, 2006).



Figura 2. Bosque mesófilo de montaña ubicado en el ejido Helechales, municipio Zontecomatlán, Veracruz, México.

De las casi 1 650 especies epífitas presentes en el país, aproximadamente 1 100 (66.6 %) habitan en alguno de los BMMs que prosperan en el territorio nacional. Con base en datos referidos a especies exclusivas o preferenciales, se estima que crecen cerca de 450 especies de árboles, aproximadamente 600 especies de arbustos, unos 600 taxa herbáceos, cerca de 800 epífitas, las cuales superan cualquiera de las otras formas biológicas, y solo unas 50 de bejucos (Gual-Díaz & Rendón-Correa, 2014).

Actualmente, se tiene documentada la presencia de 5 533 especies de plantas con flores en el BMM, que, sumadas a las 630 especies de helechos y plantas afines, alcanzan una riqueza

conocida de 6 163 especies en total. Dicha cifra representa más de 99 % de las especies reportadas por Villaseñor (2010), en el bosque húmedo de montaña y más de 27 % de la riqueza florística del país. A nivel mundial, estos porcentajes, representan 2 % de la riqueza florística, predominando las plantas del grupo Magnoliophyta. A nivel de familias, 27 están representadas por 50 o más especies cada una, dichas familias representan a las clases Liliopsida (17 %) y Magnoliopsida (48 %). Dentro de las Liliopsida, las familias Araceae con 55 especies, Cyperaceae con 75, Bromeliaceae con 141, Poaceae con 223 y Orchidaceae, la mejor representada, con 443 especies, se consideran como las más abundantes en el BMM. Estas familias encuentran, en esta formación vegetal, las condiciones necesarias para el desarrollo de muchos de sus taxones.

Bromelias y orquídeas epífitas

Las epífitas son plantas que crecen sobre otras plantas, denominadas forófitos (Benzing, 1987); al adoptar esta forma de vida, las especies se han ido adaptando al estrés hídrico en el que se encuentran en el dosel. La familia de plantas con flores más numerosa con representantes epífitos es Orchidaceae, seguida de Bromeliaceae (Gentry & Dodson, 1987; Zotz, 2013).

La vida sobre los árboles ha permitido el desarrollo de modificaciones morfológicas, anatómicas y fisiológicas que les ayudan a las plantas en la captación, absorción y almacenamiento de agua, así como evitar su pérdida y los solutos disueltos en ella; también han modificado sus flores e inflorescencias para favorecer su éxito reproductivo (Fig. 3) (Ceja *et al.* 2008).



Figura 3. Bromelia y orquídea sobre árboles del género *Quercus*. (a) *Tillandsia deppeana*; (b) *Prosthechea ochracea*.

Las bromelias epífitas (Fig. 3a) son plantas arrosetadas, a veces caulescentes, perennes, lepidotas con escamas peltadas; las raíces son pocas y fibrosas y tienen principalmente la función de sostén al forófito. Los tallos pueden ser erectos o raramente colgantes, generalmente cortos e inconspicuos y poco ramificados. Las hojas son simples, sin pecíolo, con vainas en la base, las láminas enteras o a veces con los márgenes espinosos a serrados. Las flores generalmente son numerosas, raramente solitarias, actinomorfas o zigomorfas, sésiles o pediceladas; con tres sépalos generalmente verdes, raramente coloridos; con tres pétalos, formando una corola tubular o raramente extendidos y separados, coloridos, a menudo con un par de apéndices en la base en la parte interna; presentan seis estambres, con anteras generalmente amarillas o negras, los granos de polen monosulcados o bisulcados o raramente

con dos o más poros; el ovario puede ser súpero o ínfero, tricarpelar, trilocular, con placentación axilar, con nectarios usualmente septales, los óvulos numerosos, anátropos o raramente campilótopos, crassinucelados, con placentación axilar, tienen un estilo con tres ramas estigmáticas, usualmente enrolladas, a veces pequeñas y lobulares. Los frutos pueden ser cápsulas septicidas o bien bayas, triloculares, dehiscentes o indehiscentes, glabras o más raramente lepidotas; las semillas son numerosas y pequeñas, con la testa lisa o carnosa, a veces apendiculada o alada, con un endospermo bien desarrollado y con un embrión cilíndrico, basal y ya sea periférico o casi axilar con relación al endospermo (Espejo-Serna *et al.* 2005; Espejo-Serna *et al.* 2010).

Las orquídeas epífitas (Fig. 3b) pueden presentar crecimiento monopodial o simpodial. Las raíces suelen ser simples o ramificadas y estar cubiertas por un tejido esponjoso de células muertas conocido como velamen, en algunos casos, las raíces albergan hongos simbiotes que forman micorrizas. Los tallos pueden ser del tipo caña y estar formados por segmentos o entrenudos delimitados por nudos o anillos cicatrizales en donde originalmente se insertan las hojas, vainas o escamas foliares, o pueden ser tallos engrosados conocidos como pseudobulbos también estos pueden tener nudos o anillos cicatrizales. Las hojas pueden ser suculentas, delgadas o membranáceas. Las flores son zigomorfas, los filamentos de los estambres y el pistilo se encuentran fusionados en una estructura llamada columna o ginostemio, la cual presenta un rostelo, parte no receptiva del lóbulo medio del estigma que separa los polinios de la superficie fértil del estigma e interviene en la dispersión de aquellos; el pétalo opuesto (labelo o labio) a la columna suele ser diferente en cuanto a tamaño, forma y/o coloración, además puede presentar ornamentaciones; pueden ser resupinadas o no, es decir, el pedicelo u ovario puede torcerse

180°; el polen se encuentra compactado generalmente en cuatro a ocho másulas conocidas como polinios. La diversidad de formas, tamaños y estructuras florales, tiene como finalidad facilitar la polinización cruzada, las plantas que no se autopolinizan, requieren para la dispersión de los polinios de la asociación con vectores animales, principalmente insectos y aves. Los frutos son cápsulas que al madurar presentan varias aberturas longitudinales a través de las cuales son liberadas las semillas (Dressler, 1993; Hágsater, *et al.* 2005).

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El BMM lo define por primera vez Miranda (1947), posteriormente Rzedowski (1996, 2006) hace una recopilación de la presencia de este ecosistema en México, resaltando que tiene una alta diversidad de especies y endemismos a pesar de que se distribuye en solo 1 % del territorio nacional, además reconoce que las especies que lo componen tienen una afinidad con las que se encuentran en el sureste de Asia.

El bosque mesófilo de montaña, sin duda, es uno de los ecosistemas más diversos en especies vegetales, lo cual ha sido atribuido a la mezcla de componentes holárticos y neotropicales. Es por ello que ha llamado la atención de muchos y muy diversos investigadores quienes han realizado diferentes estudios desde muy variados puntos de vista: biogeográfico, conservacionista, ecológico, filogeográfico y florístico-taxonómico.

Por obvias razones, los trabajos florístico-taxonómicos son los más numerosos (Acosta 2004; Alcántara *et al.*, 1997; Alcántara *et al.*, 2001; Catalán *et al.*, 2003; Cartujano *et al.*, 2002; Cayuela *et al.*, 2006; Diego-Pérez *et al.*, 2001; Lozada *et al.*, 2003; Luna-Vega *et al.*, 1989; Martínez-Meléndez *et al.*, 2008a; Pérez-Farrera *et al.*, 2012; Ruiz-Jiménez *et al.*, 2000; Ruiz-Jiménez *et al.*, 2012), y en ellos se enlistan las especies de plantas vasculares y no vasculares que se encuentran en los bosques mesófilos estudiados. Es importante resaltar que, ninguno de éstos trata, de manera exclusiva, el grupo de las epífitas y mucho menos a las endémicas de México.

Desde el punto de vista ecológico, varios autores han intentado establecer la similitud florística entre diversos manchones de BMM, pero debido a la alta heterogeneidad florística que

presentan estos bosques no ha sido posible (Acosta, 2004; Ruiz-Jiménez *et al.* 2012). Por otra parte, la alta diversidad de especies epífitas en este tipo de vegetación, ha llevado a realizar estudios ecológicos que evalúan las interacciones planta-hospedero, así como las preferencias en la orientación de las plantas sobre el forófito (Hietz & Hietz-Seifert, 1995; Martínez-Meléndez *et al.*, 2008b; Mehltreter *et al.*, 2005).

La fauna también se encuentra muy bien representada en los BMMs de México, entre las aves destacan el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), el pavón (*Oreophasis derbianus*) y el hocofaisán (*Crax rubra*), además de numerosas especies de colibríes que son endémicas de este ecosistema; mamíferos, como el jaguar (*Panthera onca*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y los murciélagos (*Phyllostomus discolor*, *Carollia sowelli* y *Sturnira ludovici*); reptiles como las serpientes nauyacas del género *Bothriechis* y los anfibios como las ranas arborícolas del género *Plectrohyla* (Gual-Díaz & Rendón-Correa, 2014; Rodríguez-Gómez & Ornelas, 2014).

El BMM forma parte de lo que se denomina la biota Mesoamericana, área de alta diversidad de especies y alto endemismo, la cual es de las más propensas a la extinción debido a la rápida deforestación que sufre (Myers *et al.*, 2000), por lo que CONABIO (2010) propone un sistema de regionalización prioritaria para la conservación basado en amenazas a la permanencia y calidad, las características sociales y las oportunidades que ofrece este ecosistema.

Existen estudios con un enfoque filogeográfico, de *Podocarpus matudae* y *Liquidambar styraciflua*, ambos considerados como taxones característicos del BMM, con la finalidad de

demostrar que se trata de especies relictuales de este tipo de vegetación (Ornelas *et al.*, 2010; Ruiz-Sánchez & Ornelas, 2014). De forma integrativa, Ornelas *et al.*, (2013) analizaron los patrones de divergencia temporal y espacial, de quince especies de plantas y animales del BMM y los relacionaron con la historia evolutiva de los BMMs naturalmente fragmentados, sin embargo, concluyeron que la historia evolutiva de los linajes contemporáneos de los BMMs es compleja y específica del linaje.

Finalmente, los trabajos biogeográficos del BMM son escasos, a pesar de que la distribución limitada y fragmentaria de este tipo de vegetación es adecuada para proponer hipótesis acerca de su origen y distribución actual. Luna *et al.*, (1999) propusieron que los fragmentos actuales de BMM presentes en los estados de Chiapas, Colima, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tamaulipas y Veracruz, divergieron secuencialmente a partir de un área de distribución continua de este tipo de vegetación, en la cual factores ecológicos e históricos provocaron eventos de aislamiento que indujeron su fragmentación en las islas actuales. Posteriormente Luna-Vega *et al.*, (2001), encontraron que los BMM mexicanos están, desde el punto de vista florístico, estrechamente relacionados con los bosques mesófilos de las regiones de las Antillas y de Centroamérica, por lo que se sugirió que este tipo de vegetación representa en realidad una unidad biogeográfica natural.

Las hipótesis conocidas relativas a las relaciones biogeográficas de los BMMs mexicanos se han propuesto con base en su flora vascular arbórea, dejando a un lado a las plantas epífitas vasculares, a pesar de que tienen una gran importancia ecológica y de que están bien representadas taxonómicamente en estos ecosistemas. Por lo que este trabajo será el primero en

incluir este elemento fundamental de este tipo de vegetación para estudiar y entender sus posibles relaciones biogeográficas, en función de los patrones de distribución de sus epífitas.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Los patrones de distribución actuales de las bromelias y de las orquídeas epífitas endémicas de México presentes en el BMM nos permitirán identificar áreas de endemismo y establecer sus posibles relaciones biogeográficas?

HIPÓTESIS

Dado que el área de distribución de un taxón es producto de factores históricos y ecológicos, nuestra hipótesis es: Si el área de distribución de diferentes especies de orquídeas y bromelias epífitas se superponen formando patrones de máxima congruencia (áreas de endemismo compartido), entonces asumiremos que comparten una historia biogeográfica en común debido a que respondieron de la misma manera a estos factores. Por el contrario, si las áreas de distribución de diferentes especies de orquídeas y bromelias epífitas no se superponen, entonces asumiremos que no comparten una historia biogeográfica en común debido a que respondieron de manera diferente a los factores históricos y ecológicos.

OBJETIVO GENERAL

Determinar los patrones de distribución actuales de bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México de los bosques mesófilos de montaña, identificar posibles áreas de endemismo y proponer una hipótesis de sus posibles relaciones biogeográficas.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Generar una base datos que contenga información geográfica y taxonómica relativa a las especies epífitas endémicas de México de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae que crecen en los BMMs.
2. Determinar el área de distribución conocida de cada una de las especies de bromelias y orquídeas epífitas que habitan en los BMMs de México.
3. Identificar las áreas de endemismo compartido de bromelias y orquídeas epífitas utilizando el método de criterio de optimización propuesto por Szumik *et al.* (2002) y Szumik & Goloboff (2004).
4. Proponer una hipótesis de las posibles relaciones biogeográficas de la distribución actual de los BMMs con base en un análisis cladístico de las áreas de endemismo compartido obtenidas, utilizando el principio de parsimonia.

MÉTODOS

Área de Estudio

El área de estudio comprende la zona de distribución del BMM en México delimitada por las capas vectoriales “Vegetación Potencial” y “Uso de suelo y vegetación”, esta última modificada por CONABIO”, ambas en formato *shapefile* (Fig. 4). La primera capa representa la vegetación potencial de México de acuerdo con Rzedowski (1990), a una escala de 1:4 000 000 en coordenadas geográficas, la cual fue extraída del Atlas Nacional de México y los datos cartográficos se obtuvieron a partir de la digitalización del mapa impreso. La segunda capa agrupa las categorías de uso de suelo y vegetación a escala 1:1 000 000; estas categorías se agruparon, con ayuda del programa Arc/Info, a partir de los siguientes criterios: (1) uso del suelo, (2) similitud fisonómica y (3) particularidad del hábitat, originalmente publicada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y el Instituto Nacional de Ecología (INEGI, 1981-1991), posteriormente modificada por CONABIO (1999). Ambas capas fueron obtenidas del Portal de Geoinformación del Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad en el dominio <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

El BMM en el territorio nacional se distribuye a lo largo de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental, desde el suroeste de Tamaulipas hasta el norte de Oaxaca, incluyendo porciones de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz. En Oaxaca se extiende un poco su presencia, pero se interrumpe en el Istmo de Tehuantepec. En Chiapas se encuentra en la vertiente septentrional del Macizo Central y en ambos declives de la Sierra Madre de Chiapas. En la vertiente del Océano Pacífico, el BMM se localiza en manchones en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán y en la Sierra Madre del Sur en los estados de Guerrero y Oaxaca.

En la porción central de la Faja Volcánica Transmexicana, en la Cuenca del Balsas y el Valle de México también presentan algunas zonas con BMM.

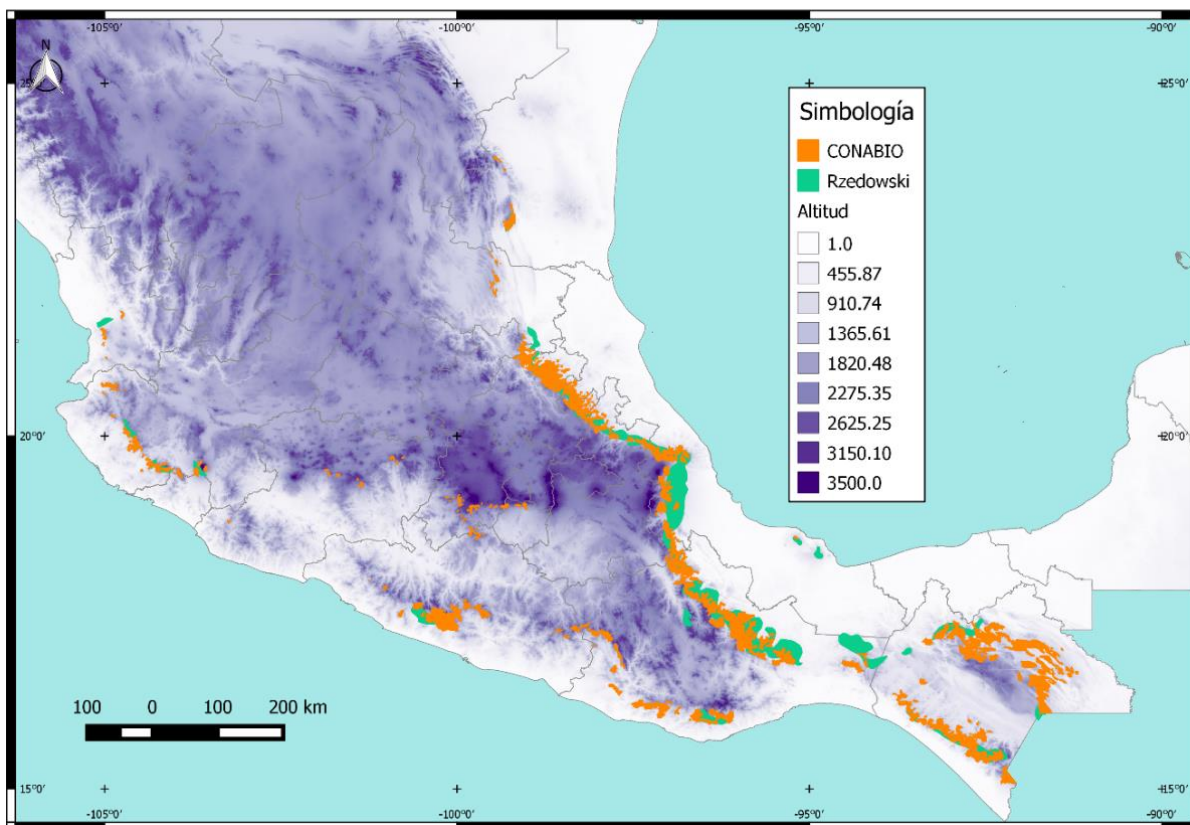


Figura 4. Área de estudio conformada por las capas vectoriales: vegetación potencial (en verde) y uso de suelo y vegetación (en naranja).

Obtención de Datos

Se incluyeron en el análisis únicamente especies epífitas endémicas de México de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae. La lista de especies endémicas se obtuvo a partir del trabajo de Espejo-Serna (2012). Posteriormente, se procedió a revisar los ejemplares de herbario de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae, correspondientes a las especies epífitas endémicas

mexicanas depositados en las siguientes colecciones nacionales: Herbario AMO del Instituto Chinoín, A. C. (AMO), Herbario Hortorio del Colegio de Posgraduados (CHAPA), Herbario del Departamento de Botánica del Instituto de Historia Natural de Chiapas (CHIP), Herbario de la Universidad Veracruzana, Campus Córdoba (CORU), Herbario Eizi Matuda de la Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas (HEM), Herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG), Herbario del Centro Regional del Bajío (IEB), Herbario Nacional de México (MEXU), Herbario Metropolitano Ramón Riba y Nava Esparza (UAMIZ) y Herbario del Instituto de Ecología A. C. Xalapa (XAL), incluyendo únicamente, aquellos cuyas etiquetas indicaran que el espécimen crecía epífita y que había sido recolectado en el bosque mesófilo de montaña o en alguno de sus siguientes sinónimos: bosque caducifolio, bosque de neblina, bosque de niebla, bosque lluvioso de montaña, bosque mesófilo, *cloud forest*, *evergreen rain forest*, *lower montane rain forest*, *montane rain forest*, *mountain rain forest*, nubliselva y selva lluviosa de montaña.

De cada ejemplar se cotejó y/o actualizó la determinación y la nomenclatura en los casos necesarios. Con la información de las etiquetas de los ejemplares de herbario se elaboró una base de datos que contiene información geográfica y taxonómica de cada ejemplar revisado. Los campos que se incluyeron en la base de datos fueron: un identificador, nombre y número del colector, nombre de la colección; familia, género, epíteto específico, autor de la especie; en cuanto a datos geográficos: estado, municipio, localidad, altitud, latitud y longitud (en coordenadas decimales); además se incluyó el tipo de vegetación, la forma de vida, observaciones y fecha de colecta. Los ejemplares revisados que no tenían coordenadas geográficas fueron georreferenciados con ayuda del programa Google™ Earth (2016), el mapa

digital de México versión 6.1 de INEGI (2016) y el archivo vectorial de las localidades de México proporcionado por INEGI; los ejemplares que contaban con coordenadas geográficas fueron cotejados con los mismos programas.

Con la finalidad de corroborar la presencia de especies epífitas endémicas de las dos familias incluidas en este análisis, así como para observar en qué condiciones se encuentra la vegetación natural de BMM se realizaron tres viajes de recolección de epífitas a los estados de Hidalgo y Veracruz (Apéndice I). El material recolectado fue herborizado de acuerdo a las técnicas de Lot y Chiang (1986) y los registros que correspondieron a bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México se incluyeron en la base de datos.

Análisis de Datos

Una vez georreferenciados los ejemplares de herbario se procedió a realizar los siguientes análisis:

Riqueza de especies

Se realizó un análisis para identificar las áreas con mayor riqueza de especies en el BMM. En este análisis se incluyeron los 205 taxa de bromelias y orquídeas epífitas endémicas que crecen en los BMMs de México y se utilizó un tamaño de celda de $0.7^{\circ} \times 0.7^{\circ}$, que corresponde al tamaño de celda de las áreas de endemismo compartido identificadas. El análisis se realizó en el programa DIVA GIS ver. 7.5 (Hijmans *et al.*, 2012), utilizando la opción *Número de observaciones* del grupo *Riqueza*, esta opción calcula el número de especies presentes en cada celda de la cuadrícula.

Patrones de distribución

De las 205 especies registradas, 67 estuvieron representadas por un registro, por lo tanto, no fueron incluidas en la identificación de los patrones de distribución. Para identificar los patrones de distribución comparamos, visualmente, los mapas de distribución de 20 especies de bromelias y 118 de orquídeas epífitas endémicas de México. Con base en la similitud de las distribuciones se identificaron cuatro patrones de distribución generales, posteriormente, realizando un análisis más detallado, dentro de cada patrón general, se determinaron siete subpatrones de distribución de los taxa analizados. Los mapas de distribución fueron elaborados con el programa QGIS Desktop 2.10.1 (2016).

Posteriormente, para cada una de las localidades que conforman a los patrones de distribución generales, con el programa QGIS Desktop 2.10.1 (2016) se extrajeron, de archivos *raster*, la altitud y las variables bioclimáticas: temperatura media anual y precipitación anual (Hijmans et al., 2005), para las condiciones actuales (~1950 - 2000) a 30 segundos de arco de resolución, obtenidos de la base de datos WorldClim v. 1.4 (<http://www.worldclim.org>).

La similitud florística entre los patrones y subpatrones de distribución identificados se calculó con el índice de similitud de Jaccard (Mueller-Dombois & Hellenberg, 1974):

$$IS_j = \frac{c}{a + b - c} * 100$$

Dónde: **c** es el número de especies en común, **a** es el número de especies únicas en el primer grupo, y **b** es el número de especies únicas en el segundo grupo. Los resultados obtenidos fueron representados con una matriz de similitud y un dendograma para cada caso.

Áreas de endemismo compartido

El método criterio de optimización, consiste en dividir el área de estudio en una cuadrícula con un tamaño de celda de $n^\circ \times n^\circ$ latitud-longitud y sobreponer cada uno de los mapas de distribución de cada una de las especies en estudio. Con el mapa resultante, se elabora una matriz de presencia-ausencia de taxones, “1” para presencia y “0” para ausencia para cada celda. Para obtener las áreas de endemismo compartido, se realiza un análisis de endemidad con los programas NDM/VNDM (Szumik *et al.*, 2002; Szumik & Goloboff, 2004; Szumik *et al.*, 2006). Las áreas de endemismo compartido son aquellas que presentan los valores de índice de endemidad iguales o superiores a 2.0.

El índice de endemidad (IE) se obtiene en función de la distribución que presenta cada uno de los taxones endémicos dentro de un área de endemismo compartido en particular, es decir, cada taxón tendrá un índice de endemidad (IE_X) que dependerá del número de celdas que ocupe en dicha área. Si un taxón se presenta en todo el grupo de celdas, su IE_X tendrá el valor máximo de endemidad, mientras que, el taxón que se presente en una sola celda su IE_X tendrá el valor mínimo. El IE total del área de endemismo compartido será la suma de los índices de cada taxón. El programa NDM/VNDM calcula el IE_X para cada taxón a partir de:

$$IE_X = \frac{p + (i(F_i)) + (a(F_a))}{t + \left(o\left(\frac{1}{F_o}\right)\right) + \left(d\left(\frac{1}{F_d}\right)\right) + \left(n\left(\frac{1}{F_n}\right)\right)}$$

Dónde: p es el número de celdas del área en las cuales el taxón X está presente, i es el número de celdas del área en las que el taxón X está inferido, a es el número de celdas del área en las cuales el taxón X está asumido, t es el número total de celdas que tiene el área, o es el

número de celdas adyacentes al área en la cual el taxón X está presente, d es el número de celdas adyacentes al área en la que el taxón X está asumido, n es el número de celdas no-adyacentes al área en la cual el taxón X está asumido, F_i es el factor para presencias inferidas dentro del área (se usa por *default* 0.50), F_a es el factor para presencias asumidas dentro del área (se usa por *default* 0.75), F_o factor para presencias observadas fuera del área (se usa por *default* 0.50), F_d es el factor para presencias asumidas adyacentes al área (se usa por *default* 2.00) y F_n es el factor para presencias asumidas no-adyacentes al área (se usa por *default* 0.50). Estos factores hacen que cada uno de los términos de la ecuación sean más o menos influyentes; todos ellos pueden ser modificados por el usuario, una vez calculado el índice para cada taxón se hace una sumatoria de los índices obtenidos para cada uno de los taxones presentes en un área en particular para asignar el índice de endemidad total de dicha área.

Szumik *et al.* (2002) propusieron cuatro criterios para determinar si un taxón particular contribuye o no al valor final del IE de un área dada: criterio 1, una especie contribuirá al valor del IE, si se distribuye únicamente en el área de interés y en ningún otro lado; criterio 2, una especie puede contribuir al valor del IE si se distribuye en las celdas adyacentes al área de interés; criterio 3, no es necesario que una celda en el área de interés presente la misma composición de especies y; criterio 4, una especie contribuirá al valor del IE a pesar de que esté ausente en algunas celdas del área de interés.

Dado que el tamaño de las celdas de la cuadrícula afecta directamente los resultados del análisis para identificar las áreas de endemismo compartido, se sugiere realizar varios análisis con diferentes tamaños de celda (Aagesen *et al.*, 2009; Prado *et al.*, 2015; Szumik *et al.*, 2012). Para resumir los resultados, se recomienda realizar un análisis de consenso que defina las áreas

de endemismo compartido en función de un mayor porcentaje de especies compartidas (Aagesen *et al.*, 2013).

Con base en lo anterior, se realizaron dos análisis utilizando dos tamaños de celda: 0.5° x 0.5° y 0.7° x 0.7° latitud-longitud. En cada análisis se incluyeron 35 especies de bromelias y 170 de orquídeas epífitas endémicas de México realizando una búsqueda heurística, utilizando un valor de cero en los parámetros presencia inferida (*fill*) y presencia asumida (*assumed*), recuperando los conjuntos de áreas con más de dos especies endémicas y un $IE \geq 3.0$. En ambos análisis, se realizó un *consenso estricto* con 60 % de similitud de especies entre las áreas, lo que nos permitió reconocer cinco áreas de endemismo compartido con un tamaño de celda de 0.7° x 0.7° latitud-longitud.

Relaciones biogeográficas de los BMMs mexicanos

Para obtener las relaciones biogeográficas de los BMMs se realizó un análisis cladístico utilizando el principio de parsimonia. La matriz de presencia-ausencia de taxones, estuvo conformada por las cinco áreas de endemismo compartido obtenidas con el criterio de optimización con el tamaño de celda de 0.7° x 0.7° , un área hipotética y las 205 especies de bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México que están registradas a los BMMs (Apéndice III). Para enraizar el cladograma se utilizó el área hipotética codificada con ceros. Posteriormente, la matriz se analizó en el programa WinClada/Nona (Goloboff, 1999; Nixon, 2002), se hizo una búsqueda heurística, con la opción Multiple TBR (mult*) activa, reteniendo 10 000 árboles y realizando 100 000 repeticiones.

RESULTADOS

Bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México presentes en los bosques mesófilos de montaña

La base de datos contiene 1 007 registros de bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México, en cuyas etiquetas de herbario se indica que fueron recolectadas en el bosque mesófilo de montaña (o en alguno de sus sinónimos). Estos registros, corresponden a 205 especies, de las cuales 35 pertenecen a la familia Bromeliaceae y 170 a la familia Orchidaceae (Fig. 5). La lista de especies se presenta en el Apéndice II.

La familia Bromeliaceae está representada por ocho géneros, cinco de ellos monoespecíficos y de los cuales *Tillandsia* es el más diverso con 27 especies, seguido de *Catopsis* y *Pitcairnia* con dos cada uno. En lo que respecta a la familia Orchidaceae, está representada por 46 géneros, de los cuales, los que tienen el mayor número de especies son: *Lepanthes* (29), *Epidendrum* (22), *Prosthechea* (18) y *Stelis* (13), mientras que 24 géneros son monoespecíficos.

En cuanto a diversidad por estados destaca Oaxaca con 95 especies de epífitas, seguido por Guerrero con 53 y Jalisco y Veracruz con 44 cada uno. Por el contrario, los estados con el menor número de registros de especies epífitas son Colima con ocho, Tamaulipas con tres y San Luis Potosí con una especie (Fig. 6). Es importante mencionar que el área que ocupa el BMM en estos estados es mucho menor en comparación con la ocupada en los estados más diversos. Los tres estados más diversos se ubican en la vertiente del Océano Pacífico.

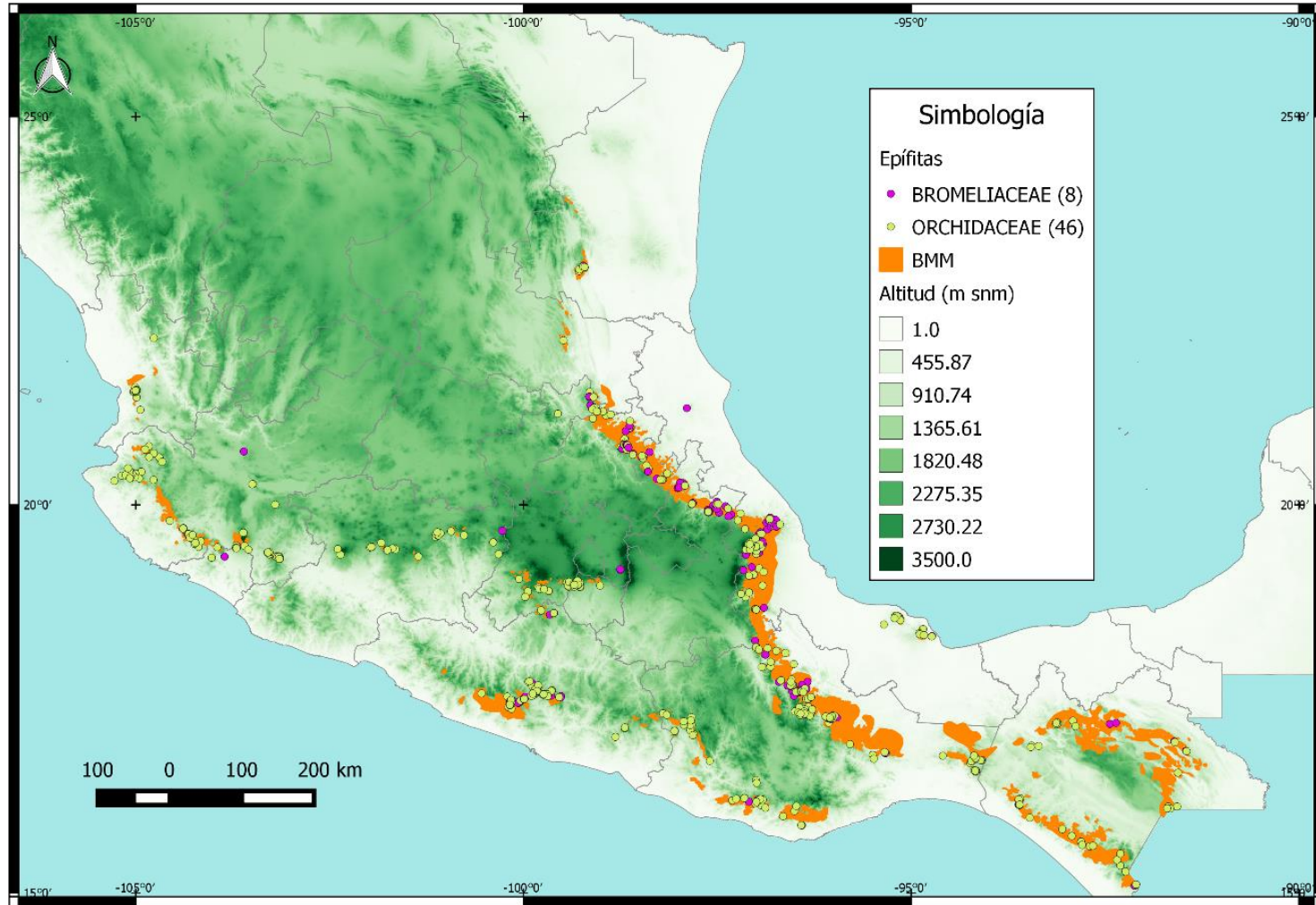


Figura 5. Se muestra la distribución de las 205 especies de epífitas endémicas de México, correspondientes a 35 de la familia Bromeliaceae y 170 de la familia Orchidaceae.

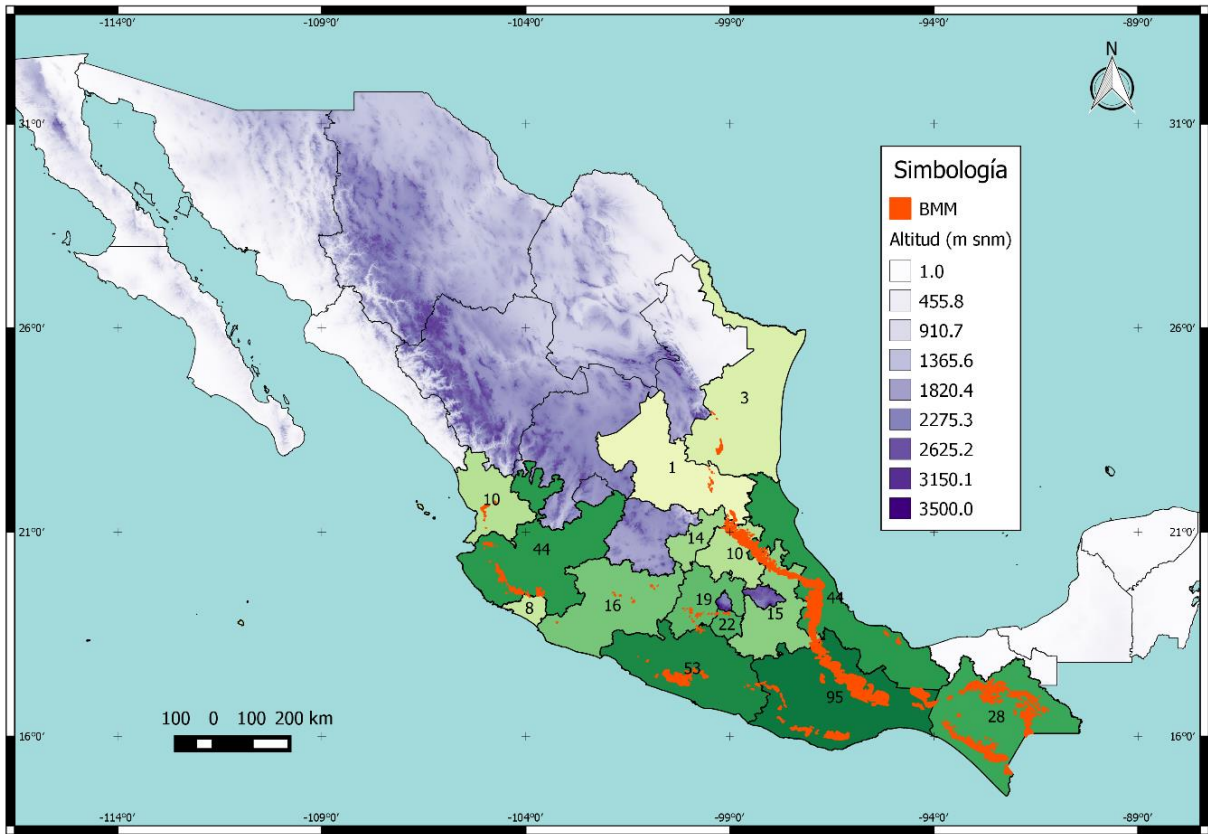


Figura 6. Diversidad de especies de bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México por estados con presencia de BMMs.

En cuanto a la diversidad de especies por altitud se encontró que las especies de bromelias y orquídeas epífitas del BMM se distribuyen desde 800 m hasta 3 000 m snm. La mayor acumulación de especies se presentó entre 1 700 y 2 000 m snm. La mayor diversidad de especies se encuentra entre 1 101 y 2 600 m snm. Mientras que la menor diversidad de especies la encontramos en el intervalo altitudinal inferior que va de 800 a 1 100 m snm y por arriba de los 2 600 m snm (Fig. 7).

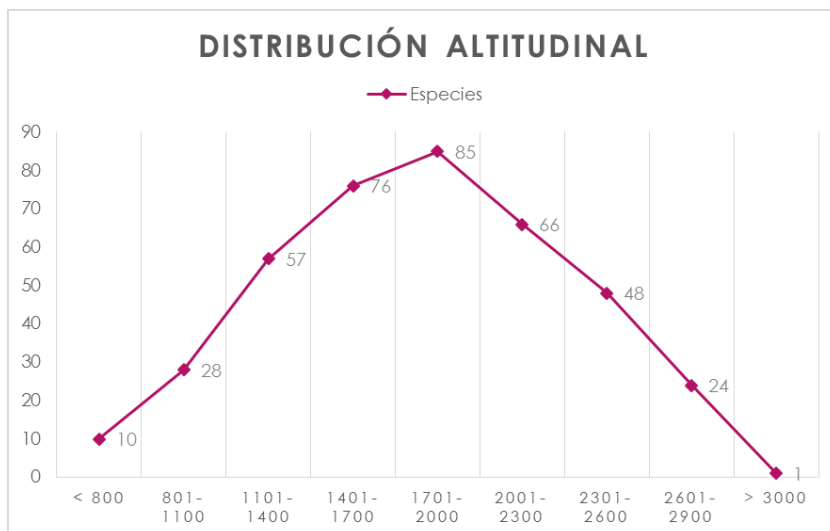


Figura 7. Distribución altitudinal de las especies de bromelias y orquídeas epífitas endémicas que habitan el BMM de México.

Riqueza de especies

El análisis de la riqueza de especies hecho con DIVA GIS ver. 7.5 (Hijmans *et al.*, 2012), mostró que la mayor riqueza de especies se encuentra a partir de los 15.4° y hasta los 19.7° latitud norte. Además, identificó 66 celdas que presentan desde una hasta 35 especies. Con base en el número de especies por celda se obtuvieron cinco intervalos (Fig. 8). El intervalo con mayor riqueza de especies (29 a 35) está representado por una sola celda, la cual se localiza en la región centro-noreste de Oaxaca. Le sigue el intervalo de 22 a 28 especies, representado por cinco celdas ubicadas en los límites de los estados de México, Morelos y Guerrero (1), el centro de Guerrero (2), el centro de Veracruz (1) y en la parte Norte de Oaxaca (1). El intervalo de 15 a 21 especies, está representado por cuatro celdas ubicadas en los límites de Jalisco y Colima (1), en la parte centro-norte de Guerrero (1), en el Sur de Oaxaca (1) y en los límites de Oaxaca y Chiapas (1). Por último, están los intervalos de 8 a 14 especies, representado con 14 celdas

distribuidas en ambas vertientes del país, pero sin llegar a Chiapas, y el intervalo de 1 a 7 especies, representado por 42 celdas, distribuidas prácticamente en todo el BMM.

Todas las celdas con 15 a 21 especies se ubican en la vertiente del Océano Pacífico, lo mismo sucede con dos de las celdas con 22 a 28 especies, lo cual da como resultado que la mayor diversidad de especies se ubique en esta vertiente. Por otro lado, a pesar de que en la vertiente del Golfo de México, se ubica la celda con mayor número de especies, presenta un menor número de celdas ricas en taxa (3), lo que la hace menos diversa.

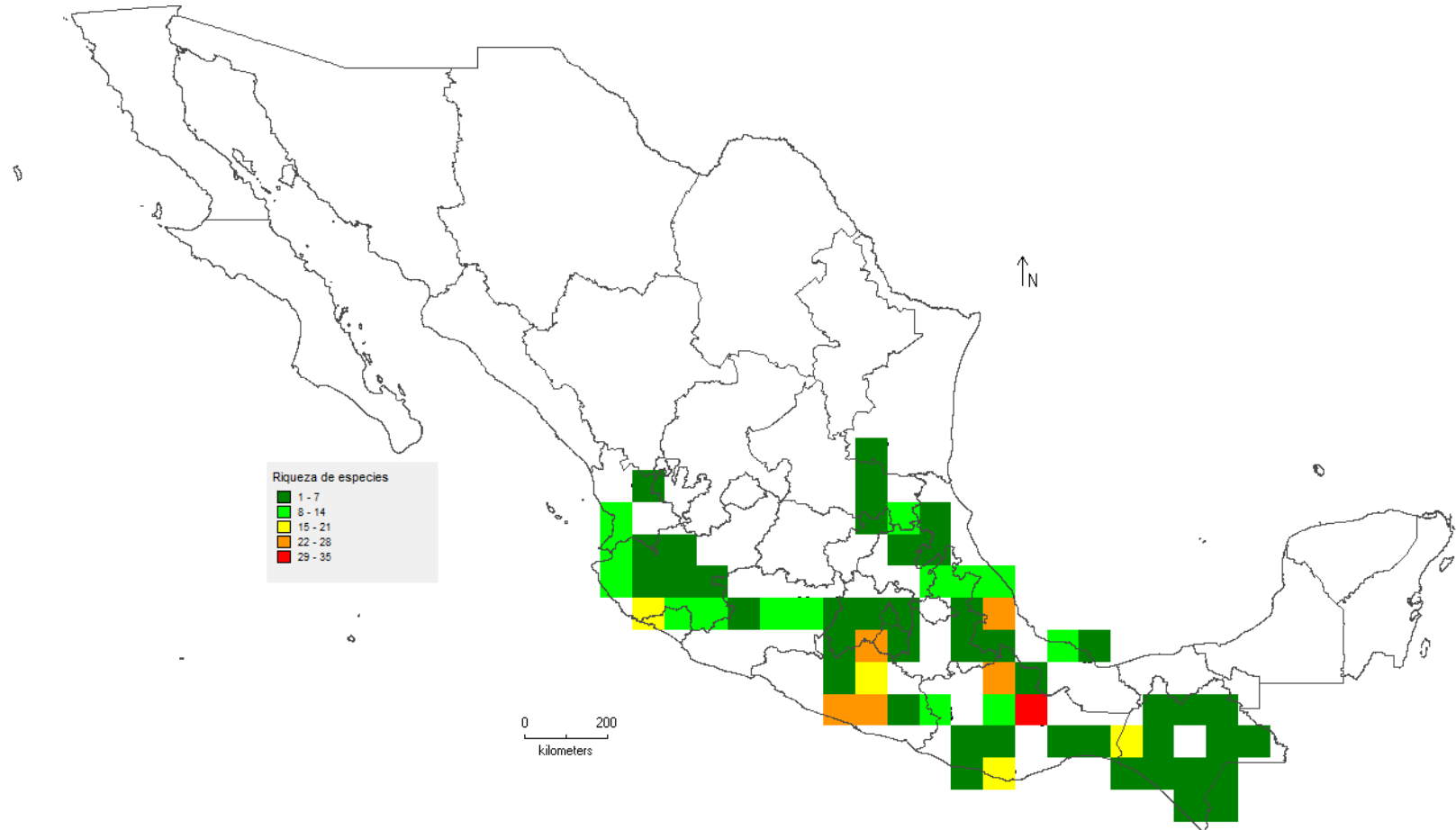


Figura 8. Riqueza de especies de bromelias y orquídeas epífitas del BMM en México estimada en DIVA GIS (Hijmans *et al.*, 2012) con un tamaño de celda de $0.7^\circ \times 0.7^\circ$.

Patrones de distribución

Con el análisis de los mapas de distribución de las 138 especies epífitas endémicas, se reconocieron cuatro patrones generales de distribución, que de acuerdo a su ubicación geográfica se encuentran en: la Faja Volcánica Transmexicana (FVT; Fig. 9A), la Vertiente del Golfo de México (VGMX; Fig. 9B), la Vertiente del Océano Pacífico (VOP; Fig. 9C) y el Sureste de México (SEMX; Fig. 9D), en el cuadro 1 se indica el número de especies registrado para cada uno. Para cada patrón general de distribución (PGD) identificado, se realizó un análisis visual más detallado con el fin de identificar subpatrones, cuya distribución fuera lo más similar entre sí. Como resultado de este segundo análisis encontramos siete subpatrones. A continuación, se describen los patrones generales de distribución y los subpatrones identificados, de acuerdo con su ubicación geográfica, las especies que los definen, su intervalo altitudinal (Cuadro 2), y las variables bioclimáticas: temperatura media anual (Cuadro 3) y precipitación anual (Cuadro 4) obtenidas para las localidades registradas.

Cuadro 1. Patrones de distribución identificados y el número de especies que se encuentra registrado para cada uno de ellos.

Patrón de General Distribución	Número de especies
FVT	51
VGMX	61
VOP	50
SEMX	22

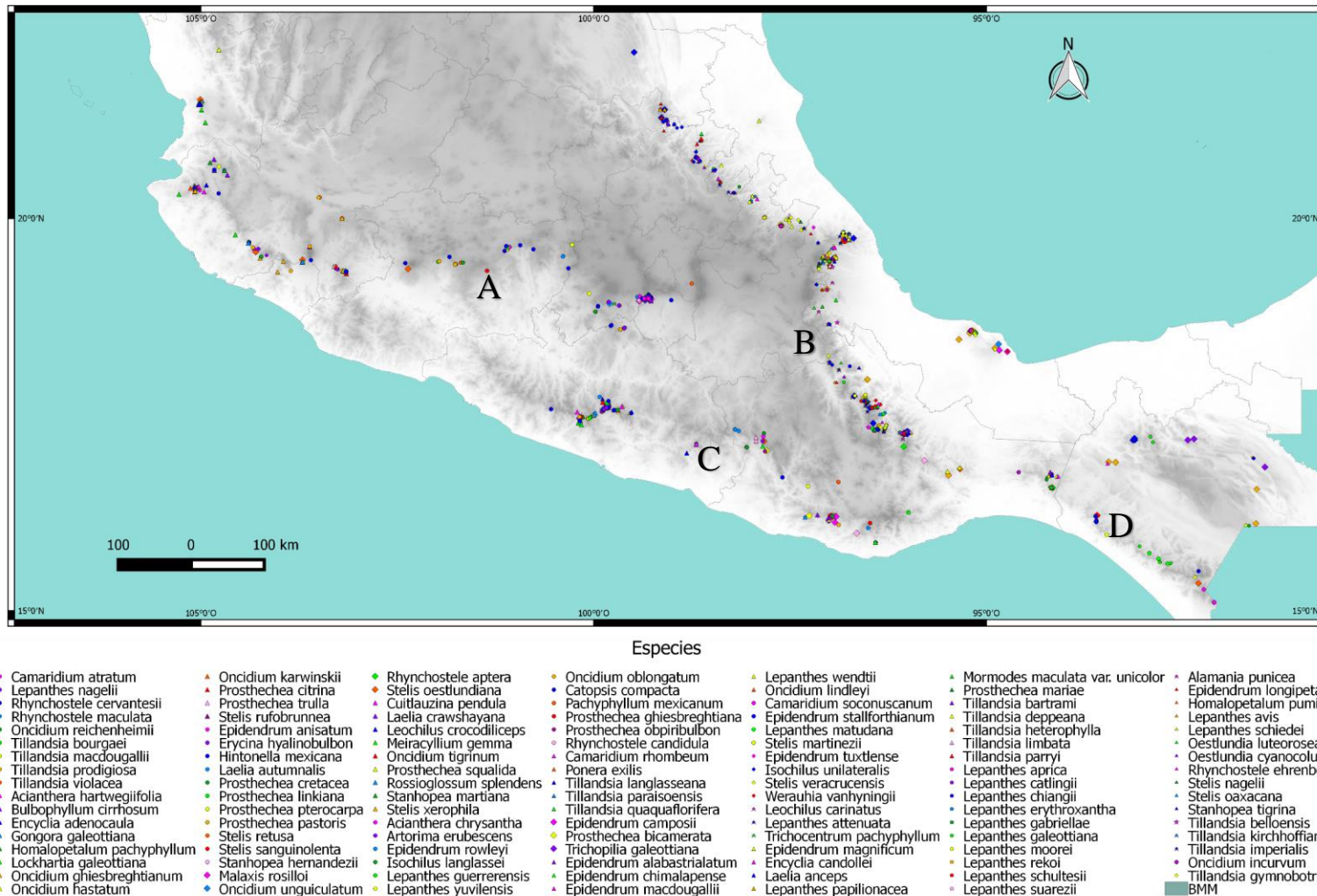


Figura 9. Patrones generales de distribución. A) Faja Volcánica Transmexicana, B) Vertiente del Golfo de México, C) Vertiente del Océano Pacífico, D) Sureste de México.

Cuadro 2. Altitud promedio en m snm para cada uno de los patrones generales de distribución obtenidos.

PGD	Registros	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo
FVT	321	2016.79	869	3196
VGMX	503	1724.82	701	3031
VOP	296	2087.74	800	3283
SEMEX	132	1737.15	800	2818

Cuadro 3. Temperatura media anual en °C para cada uno de los patrones generales de distribución obtenidos.

PGD	Registros	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo
FVT	321	17.8	10.4	23.2
VGMX	503	16.8	10.6	23.1
VOP	296	17.1	10.4	23.2
SEMEX	132	17.5	11.5	23.1

Cuadro 4. Precipitación anual en mm para cada uno de los patrones generales de distribución obtenidos.

PGD	Registros	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo
FVT	321	1313.11	758	2555
VGMX	503	1795.00	758	3857
VOP	296	1467.58	758	3100
SEMEX	132	1760.68	758	3829

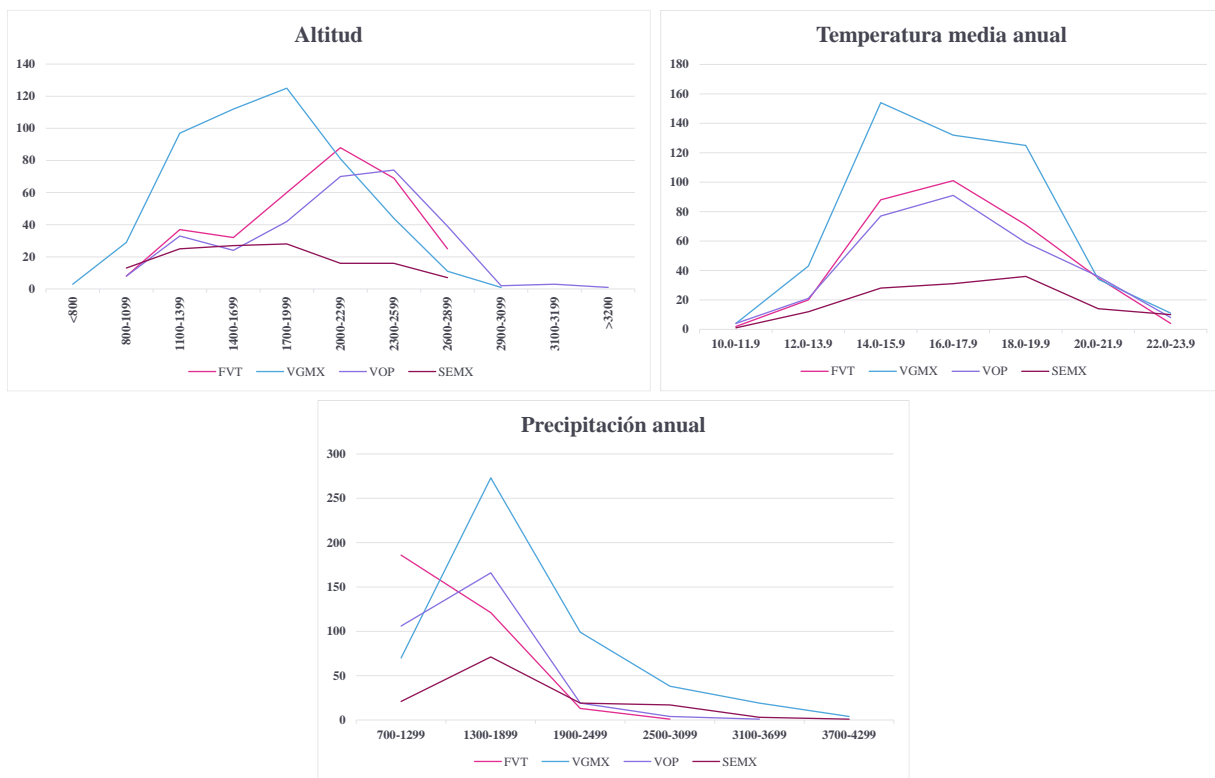


Figura 10. a) Altitud en m snm; b) temperatura media anual en °C; c) precipitación media anual en mm; para cada uno de los PGD identificados.

Faja Volcánica Transmexicana

Este PGD se encuentra conformado por 51 especies (Apéndice II), cuatro de bromelias y 47 de orquídeas, las cuales se distribuyen en los BMMs de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, México y Morelos, inmersos en porciones de las provincias biogeográficas Costa del Pacífico y Eje Volcánico. La altitud promedio es de 2 016.79 m snm (Cuadro 2), la mayor acumulación de registros se ubica entre 2 000 y 2 300 m snm (Fig. 10a). La temperatura media anual promedio es de 17.8 °C (Cuadro 3) y la mayor acumulación de registros se encuentra entre 16 y 18 °C (Fig. 10b). La precipitación anual promedio es de 1 313.11 (Cuadro

4) y la mayor acumulación de registros se encuentra entre 700 y 1 300 mm (Fig. 10c). En este PGD general identificamos dos subpatrones, los cuales se describen a continuación.

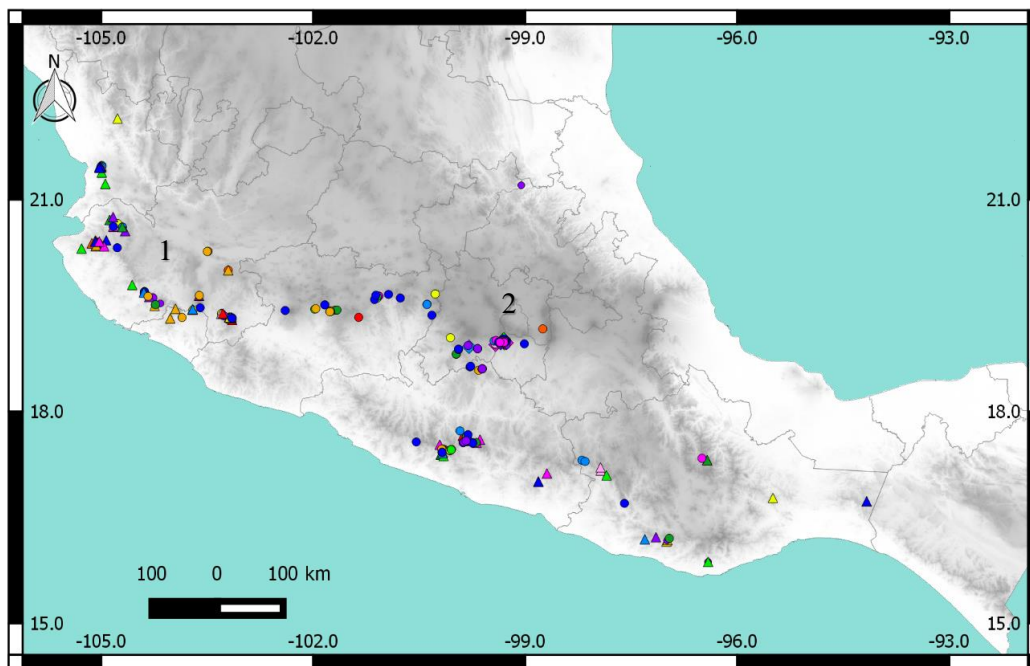


Figura 11. Patrón general de distribución Faja Volcánica Transmexicana. Subpatrón de distribución (1), subpatrón de distribución (2).

Subpatrón de distribución 1. Está conformado por las distribuciones similares de 24 especies de orquídeas, que crecen en los BMMs de los estados de Nayarit, Jalisco y Colima. La altitud promedio en la que estas especies se encuentran es de 1 695.08 m snm; la temperatura media anual promedio es de 18.3 °C y la precipitación anual promedio es de 1 321.43 mm. Las especies son: *Acianthera hartwegii* (H. Wendl. & Kraenzl.) Solano & Soto Arenas, *Bulbophyllum cirrhosum* L. O. Williams, *Cuitlauzina pendula* Lex., *Encyclia adenocaula* (Lex.) Schltr., *Gongora galeottiana* A. Rich. & Galeotti, *Homalopetalum pachyphyllum* (L. O. Williams) Dressler, *Laelia crawshayana* Rchb.f., *Leochilus crocodiliceps* (Rchb. f.) Kraenzl.,

Lockhartia galeottiana A. Rich. ex Soto Arenas, *Lycaste crinita* Lindl., *Meiracyllium gemma* Rchb. f., *Oncidium ghiesbreghtianum* A. Rich. & Galeotti, *Oncidium hastatum* (Bateman) Lindl., *Oncidium karwinskii* (Lindl.) Lindl., *Oncidium tigrinum* Lex., *Prosthechea citrina* (Lex.) W. E. Higgins, *Prosthechea pastoris* (Lex.) Espejo & López-Ferr., *Prosthechea squalida* (Lex.) Soto Arenas & Salazar, *Prosthechea trulla* (Rchb.f.) W. E. Higgins, *Rossioglossum splendens* (Rchb. f.) Garay & G. C. Kenn., *Stanhopea martiana* Bateman ex Lindl., *Stelis rufobrunnea* (Lindl.) L. O. Williams, *Stelis sanguinolenta* (Garay et W. Kittr.) Solano y *Stelis xerophila* (Schltr.) Soto Arenas (Fig. 11).

Subpatrón de distribución 2. Está definido por 15 especies, tres de la familia Bromeliaceae y doce de la familia Orchidaceae que crecen en los BMMs de los estados de México y Morelos. La altitud promedio en la que estas especies se encuentran es de 2 221.90 m snm; la temperatura media anual promedio es de 16.3 °C y la precipitación anual promedio es de 1 277.02 mm. Las especies son: *Camaridium atratum* (Lex.) M. A. Blanco, *Leochilus carinatus* (Knowles & Westc.) Lindl., *Lepanthes attenuata* Salazar, Soto Arenas & O. Suárez, *Lepanthes nagelii* Salazar & Soto Arenas, *Malaxis rosilloi* R. González & E. W. Greenw., *Oncidium unguiculatum* Lindl., *Prosthechea cretacea* (Dressler & G. E. Pollard) W. E. Higgins, *Prosthechea linkiana* (Klotzsch) W. E. Higgins, *Prosthechea varicosa* (Bateman ex Lindl.) W. E. Higgins, *Rhynchostele aptera* (Lex.) Soto Arenas & Salazar, *Stelis oestlundiana* (L. O. Williams) Pridgeon & M. W. Chase y *Trichocentrum pachyphyllum* (Hook.) R. Jiménez & Carnevali., de la familia Orchidaceae, mientras que *Tillandsia bourgaei* Baker, *Tillandsia macdougallii* L. B. Sm. y *Tillandsia violacea* Baker pertenecen a la familia Bromeliaceae (Fig. 11).

Vertiente del Golfo de México

Este PGD está conformado por 61 especies (Apéndice II), 12 de bromelias y 49 de orquídeas distribuidas en BMMs de los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Veracruz, Puebla y Oaxaca, y que forman parte de las provincias biogeográficas Sierra Madre Oriental, Oaxaca, Golfo de México y la parte septentrional de la Sierra Madre del Sur en Oaxaca. La altitud promedio es de 1 724.82 m snm (Cuadro 2), la mayor acumulación de registros se ubica entre 1 700 y 2 000 m snm (Fig. 10a). La temperatura media anual promedio es de 16.86 °C (Cuadro 3) y la mayor acumulación de registros se encuentra entre 14 y 16 °C (Fig. 10b). La precipitación anual promedio es de 1 795 mm (Cuadro 4) y la mayor acumulación de registros se encuentra entre 1 300 y 1 900 mm (Fig. 10c). Al igual que en el caso anterior, en este PGD general se identificaron tres subpatrones, los cuales se describen a continuación.

Subpatrón 3. Está conformado por 12 especies, cinco de la familia Bromeliaceae y siete de la familia Orchidaceae, se trata de especies que han sido reportadas de los BMMs de Tamaulipas, Querétaro, Hidalgo, Puebla y centro de Veracruz. La altitud promedio en la que estas especies se encuentran es de 1 466.28 m snm; la temperatura media anual promedio es de 18.1 °C y la precipitación anual promedio es de 1 691.57 mm. Las especies que lo conforman son: *Encyclia candollei* (Lindl.) Schltr., *Isochilus bracteatus* (Lex.) Espejo & López-Ferr., *Laelia anceps* Lindl., *Lepanthes papilionacea* Salazar & Soto Arenas, *Lycaste crinita* Lindl., *Mormodes maculata* var. *unicolor* (Hook.) L. O. Williams y *Prosthechea mariae* (Ames) W. E. Higgins, de la familia Orchidaceae, mientras que *Tillandsia bartramii* Elliott, *Tillandsia deppeana* Steud., *Tillandsia heterophylla* E. Morren, *Tillandsia limbata* Schltld. y *Tillandsia parryi* Baker pertenecen a la familia Bromeliaceae (Fig. 12).

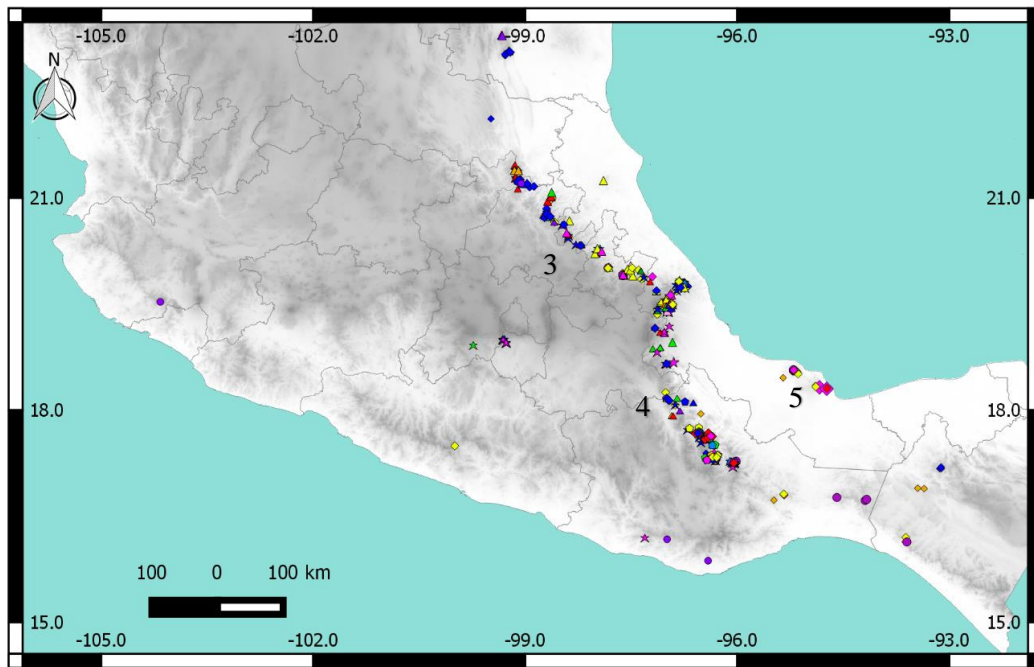


Figura 12. Patrón general de distribución Vertiente del Golfo de México. Subpatrón de distribución (3), subpatrón de distribución (4), subpatrón de distribución (5).

Subpatrón 4. Está conformado por 20 especies, dos de la familia Bromeliaceae y 18 de la familia Orchidaceae, se trata de taxa que han sido reportadas de los BMMs de Puebla y de la Sierra Norte y centro de Oaxaca. La altitud promedio en la que estas especies se encuentran es de 1 781.95 m snm; la temperatura media anual promedio es de 16.6 °C y la precipitación anual promedio es de 1 777.35 mm. Las especies que lo conforman son: *Epidendrum falcatum* Lindl., *Homalopetalum pumilum* (Ames) Dressler, *Lepanthes aprica* Catling & V. R. Catling, *Lepanthes avis* Rchb. f., *Lepanthes catlingii* Salazar, Soto Arenas & O. Suárez, *Lepanthes chiangii* Salazar, Soto Arenas & O. Suárez, *Lepanthes erythroxantha* Salazar & Soto Arenas, *Lepanthes gabriellae* Salazar & Soto Arenas, *Lepanthes galeottiana* Salazar & Soto Arenas, *Lepanthes moorei* C. Schweinf., *Lepanthes rekoii* R. E. Schult., *Lepanthes schiedeii* Rchb.f.,

Lepanthes schultesii Salazar & Soto Arenas, *Lepanthes suarezii* Salazar & Soto Arenas, *Lepanthes thurstoniorum* Salazar & Soto Arenas, *Oestlundia luteorosea* (A. Rich. & Galeotti) W. E. Higgins, *Ornithidium tonsoniae* (Soto Arenas) Senghas y *Trichocentrum pachyphyllum* (Hook.) R. Jiménez & Carnevali, de la familia Orchidaceae, mientras que *Racinaea rothschuhiana* (Mez) M. A. Spencer & L. B. Sm. y *Tillandsia belloensis* W. Weber pertenecen a la familia Bromeliaceae (Fig. 12).

Subpatrón 5. Está conformado por cinco especies de la familia Orchidaceae, se trata de especies que han sido reportadas de los BMMs de los Tuxtlas, Veracruz. La altitud promedio en la que estas especies se encuentran es de 1 333.66 m snm; la temperatura media anual promedio es de 19.5 °C y la precipitación anual promedio es de 2 486.36 mm. Las especies que lo conforman son: *Acianthera sotoana* Solano, *Arpophyllum spicatum* Lex., *Epidendrum dressleri* Hágsater, *Mormodes tuxtlenensis* Salazar y *Oncidium hagsaterianum* R. Jiménez & Soto Arenas (Fig. 12).

Vertiente del Océano Pacífico

Este PGD está conformados por 50 especies (Apéndice II), nueve de bromelias y 41 de orquídeas distribuidas en BMMs de los estados de Guerrero y Oaxaca, y que forman parte de la provincia biogeográfica Sierra Madre del Sur. La altitud promedio es de 2 087.74 m snm (Cuadro 2), la mayor acumulación de registros se ubica entre 2 300 y 2 600 m snm (Fig. 10a). La temperatura media anual promedio es de 17.15 °C (Cuadro 3) y la mayor acumulación de registros se encuentra entre 16 y 18 °C (Fig. 10b). La precipitación anual promedio es de 1 467.58 mm (Cuadro 4) y la mayor acumulación de registros se encuentra entre 1 300 y 1 900

mm (Fig. 10c). En este patrón de distribución general se identificaron dos subpatrones, los cuales se describen a continuación.

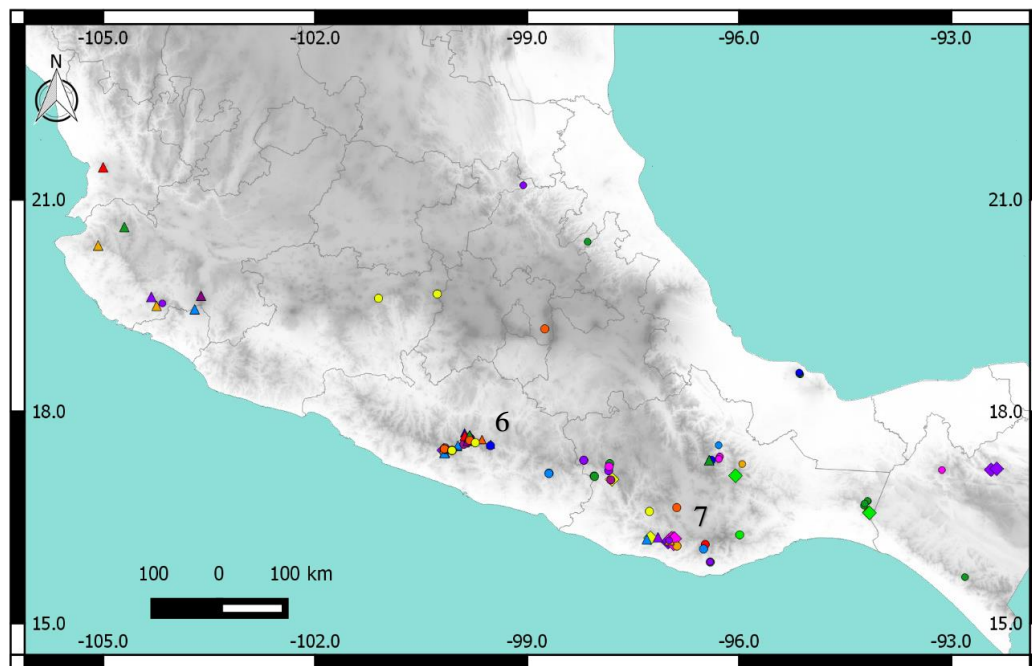


Figura 13. Patrón general de distribución Vertiente del Océano Pacífico. Subpatrón de distribución (6), subpatrón de distribución (7).

Subpatrón de distribución 6. Está conformado por 19 especies, ocho de la familia Bromeliaceae y once de la familia Orchidaceae, se trata de taxa que han sido reportadas de los BMMs de Guerrero. La altitud promedio en la que estas especies se encuentran es de 2 145.99 m snm; la temperatura media anual promedio es de 17.2 °C y la precipitación anual promedio es de 1 534.37 mm. Las especies que lo conforman son: *Acianthera hartwegii* (H. Wendl. & Kraenzl.) Solano & Soto Arenas, *Arpophyllum spicatum* Lex., *Camaridium rhombeum* (Lindl.) M. A. Blanco, *Encyclia adenocaula* (Lex.) Schltr., *Epidendrum magnificum* Schltr., *Lepanthes nagelii* Salazar & Soto Arenas, *Oncidium karwinskii* (Lindl.) Lindl., *Ponera exilis*

Dressler, *Prosthechea citrina* (Lex.) W. E. Higgins, *Prosthechea varicosa* (Bateman ex Lindl.) W. E. Higgins y *Stelis rufobrunnea* (Lindl.) L. O. Williams, de la familia Orchidaceae, mientras que *Aechmea mexicana* Baker, *Tillandsia bourgaei* Baker, *Tillandsia langlasseana* Mez, *Tillandsia macdougallii* L. B. Sm., *Tillandsia paraisoensis* Ehlers, *Tillandsia prodigiosa* (Lem.) Baker, *Tillandsia quaquafloerifera* Matuda y *Tillandsia violacea* Baker pertenecen a la familia Bromeliaceae (Fig. 13).

Subpatrón de distribución 7. Está conformado por una especie de la familia Bromeliaceae y once de la familia Orchidaceae, se trata de especies que han sido reportadas de los BMMs de Oaxaca. La altitud promedio en la que se encuentran estas especies es de 1 705.25 m snm; la temperatura media anual promedio es de 18.5 °C y la precipitación anual promedio es de 1 412.02 mm. Las especies que lo conforman son: *Bulbophyllum cirrhosum* L. O. Williams, *Epidendrum camposii* Hágsater, *Epidendrum succulentum* Hágsater, *Isochilus bracteatus* (Lex.) Espejo & López-Ferr., *Leochilus carinatus* (Knowles & Westc.) Lindl., *Lepanthes acuminata* Schltr. ssp. *acuminata*, *Lycaste crinita* Lindl., *Oncidium hastatum* (Bateman) Lindl., *Prosthechea bicamerata* (Rchb. f.) W. E. Higgins, *Prosthechea trulla* (Rchb.f.) W. E. Higgins, y *Trichopilia galeottiana* A. Rich., de la familia Orchidaceae, mientras que *Tillandsia nolleriana* Ehlers pertenece a la familia Bromeliaceae (Fig. 13).

Sureste de México

Este PGD está conformados por 22 especies (Apéndice II), una de la familia Bromeliaceae y 21 de la familia Orchidaceae, distribuidas en BMMs de los estados de Oaxaca y Chiapas, y que forman parte de las provincias biogeográficas Soconusco y los Altos de Chiapas. La altitud promedio es de 1 737.15 m snm (Cuadro 2), la mayor acumulación de

registros se ubica entre 1 700 y 2 000 m snm (Fig. 10a). La temperatura media anual promedio es de 17.54 °C (Cuadro 3) y la mayor acumulación de registros se encuentra entre 18 y 20 °C (Fig. 10b). La precipitación anual promedio es de 1 760.68 mm (Cuadro 4) y la mayor acumulación de registros se encuentra entre 1 300 y 1 900 mm (Fig. 10c). En este PGD no fue posible identificar subpatrones.

Especies con registros únicos

De las 67 especies que están representadas únicamente por un registro, 19 han sido reportados exclusivamente de la localidad tipo. Entre estas especies encontramos para Chiapas a *Epidendrum motozintlensis* Hágsater & L. Sánchez S. y *Tillandsia bochilensis* Ehlers; para Guerrero *Elleanthus teotepecensis* Soto Arenas, *Epidendrum mocinoi* Hágsater, *Lepanthes hagsateri* Salazar & Soto Arenas, *Malaxis hagsateri* Salazar, *Stelis desantiagoi* Solano & Salazar y *Tillandsia pentasticha* Rauh & Wulfinghoff; *Epidendrum gonzalez-tamayoi* Hágsater solo ha sido recolectada en Jalisco; en Michoacán, únicamente se encuentran *Epidendrum lowilliamsii* García-Cruz y *Stelis resupinata* (Ames) Pridgeon & M. W. Chase. Las especies de Oaxaca son: *Epidendrum gasteriferum* Scheeren, *Laelia furfuracea* Lindl., *Lepanthes greenwoodii* Salazar & Soto Arenas, *Lepanthes machorroii* Salazar & Soto Arenas, *Lepanthes mazatlanensis* R. Solano & Reynaud, *Lepanthes totontepecensis* Salazar & Soto Arenas y *Stelis wendtii* Solano. Finalmente, *Tillandsia alvareziae* Rauh es exclusiva de Veracruz (Dressler & Pollard, 1974; Espejo-Serna, 2012; Salazar y Soto, 1996), de las 48 especies restantes, sí hay más registros pero se ubican fuera del área de estudio. Por lo tanto, dichos taxa no fueron considerados en el análisis para identificar patrones de distribución (Fig. 14).

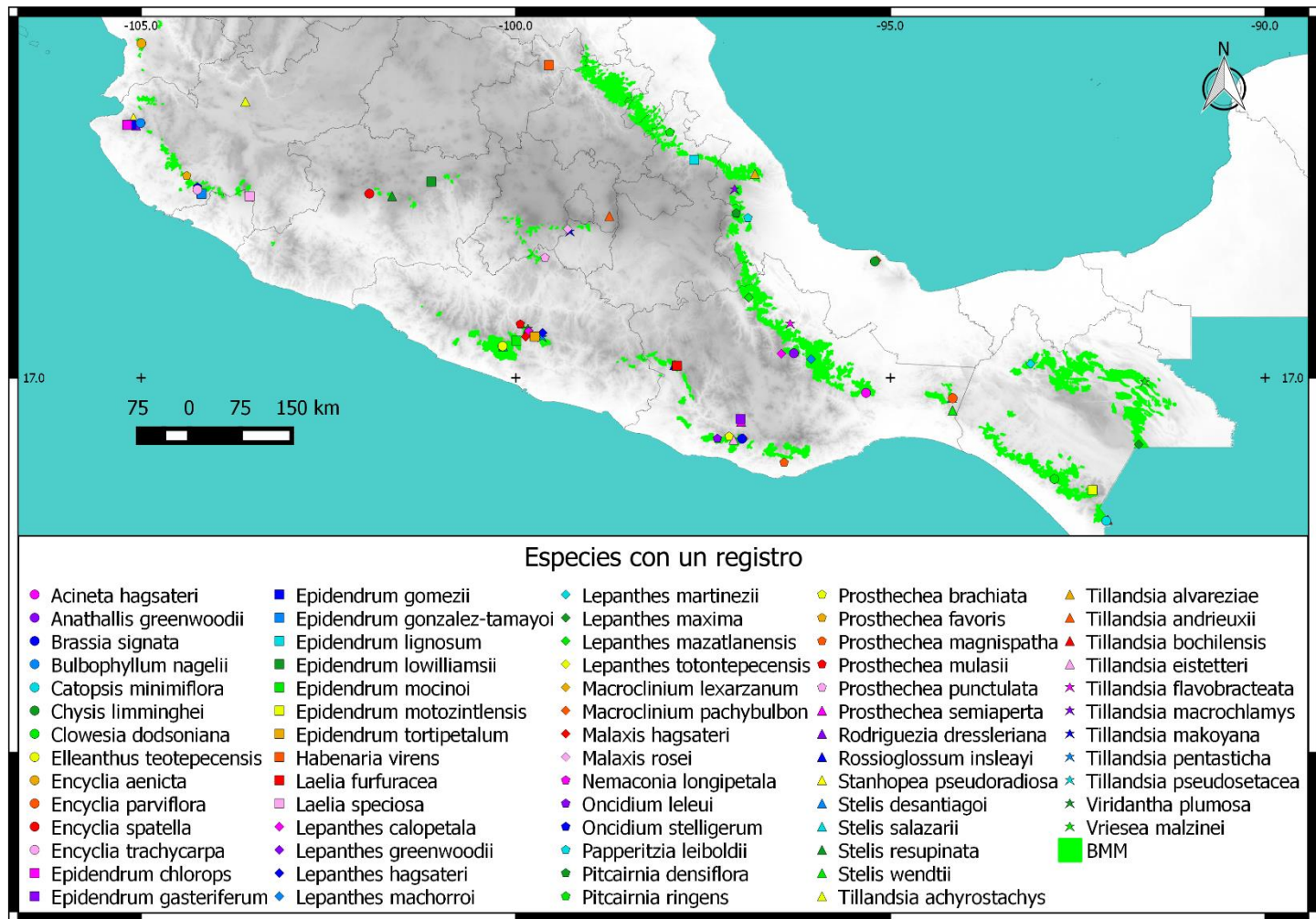


Figura 14. Distribución de 67 especies de bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México, que solo cuentan con un registro en los BMMs.

Similitud florística

La mayor similitud florística se presenta entre los PGD Faja Volcánica Transmexicana y Vertiente del Océano Pacífico (31.16 %) debido a que comparten 24 especies, le siguen los PGD Vertiente del Golfo de México y sureste de México (15.27 %), con 11 especies en común, mientras que, la menor similitud se presenta entre los PGD Faja Volcánica Transmexicana y Sureste de México (2.81 %) al compartir únicamente dos especies (Cuadro 5). En el dendograma se distinguen dos grupos bien definidos, en uno están los PGD de la vertiente del Océano Pacífico (FVT y VOP), mientras que en el otro están los de la vertiente del Golfo de México (VGMX y SEMX); esto nos indica una diferenciación florística en ambas vertientes (Fig. 15).

Cuadro 5. Matriz de similitud florística entre los patrones de distribución identificados, con base en índice de similitud de Jaccard.

	FVT	VGMX	VOP	SEMX	Similitud florística	
FVT	100				0-20	
VGMX	5.66	100			21-40	
VOP	31.16	6.73	100		41-60	
SEMX	2.81	15.27	5.88	100	61-80	
					81-100	

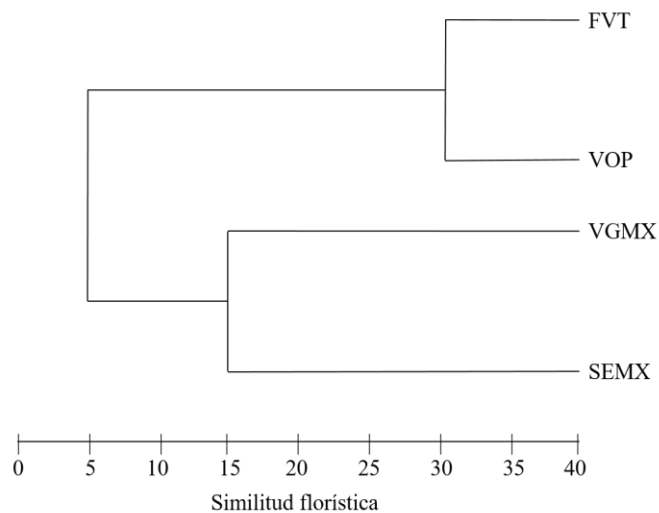


Figura 15. Dendrograma que muestra la similitud florística entre los patrones generales de distribución identificados, con base en el índice de similitud de Jaccard.

En lo que respecta a la similitud florística entre los subpatrones de distribución se obtuvo lo siguiente: la mayor similitud se presentó entre los subpatrones 1 y 2 (100%) debido a que comparten 19 especies, ambos pertenecientes al patrón general de distribución VOP, le siguen los subpatrones 3 y 4 (88.23%) con 15 especies en común, ambos pertenecientes al patrón de general distribución VGMX; mientras que la menor similitud la presenta el subpatrón 6, del patrón de distribución VOP, con los subpatrones 4 (2.63%) y 3 (3.33%) al compartir 1 especie en cada caso (Cuadro 6), ambos del patrón general de distribución VGMX.

Cuadro 6. Matriz de similitud florística entre los subpatrones de distribución identificados, con base en el índice de similitud de Jaccard.

	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	Similitud florística
SP 1	100							0-20
SP 2	44.44	100						21-40
SP 3	5.88	17.39	100					41-60
SP 4	0	12.9	88.23	100				61-80
SP 5	0	0	54.54	38.88	100			81-100
SP 6	43.33	36	3.33	2.63	4.34	100		
SP 7	50	22.72	20	8.33	6.25	138.46	100	

En el dendograma se observa que los subpatrones de distribución se agrupan en dos grupos bien definidos, en uno están los subpatrones 3, 4 y 5 que pertenecen al PGD GMX, mientras que en el otro están los subpatrones 1, 2, 6 y 7, de los PGD FVT y VOP, respectivamente (Fig. 16).

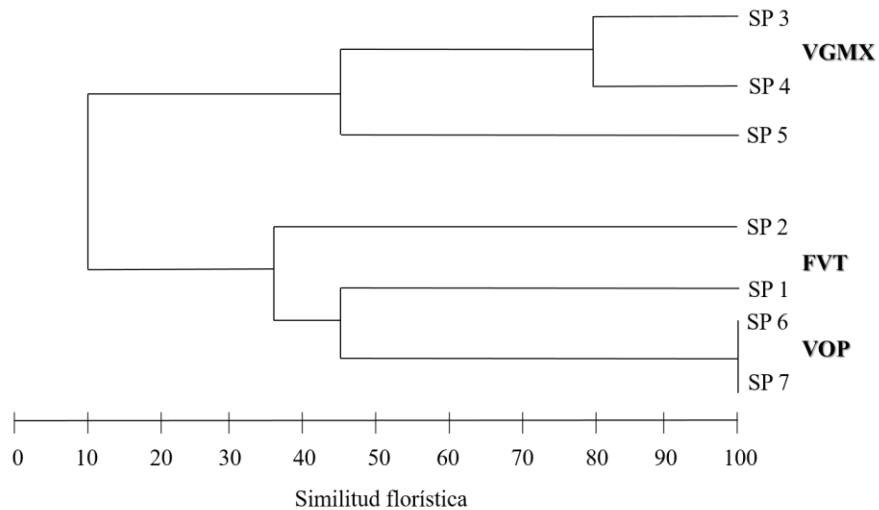


Figura 16. Dendograma que muestra la similitud florística entre los subpatrones de distribución identificados, con base en el índice de similitud de Jaccard.

Áreas de endemismo compartido

Con el análisis de endemividad realizado usando el tamaño de celda de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$, se obtuvieron cinco posibles áreas de endemismo compartido y después de realizar el análisis de consenso se retuvieron cuatro (Cuadro 7, áreas de la 1 a la 4); con el análisis de endemividad utilizando un tamaño de celda de $0.7^\circ \times 0.7^\circ$, se obtuvieron diez posibles áreas de endemismo compartido y posteriormente con el análisis de consenso se retuvieron cinco (Cuadro 7, áreas de la 5 a la 9). Al comparar las áreas consenso obtenidas con el tamaño de celda pequeño con las obtenidas con el tamaño de celda grande, observamos que eran, prácticamente, equivalentes, es decir, la composición de especies era muy similar en las áreas obtenidas usando ambos tamaños de celda. El área consenso 1 y la 5 comparten 83 % de las especies, la 2 y la 6 comparten 100 %, la 3 y la 7 comparten 100 % y por último, la 4 y la 8 comparten 66 % (Cuadro 7). Dado que todas las áreas consenso comparten más de 60 % de especies, se decidió reconocer en este trabajo, como áreas de endemismo compartido a aquellas, definidas usando el tamaño de celda de $0.7^\circ \times 0.7^\circ$. Además, sus valores de IE son más altos, lo cual indica que existe una mayor congruencia en las distribuciones de las especies que las definen. A continuación, se describirán las áreas de endemismo compartido en función de las especies que las componen y por su ubicación geográfica.

Área Occidente de México

Esta área de endemismo compartido (AEC) está ubicada en el occidente de Jalisco y el norte de Colima, comprende porciones de las provincias biogeográficas Eje Volcánico (en mayor proporción) y Costa del Pacífico (Fig. 17a). Está formada por siete celdas, sus límites geográficos son 19.2° y 21.3° N y 103.1° y 105.2° W y presenta un intervalo altitudinal que va

de los 1 000 a los 2 300 m snm. Su IE es de 3.425, y está definida por seis especies de orquídeas, las cuales son: *Laelia crawshayana*, *Leochilus crocodiliceps*, *Meyracillum gemma*, *Rossioglossum splendens*, *Stanhopea martiana* y *Stelis xerophila*.

Área Golfo de México-Norte

Esta AEC está ubicada en los BMMs de los estados de Querétaro, Hidalgo, norte de Puebla y centro de Veracruz, a lo largo de la provincia biogeográfica Sierra Madre Oriental, también incluye porciones de las provincias biogeográficas Golfo de México, Eje Volcánico y Oaxaca. Está formada por diez celdas y tiene sus límites geográficos entre los 17.8° y 22.0° N y 96.1° y 99.6° W y presenta un intervalo altitudinal que va de 800 a 2 800 m snm (Fig. 17b). Su IE es de 4.41667, está definida por seis especies de orquídeas y tres de bromelias: de la familia Orchidaceae, *Encyclia candollei*, *Epidendrum longipetalum*, *Laelia anceps*, *Mormodes maculata* var. *unicolor*, *Oestlundia cyanocolumna*, *Stanhopea tigrina*, y de la familia Bromeliaceae, *Tillandsia imperialis*, *Tillandsia heterophylla* y *Tillandsia limbata*.

Área Sur de México

Esta AEC está ubicada en los BMMs del centro de Guerrero y oeste de Oaxaca, en la provincia biogeográfica Sierra Madre del Sur. Está formada por cinco celdas, tiene sus límites geográficos entre 16.4° y 17.8° N y 95.4° y 97.5° W y presenta un intervalo altitudinal que va de 780 a 2 700 m snm (Fig. 17c). Su IE es de 5.25 y está definida por ocho especies de orquídeas, las cuales son: *Acianthera chrysantha*, *Artorima erubescens*, *Isochilus langlassei*, *Lepanthes yuvilensis*, *Oncidium oblongatum*, *Pachyphyllum mexicanum*, *Prosthechea obpiribulbon* y *Rhynchostele candidula*.

Área Norte de Oaxaca

Esta AEC se encuentra ubicada en los BMMs de la Sierra Norte de Oaxaca y regiones adyacentes de los estados de Puebla y Veracruz, en las provincias biogeográficas Oaxaca y SMS. Está formada por cuatro celdas y tiene como límites geográficos 17.1° y 18.5° N y 95.4° y 97.5° W, su intervalo altitudinal va de los 780 a los 2 600 m snm (Fig. 17d). Su IE es de 3.25, está definida por cuatro especies de orquídeas, todas ellas del género *Lepanthes*, las cuales son: *L. aprica*, *L. catlingii*, *L. chiangii* y *L. rekoi*.

Área Golfo de México-Centro

Esta AEC está ubicada en el norte y centro de Oaxaca, llegando hasta la región de los Tuxtlas en Veracruz, en la parte central de la provincia biogeográfica SMO. Está formada por ocho celdas y ubicada entre los límites geográficos 16.4° y 19.8° N y 94.6 y 97.4° W, con un intervalo altitudinal que va de 800 a 2 600 m snm (Fig. 17e). Su IE es de 3.70357, y está definida por siete especies de orquídeas y dos de bromelias, los representantes de la familia Orchidaceae son: *Homalopetalum pumilum*, *Lepanthes avis*, *Oestlundia luteorosea*, *Rhynchostele ehrenbergii*, *Stelis nagelii*, *Stelis oaxacana*, *Stelis veracruzencis*, y los de las Bromeliaceae son: *Tillandsia kirchhoffiana* y *Werauhia vanhyningii*.

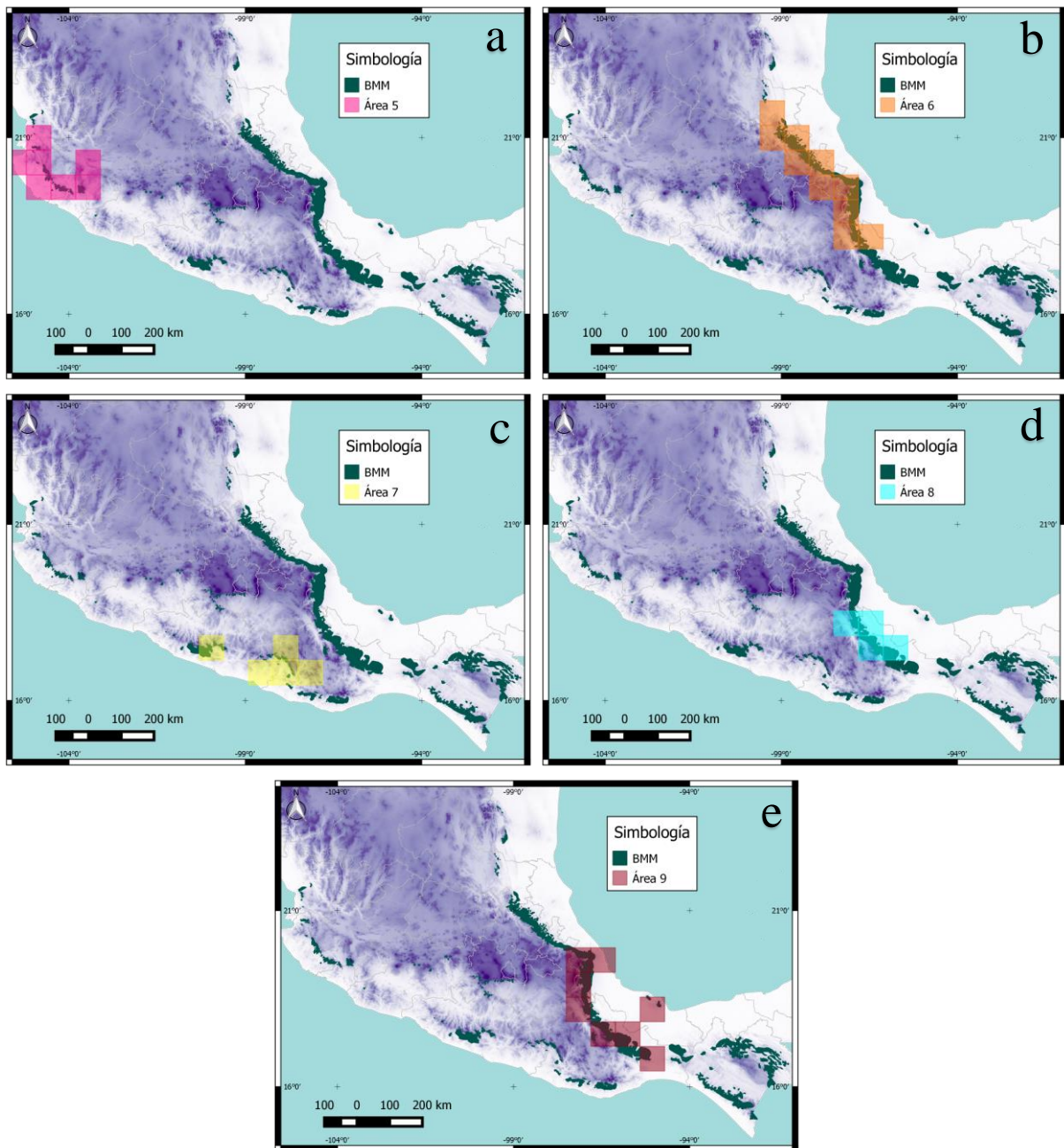


Figura 17. Áreas de endemismo compartido identificadas. a) Occidente de México (OCMX); b) Golfo de México-Norte (GMXN); c) Sur de México (SMX); d) Norte de Oaxaca (NOAX) y e) Golfo de México-Centro (GMXC).

Cuadro 7. Áreas consenso obtenidas con el análisis de endemidad. Se indica las especies endémicas que las definen con su I_{EX} , el número de celdas que ocupa el área, el IE máximo del área y el tamaño de la celda empleado.

Área consenso	Especies endémicas (I_{EX})	Número de celdas	IE	Tamaño de celda (°)
1	<i>Leochilus crocodiliceps</i> (0.643); <i>Meyracillum gemma</i> (0.556); <i>Rossioglossum splendens</i> (0.643); <i>Stanhopea martiana</i> (0.714); <i>Stelis xerophila</i> (0.556)	7	3.36111	0.5
5	<i>Laelia crawshayana</i> (0.750); <i>Leochilus crocodiliceps</i> (0.643); <i>Meiracyllium gemma</i> (0.611); <i>Rossioglossum splendens</i> (0.750); <i>Stanhopea martiana</i> (0.875); <i>Stelis xerophila</i> (0.714)	7	3.425	0.7
2	<i>Encyclia candollei</i> (0.800); <i>Epidendrum longipetalum</i> (0.792); <i>Laelia anceps</i> (0.643); <i>Mormodes maculata</i> var. <i>unicolor</i> (0.650); <i>Oestlundia cyanocolumna</i> (0.750); <i>Stanhopea tigrina</i> (0.700); <i>Tillandsia imperialis</i> (0.500); <i>Tillandsia heterophylla</i> (0.643); <i>Tillandsia limbata</i> (0.714)	7	3.5754	0.5
6	<i>Encyclia candollei</i> (0.800); <i>Epidendrum longipetalum</i> (0.792); <i>Laelia anceps</i> (0.643); <i>Mormodes maculata</i> var. <i>unicolor</i> (0.650); <i>Oestlundia cyanocolumna</i> (0.750); <i>Stanhopea</i>	10	4.44841	0.7

	<i>tigrina</i> (0.700); <i>Tillandsia imperialis</i> (0.500); <i>Tillandsia heterophylla</i> (0.643); <i>Tillandsia limbata</i> (0.714)			
3	<i>Acianthera chrysantha</i> (0.750); <i>Artorima erubescens</i> (0.750); <i>Isochilus langlassei</i> (0.583); <i>Lepanthes yuvilensis</i> (0.750); <i>Oncidium oblongatum</i> (0.500); <i>Pachyphyllum mexicanum</i> (0.750); <i>Prosthechea obpiribulbon</i> (0.750); <i>Rhynchostele candidula</i> (0.750)	4	3.625	0.5
7	<i>Acianthera chrysantha</i> (0.750); <i>Artorima erubescens</i> (0.750); <i>Isochilus langlassei</i> (0.583); <i>Lepanthes yuvilensis</i> (0.750); <i>Oncidium oblongatum</i> (0.500); <i>Pachyphyllum mexicanum</i> (0.750); <i>Prosthechea obpiribulbon</i> (0.750); <i>Rhynchostele candidula</i> (0.750)	5	5.25	0.7
4	<i>Lepanthes aprica</i> (0.750); <i>Lepanthes chiangii</i> (0.833); <i>Lepanthes erythroxantha</i> (1.000); <i>Lepanthes galeottiana</i> (1.000); <i>Lepanthes moorei</i> (0.875); <i>Lepanthes rekoii</i> (0.667)	6	4.41667	0.5
8	<i>Lepanthes aprica</i> (0.750); <i>Lepanthes catlingii</i> (0.750); <i>Lepanthes chiangii</i> (0.750); <i>Lepanthes rekoii</i> (0.750)	4	3.25	0.7
9	<i>Homalopetalum pumilum</i> (0.667); <i>Lepanthes avis</i> (0.700); <i>Oestlundia luteorosea</i> (0.700); <i>Rhynchostele ehrenbergii</i> (0.917); <i>Stelis nagelii</i> (0.400); <i>Stelis oaxacana</i> (0.750); <i>Stelis veracruzencis</i> (0.429); <i>Tillandsia kirchhoffiana</i> (0.571); <i>Werauhia vanhuyningii</i> (0.650)	8	3.70357	0.7

Hipótesis de relaciones biogeográficas entre las áreas de endemismo compartido identificadas en los BMMs de México

Para obtener una hipótesis de las posibles relaciones biogeográficas entre las AEC obtenidas, se llevó a cabo un análisis cladístico; el listado de las especies y la matriz utilizada en el análisis se presenta en el apéndice III.

El análisis generó un árbol con una longitud de 176 pasos, un índice de consistencia (CI) de 0.87 y un índice de retención (IR) de 0.78; en dicho árbol se observan dos clados (Fig. 18): El clado **A** lo forman las AEC Occidente de México (OCMX) y Sur de México (SMX) y está respaldado por 11 especies compartidas: *Acianthera hartwegiiifolia*, *Encyclia adenocaula*, *Gongora galeottiana*, *Oncidium ghiesbreghtianum*, *Oncidium karwinskii*, *Oncidium reichenheimii*, *Prosthechea trulla*, *Rhynchostele cervantesii*, *Rhynchostele maculata*, *Stelis rufobrunnea* y *Tillandsia prodigiosa* (Fig. 18). El clado **B** está conformado por las AEC Golfo de México-Norte (GMXN), Norte de Oaxaca (NOAX) y Golfo de México-Centro (GMXC) y está respaldado por la presencia de 25 especies: *Alamania punicea*, *Arpophyllum laxiflorum*, *Epidendrum longipetalum*, *Epidendrum tuxtense*, *Gongora galeata*, *Homalopetalum pumilum*, *Isochilus unilateralis*, *Lepanthes attenuata*, *Lepanthes avis*, *Lepanthes chiangii*, *Lepanthes mazatlanensis*, *Lepanthes rekoii*, *Oestlundia cyanocolumna*, *Oestlundia luteorosea*, *Oncidium incurvum*, *Rhynchostele cordata*, *Rhynchostele ehrenbergii*, *Stanhopea tigrina*, *Stelis nagelii*, *Stelis oaxacana*, *Stelis veracruzensis*, *Tillandsia gymnotrya*, *Tillandsia imperialis*, *Tillandsia kirchhoffiana* y *Werauhia vanhyningii*. Dentro del clado **B** está el subclado formado por las áreas de endemismo compartido NOAX y GMXC, el cual está apoyado por la presencia de 19 especies: *Anathallis greenwoodii*, *Camaridium atratum*, *Catopsis compacta*, *Lepanthes*

acuminata ssp. acuminata, *L. aprica*, *L. calopetala*, *L. catlingii*, *L. erythroantha*, *L. gabriellae*, *L. galeottiana*, *L. greenwoodii*, *L. machorroii*, *L. moorei*, *L. schultesii*, *L. suarezii*, *L. thurstoniorum*, *L. totontepecensis*, *Ornithidium tonsoniae* y *Racinaea rothschuhiana*.

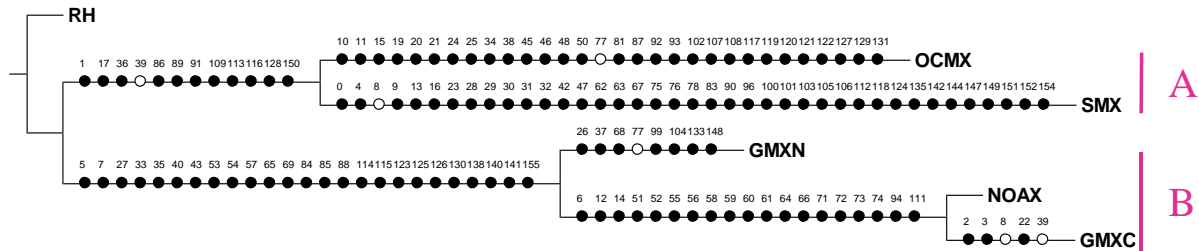


Figura 18. Cladograma obtenido con el análisis cladístico. El número de arriba de la línea corresponde a la especie, los círculos negros corresponden a sinapomorfias y autoapomorfias, los círculos blancos indican homoplasias.

Cada una de las áreas del cladograma tiene autapomorfias, es decir, especies exclusivas a las áreas, excepto NOAX. OCMX presentó 29 especies exclusivas, SMX 38 especies, GMXN 7 especies y GMXC 3 especies (Cuadro 8).

Cuadro 8. Especies exclusivas de las áreas del cladograma obtenido.

AEC	Especies
OCMX	<i>Bulbophyllum cirrhosum</i> , <i>B. nagelii</i> , <i>Cuitlauzina pendula</i> , <i>Encyclia trachycarpa</i> , <i>Epidendrum anisatum</i> , <i>E. chlorops</i> , <i>E. gomezii</i> , <i>E. gonzalez-tamayoi</i> , <i>Erycina hyalinobulbon</i> , <i>Hintonella mexicana</i> , <i>Laelia autumnalis</i> , <i>L. crawshayana</i> , <i>L. speciosa</i> , <i>Leochilus crocodiliceps</i> , <i>Meiracyllium gemma</i> , <i>Oncidium hastatum</i> , <i>O. stelligerum</i> , <i>O. tigrinum</i> , <i>Prosthechea favoris</i> , <i>P. pastoris</i> , <i>P. pterocarpa</i> ,

	<i>Rodriguezia dressleriana</i> , <i>Rossioglossum splendens</i> , <i>Stanhopea hernandezii</i> , <i>S. martiana</i> , <i>S. pseudoradiosa</i> , <i>Stelis retusa</i> , <i>Stelis sanguinolenta</i> y <i>Stelis xerophila</i> .
SMX	<i>Acianthera chrysantha</i> , <i>Aechmea mexicana</i> , <i>Artorima erubescens</i> , <i>Camaridium rhombeum</i> , <i>Elleanthus teotepecensis</i> , <i>Epidendrum gasteriferum</i> , <i>E. magnificum</i> , <i>E. mocinoi</i> , <i>E. rowleyi</i> , <i>E. succulentum</i> , <i>E. tortipetalum</i> , <i>Isochilus langlassei</i> , <i>Laelia furfuracea</i> , <i>Lepanthes guerrerensis</i> , <i>L. hagsateri</i> , <i>L. nagelii</i> , <i>L. yuvilensis</i> , <i>Lockhartia galeottiana</i> , <i>Malaxis hagsateri</i> , <i>Nemaconia longipetala</i> , <i>Oncidium oblongatum</i> , <i>Pachyphyllum mexicanum</i> , <i>Ponera exilis</i> , <i>Prosthechea citrina</i> , <i>P. ghiesbreghtiana</i> , <i>P. mulasii</i> , <i>P. obpiribulbon</i> , <i>Rhynchostele candidula</i> , <i>Rossioglossum insleayi</i> , <i>Stelis desantiagoi</i> , <i>Tillandsia bourgaei</i> , <i>T. langlasseana</i> , <i>T. macdougallii</i> , <i>T. paraisoensis</i> , <i>T. pentasticha</i> , <i>T. quaquafloerifera</i> , <i>T. violacea</i> y <i>Viridantha plumosa</i> .
GMXN	<i>Epidendrum lignosum</i> , <i>Habenaria virens</i> , <i>Lepanthes moorei</i> , <i>Pitcairnia ringens</i> , <i>Prosthechea mariae</i> , <i>Tillandsia bartramii</i> y <i>T. parryi</i> .
GMXC	<i>Acianthera sotoana</i> , <i>Acineta hagsateri</i> y <i>Epidendrum dressleri</i> .

DISCUSIÓN

Bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México presentes en los bosques mesófilos de montaña

Las 35 especies de bromelias y las 170 de orquídeas reportadas en este trabajo, representan 24.8 y 38.3 % respectivamente de lo reportado por Gual-Díaz & Rendón-Correa (2014) para estas dos familias presentes en el BMM. Villaseñor (2010) estimó la presencia de 144 especies de Bromeliaceae y 583 de Orchidaceae en el Bosque Húmedo de Montaña; nuestros datos representan 24.3 % y 29.15 % respectivamente. Nuestros resultados sugieren que las especies endémicas de ambas familias están bien representadas en esta comunidad vegetal. En cuanto a géneros se refiere, *Lepanthes* fue el más diverso con 29 especies; cuya alta diversidad está asociada a las precipitaciones abundantes y a los cortos periodos de sequía que se presentan en este ecosistema (Salazar y Soto, 1996). Le siguen *Tillandsia* y *Epidendrum* con 27 y 22 especies respectivamente. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Rzedowski (1998), quién mencionó que los géneros de epífitas mejor representados numéricamente en el BMM son *Epidendrum* y *Tillandsia*. Estos tres géneros contrastan grandemente en cuanto a su distribución, ya que, mientras que *Lepanthes* presenta una distribución restringida, principalmente en el norte y centro de Oaxaca, *Tillandsia* y *Epidendrum* presentan una amplia distribución a lo largo y ancho de los manchones de BMM presentes en el país.

La alta diversidad de especies epífitas en ecosistemas templados y tropicales está asociada a las adaptaciones ecofisiológicas que presentan las plantas de ambas familias, al hábito en el dosel, las cuales se han desarrollado a lo largo de la historia evolutiva de las dos familias (Benzing, 1987); entre éstas destacan la presencia de una capa cerosa en las hojas para

evitar la pérdida de agua y la fotosíntesis de tipo CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*), presencia de escamas peltadas en las plantas en el caso de las bromelias y en orquídeas, la modificación de los tallos en pseudobulbos y la presencia de velamen en las raíces (Benzing, 1987; Ceja *et al.* 2008).

El análisis de la diversidad de especies a lo largo del gradiente altitudinal en los BMMs reveló una distribución muy similar a una curva normal, es decir, existe un incremento en el número de especies conforme aumenta la altitud hasta alcanzar el pico de mayor diversidad, entre 1 700 y 2 000 m snm, a partir del cual el número de especies disminuye conforme aumenta la altitud. Este comportamiento se ha registrado entre las epífitas vasculares de manera recurrente, como lo sugieren Krömer *et al.* (2005) y Zotz (2016). Este punto máximo podría interpretarse como el intervalo altitudinal en el cual ocurren las condiciones óptimas para que prosperen las bromelias y orquídeas epífitas en esta comunidad vegetal. No obstante nuestros resultados difieren de lo reportado por Krömer *et al.* (2005) quienes sugieren que entre 1 500-1 750 m snm, es el intervalo óptimo para que prosperen las plantas epífitas en los bosques húmedos de Bolivia. Este patrón altitudinal es común entre los grupos de plantas epífitas y normalmente está asociado a los factores climáticos que influyen en la distribución de las plantas, entre los que destacan la precipitación, la temperatura y la topografía del terreno. Algo interesante, es la disminución de la riqueza de epífitas en elevaciones altas, por encima de los 3 000 m snm, algunos autores lo asocian a las temperaturas bajas (Currie & Kerr, 2008; Krömer *et al.*, 2005; Zotz, 2016).

Riqueza de especies

Los resultados muestran que la mayor riqueza de especies epífitas se encuentra a lo largo de la vertiente del Océano Pacífico, en cuatro puntos específicos: i) en los límites de Jalisco y Colima; ii) en los límites de Estado de México, Morelos, la porción norte de Guerrero y la porción centro sur de Guerrero; iii) en la porción sur de Oaxaca y; iv) en los límites de Oaxaca y Chiapas. Estos puntos de mayor riqueza, coinciden con los estados que presentaron la mayor diversidad de especies, Jalisco, Guerrero y Oaxaca.

La vertiente del Golfo de México únicamente presentó tres puntos de alta riqueza: a) en Veracruz centro; b) en la porción norte de Oaxaca y; c) en el centro norte de Oaxaca. Este patrón también coincide con los estados que presentaron mayor diversidad de especies, en este caso con Veracruz y Oaxaca.

Los datos sobre la riqueza de especies en ambas vertientes podría estar asociada con la distribución que presentan los manchones del BMM en cada vertiente. Es decir, a lo largo del Golfo estos bosques son más continuos, lo que facilita la dispersión de las especies y que tengan una distribución más amplia, mientras que los del Océano Pacífico son claramente discontinuos, lo que dificulta la dispersión de las especies y, por ende, que éstas presenten una distribución restringida. Aunado a lo anterior, otros factores que afectan la riqueza de las especies son las condiciones climáticas muy diferentes que prevalecen en cada vertiente, como lo veremos en la siguiente sección.

Patrones de distribución

Los registros de bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México, nos indican que el BMM, altitudinalmente se encuentra entre 800 y 3 283 m snm, con una temperatura que va de 10.4°C a 23.2°C y presenta una precipitación media anual que va de 758 a 3 857 mm, intervalos muy cercanos a los reportados por Rzedowski (2006) y, particularmente en el intervalo altitudinal es similar al sugerido por Villaseñor (2010).

Al analizar estos factores climáticos por patrón de distribución general observamos lo siguiente: Los patrones generales FVT y VOP presentan un comportamiento muy similar de los tres factores climáticos, sin embargo, FVT presenta un intervalo altitudinal más restringido y por consiguiente esto se ve reflejado en una menor precipitación anual. Por otro lado, VGMX y SEMX presentan un comportamiento muy similar de los tres factores climáticos. En términos generales podemos decir que los patrones generales FVT y VOP tienden a ser más altos, más fríos y más secos, mientras que los patrones generales VGMX y SEMX tienden a ser más bajos, más cálidos y más húmedos.

La similitud florística obtenida con el índice de Jaccard, nos indica que los PGD FVT y VOP son los más similares por compartir un mayor número de especies. Esto se ve apoyado por los patrones de altitud, temperatura y precipitación anual tan similares que presentan. De la misma manera los PGD VGMX y SEMX son los segundos más similares, lo cual, también se ve apoyado por los patrones de altitud, temperatura y precipitación anual tan similares. Esto posiblemente se deba a que las especies que comparten presenten una alta tolerancia a las condiciones climáticas presentes en dichos PGD.

Las especies que conforman los PGD FVT y VOP, tienen preferencia por altitudes mayores, mientras que las especies que conforman los PGD VGMX y SEMX, tienen preferencia por altitudes menores. Esto se debe a que, geográficamente, los primeros se ubican en la Faja Volcánica Transmexicana y Sierra Madre del Sur, respectivamente, donde se han reportado las elevaciones mayores; mientras que, los segundos se ubican en la Sierra Madre Oriental y en la Sierra Madre de Chiapas, respectivamente, donde se han reportado las altitudes más bajas. Los valores promedio de altitud, de temperatura media anual y de precipitación anual que presentan los cuatro PGD nos indican que estas especies tienen preferencia por climas del tipo C (templados). Por otro lado, la menor precipitación anual registrada en la FVT, está relacionada al efecto de continentalidad que presenta este PGD; la alta humedad de VGMX se relaciona con el efecto de los vientos alisios que provienen del Golfo de México.

Los dos subpatrones identificados en el PGD FVT, presentan una similitud florística de 44.44 %, las especies que conforman el subpatrón de distribución 1, tienen preferencia por altitudes menores, temperatura media anual y precipitación anual mayores en comparación con el subpatrón 2.

De los tres subpatrones identificados en el PGD VGMX, los más similares florísticamente, son los subpatrones 3 y 4, a pesar de que el último presenta la menor temperatura y la mayor altitud. En los subpatrones 3 y 5 las condiciones ambientales son muy similares entre sí, a pesar de esto, su similitud florística presentó el segundo valor más alto.

Los dos subpatrones identificados en el PGD VOP, presentan una altitud promedio, una temperatura media anual y una precipitación anual diferentes, sin embargo, florísticamente no

son tan diferentes, es decir, el IS_J fue >100 , lo que nos indica que no hay diferencias, debido a que son más las especies compartidas entre ambos subpatrones que las especies únicas para cada uno de ellos, por lo que debe ser tratado como un PGD.

En el PGD Sureste de México no se reconocieron subpatrones de distribución, debido al bajo número de taxa endémicos en esta zona, que se puede atribuir a que la gran mayoría de las especies que habitan en estas regiones, amplían su distribución hasta Centroamérica.

Áreas de endemismo compartido

Los cuatro patrones generales de distribución identificados nos sugieren que la distribución de bromelias y orquídeas endémicas epífitas en el BMM no es aleatoria, y son el resultado de factores tanto ecológicos como históricos. Usando dichos patrones de distribución para hacer un análisis de endemidad, pudimos identificar cinco AEC definidas por entre cuatro y nueve especies.

El área Occidente de México (OCMX) ubicada en la sección occidental de la provincia biogeográfica Eje Volcánico, fue definida por seis especies de orquídeas, de las cuales *Laelia crawshayana* y *Leochilus crocodiliceps*, son endémicas de Jalisco y de Jalisco y Colima respectivamente.

El área Golfo de México-Norte (GMXN), se encuentra en las provincias biogeográficas Sierra Madre Oriental (en los sectores Sierra Gorda y Carso Huasteco) y Oaxaca. Las siete especies de orquídeas y dos de bromelias que la definen han sido reportadas en todos los estados en los que está inmersa esta área. *Tillandsia heterophylla* es la única especie que ha sido registrada únicamente de Puebla y Veracruz.

El área Sur de México (SMX) está ubicada en la provincia biogeográfica Sierra Madre del Sur, en los componentes correspondientes a las sierras guerrerenses y a las sierras Mixteca y Mixe, para las dos últimas, Espinosa-Organista *et al.* (2008) reportan una gran cantidad de especies de anfibios, de reptiles y de mamíferos endémicos, mientras que las sierras guerrerenses tienen algunas especies exclusivas de reptiles. Dicha área fue definida por ocho especies de orquídeas de las cuales: *Artorima erubescens*, *Lepanthes yuvilensis*, *Oncidium oblongatum*, *Pachyphyllum mexicanum*, *Prosthechea obpiribulbon* y *Rhynchostele candidula*, son endémicas de Guerrero y Oaxaca.

El área Norte de Oaxaca (NOAX), se encuentra en las provincias biogeográficas Oaxaca y Sierra Madre del Sur (en el componente Sierra Mixe). Está definida por cuatro especies de orquídeas, todas ellas del género *Lepanthes*. Las especies *L. aprica*, *L. catlingii* y *L. chiangii*, son endémicas de Oaxaca, mientras que la especie *L. rekoii* es endémica de los estados de Oaxaca y Puebla.

El área Golfo de México-Centro (GMXC) se ubica en la porción central de la provincia biogeográfica Sierra Madre Oriental (en el componente Carso Huasteco) y en las provincias Oaxaca y Golfo de México. Está definida por nueve especies, correspondientes a siete géneros, de las cuales, *Lepanthes avis* y *Stelis oaxacana* son endémicas de Oaxaca y Veracruz, mientras que, *Stelis nagelii* es endémica de Puebla y Veracruz.

Las AEC GMXN, GMXC y NOAX se encuentran, en mayor proporción, en las provincias biogeográficas Sierra Madre Oriental y Oaxaca principalmente, en las cuales es evidente que hay una conexión en las distribuciones de las especies, como lo sugieren Espinosa-

Organista *et al.*, (2008), quienes mencionaron que la estrecha relación biogeográfica entre ambas provincias está sustentada por varias especies, como *Quercus greggii* y *Q. hypoxantha* (encinos), además de otras especies de lepidópteros, anfibios y reptiles.

Las AEC identificadas, coinciden con el análisis de riqueza y diversidad de especies, es decir, las celdas con mayor riqueza y los estados con mayor diversidad forman parte de las AEC. Destaca el área SMX por presentar el mayor número de especies endémicas exclusivas a dicha área.

Algunos autores han realizado análisis para identificar áreas de endemismo compartido en México, utilizando diferentes grupos taxonómicos, por ejemplo, Escalante *et al.* (2009) utilizaron a los mamíferos mexicanos; por otra parte, Munguía-Lino *et al.* (2016) utilizaron a las Tigridaeae de Norte América. Ambos trabajos no se restringen a una comunidad vegetal, como se hizo en este estudio, sin embargo los resultados obtenidos por estos autores son parcialmente congruentes y apoyan nuestros resultados.

CONABIO (2010) realizó una regionalización del BMM, con la finalidad de priorizar la conservación de este tipo de vegetación y dividió al BMM en 13 regiones y 44 subregiones, a las cuales les asignó un nivel de prioridad para su conservación (Cuadro 9), correspondiendo la categoría crítica a los BMMs amenazados por: presiones agropecuarias, sobreexplotación de recursos maderables y no maderables, alta densidad poblacional y conflictos por la propiedad, principalmente. En cuanto a la prioridad alta, las amenazas a la permanencia son: alta densidad poblacional, ganadería y cultivos agrícolas. Para la prioridad media, las principales amenazas

son: impactos negativos del cambio climático, los cultivos ilícitos y los conflictos por propiedad de la tierra.

El área OCMX, se encuentra en las regiones Serranías de Nayarit y Sierra Madre del Sur y Franja Neovolcánica de Jalisco (Fig. 19a); el área GMXN se encuentra en las regiones Sierra Madre Oriental Plegada, Centro de Veracruz, Huasteca Alta Hidalguense, Cuenca Alta del Balsas y Sierra Norte de Oaxaca (Fig. 19b); el área SMX se encuentra en la región Cordillera Costera del Sur (Fig. 19c); el área NOAX se encuentra en la región Sierra Norte de Oaxaca (Fig. 19d); el área GMXC se encuentra en las regiones Centro de Veracruz, Cuenca Alta del Balsas, Los Tuxtlas, Sierra Norte de Oaxaca y Sierras del Sur de Chiapas (Fig. 19e).

Las cinco AEC identificadas en el presente estudio, se ubican en 30 subregiones de prioridad de conservación (Cuadro 9), de las cuales 13 (43.3%) se encuentran en la categoría de prioridad crítica, siendo las áreas GMXN y GMXC las que presentan el mayor número de subregiones en esta categoría, con cuatro cada una. En la categoría alta se encuentran 12 (40%) subregiones, siendo el área OCMX la que alberga el mayor número, con cuatro, en esta categoría, seguidas del área GMXN y GMXC con tres cada una. Lo anterior nos indica que, las AEC ubicadas en la vertiente del Golfo son las que presentan la categoría de prioridad más alta, por lo que urge promover su conservación.

Cuadro 9. Subregiones y su categoría de prioridad de conservación de acuerdo a CONABIO (2010), para las AEC identificadas.

AEC	Subregión	Categoría de prioridad
OCMX	Sierra Vallejo	Media
	San Sebastián - Talpa - Mascota	Crítica
	Sierra de Cacoma	Crítica
	Sierra de Manantlán	Alta
	Sierra de Manantlán - Subsistema Cerro Grande	Alta
	Sierra del Mamey	Alta
	Nevado de Colima	Alta
GMXN	Vestigios de San Luis Potosí	Crítica
	Mesófilos del NE de Hidalgo a Huayacocotla	Crítica
	Mesófilos de San Bartolo Tutotepec a Cuetzalan	Crítica
	Sierra Norte de Chiconquiaco	Alta
	Cuenca La Antigua	Alta
	Huatusco – Coscomatepec	Crítica
	Orizaba	Media
	Huautla - Zongolica	Media
	Ixtlán	Alta
SMX	Centro de Guerrero	Crítica
	Putla de Guerrero	Alta
NOAX	Huautla - Zongolica	Crítica
	Ixtlán	Alta
	Sierra Mixe	Crítica
GMXC	Sierra Norte de Chiconquiaco	Alta
	Cuenca La Antigua	Crítica
	Huatusco - Coscomatepec	Media
	Orizaba	Media
	Huautla - Zongolica	Crítica
	Ixtlán	Alta
	Sierra Mixe	Crítica
	Volcán de San Martín	Alta
	Sierra de Santa Marta	Crítica

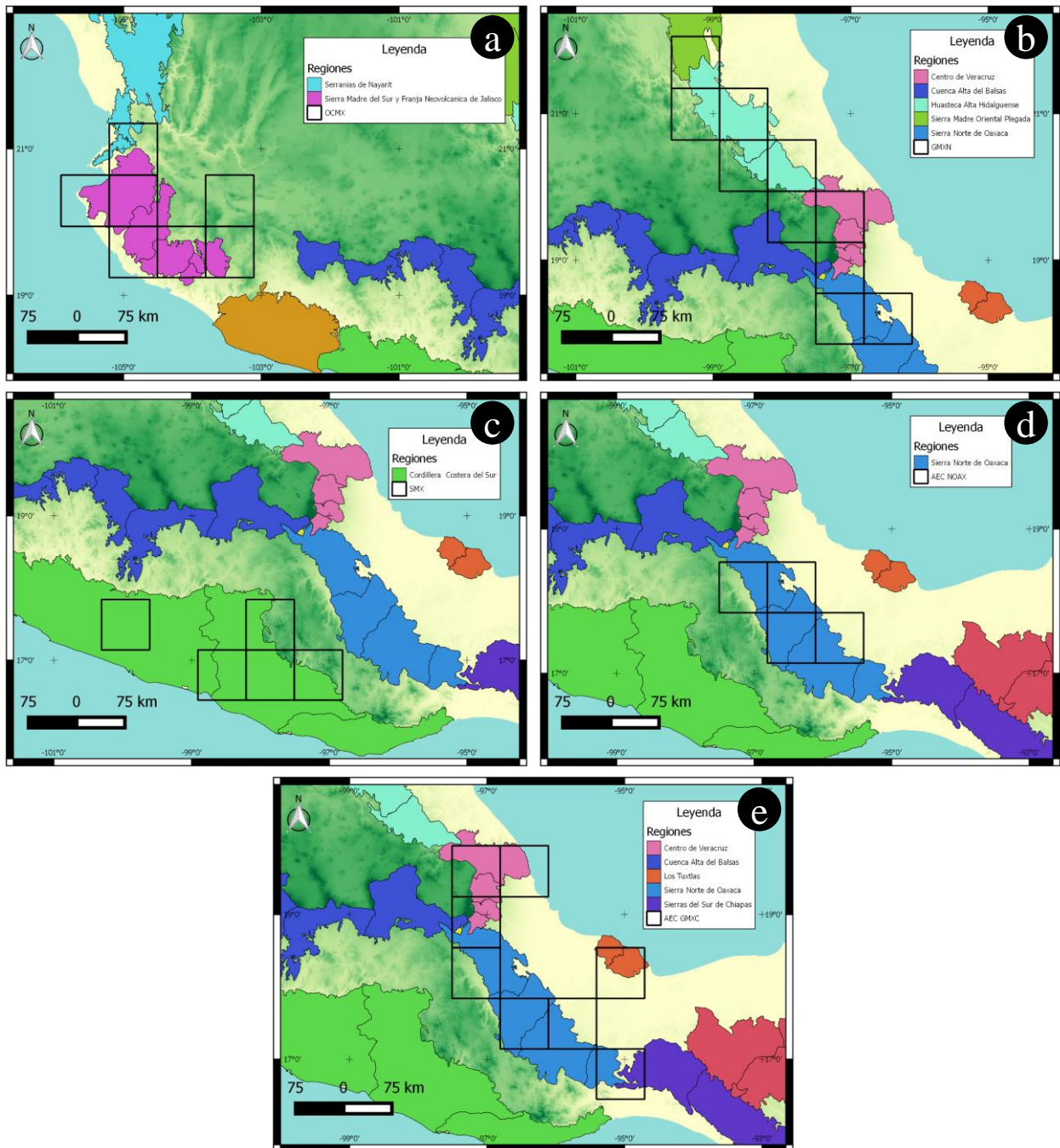


Figura 19. Áreas de endemismo compartido identificadas y regiones del BMM prioritarias a la conservación. a) Occidente de México; b) Golfo de México-Norte; c) Sur de México; d) Norte de Oaxaca y e) Golfo de México-Centro.

Por otro lado, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2016) en su sitio web, menciona que cerca de 2 464.07 km² de BMM se encuentran en las Reservas de la Biosfera: Sierra de Manantlán, El Cielo, Sierra Gorda, El Triunfo y Montes Azules. Nuestras AEC identificadas incluyen 8 322.5 km² de BMM, y se encuentran en subregiones con prioridad de conservación crítica y alta (cuadro 9), sin embargo, no se ubican en ninguna reserva de la biosfera. Como ya se ha mencionado, las AEC propuestas en este trabajo son áreas que presentan una alta riqueza y diversidad de bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México, por lo que se sugiere una pronta atención por parte de la CONANP, para que dichas áreas sean propuestas como áreas naturales protegidas.

Relaciones biogeográficas del BMM en México

El cladograma obtenido muestra dos clados bien sustentados (Figs. 18, 20), el primero formado por las áreas de endemismo compartido OCMX y SMX y el segundo formado por las áreas de endemismo compartido GMXN, NOAX y GMXC. Esta estructura nos indica que existe una relación más estrecha entre los BMMs de las áreas de endemismo compartido OCMX y SMX, que con los del resto de las áreas obtenidas. Las 11 especies que definen este clado son de la familia Orchidaceae. Por otro lado, las áreas de endemismo compartido GMXN, NOAX y GMXC están más estrechamente relacionadas entre sí, que con las dos áreas anteriores. De las 25 especies que apoyan esta relación, cinco son de la familia Bromeliaceae.

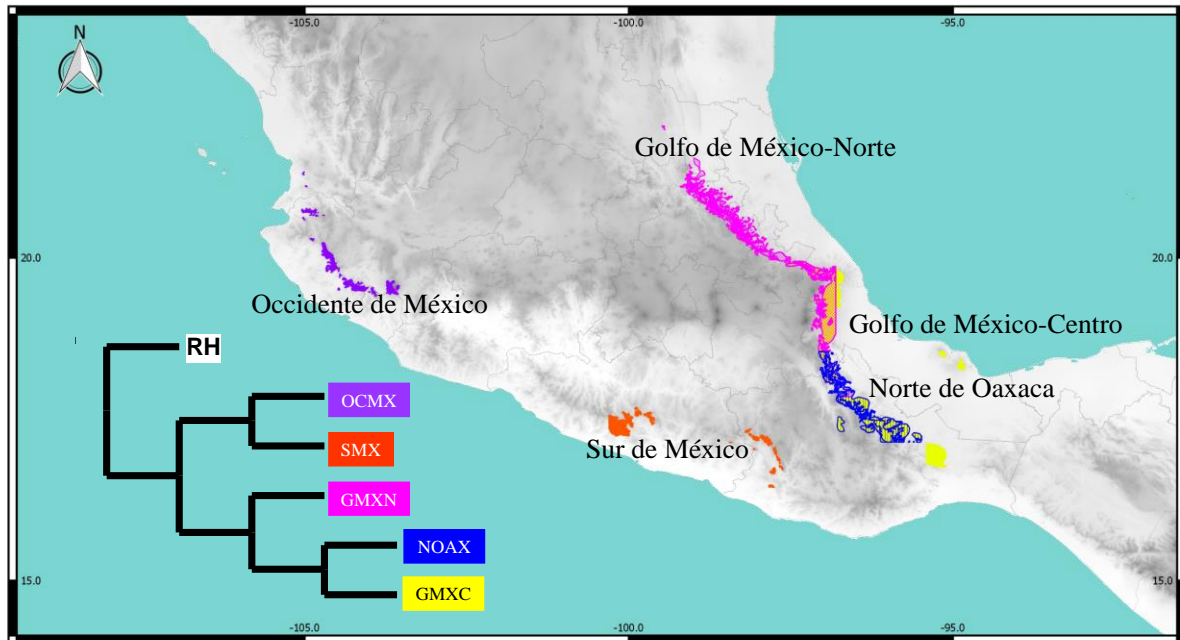


Figura 20. Relaciones biogeográficas de las áreas de endemismo compartido identificadas.

La flora de México es un ejemplo notable de interacciones, tanto de elementos meridionales como de elementos boreales, y el BMM es la comunidad vegetal en que mejor se pone de manifiesto dicha convivencia. El estrato arbóreo del BMM tiene una elevada proporción de elementos boreales, mientras que, en el sotobosque predominan plantas de afinidades meridionales. La gran cantidad de familias exclusivas del BMM y la riqueza en taxones de distribución restringida en el mismo, apuntan hacia el hecho de que este tipo de vegetación existe, en México, desde hace ya mucho tiempo, quizá desde el Eoceno (56 Ma) o antes (Rzedowski, 2006). Algunos estudios palinológicos reconocen que varios taxones de plantas pudieron desarrollarse en distintos tipos de bosques mesófilos durante el Oligoceno (33.9 Ma). Por otro lado, un análisis paleoclimático basado en arquitectura foliar, realizado a la flora del Mioceno (23.03 Ma) de la Formación Ixtapa, Chiapas, sugiere que las plantas encontradas ahí,

crecían bajo condiciones que más bien favorecerían el establecimiento de bosques mesófilos (Cevallos-Ferriz *et al.*, 2012). De acuerdo con el registro fósil, se estima que en el Plioceno medio (3.6 Ma), existió el BMM en el SE de Veracruz y durante el Mioceno medio (13.82 Ma) e inferior (23.03 Ma) en el norte de Chiapas (Rzedowski, 1996). Ahora bien, de acuerdo con los macrofósiles, la primera comunidad con elementos típicamente mesófilos se encuentra en Santa María Amaxac, Hidalgo y es del Plioceno (5.33 Ma; Cevallos-Ferriz *et al.*, 2012).

Cevallos-Ferriz *et al.* (2012) y Rzedowski (1998) proponen que la importante proporción de especies endémicas debe ser también el resultado de la distribución fragmentada que presenta actualmente este bosque en el país, por lo que sugiere que el área del mismo debe haber sido continua durante algunas épocas geológicas pasadas y puede considerarse como relictual actualmente. De la misma manera Luna *et al.* (1999) coinciden con la idea de que el BMM en México fue una unidad biogeográfica natural continua y que paulatinamente se ha ido fragmentado hasta alcanzar su distribución actual, a manera de islas, en nuestro país.

El cladograma presentado en este trabajo, no apoya la hipótesis de los autores antes mencionados, debido a que los dos clados obtenidos, no se encuentran apoyados por especies compartidas. Lo que se deduce del cladograma obtenido es que existieron dos eventos de migración de los grupos de epífitas analizados, uno en dirección oeste y el otro hacia el este de México. Esto provoca que en la actualidad haya dos composiciones florísticas diferentes en ambas vertientes y que cada una de ellas tenga sus propias afinidades florísticas. Esto se ve reflejado en los índices de similitud, los PGD de la vertiente del pacífico son más similares entre ellos y comparten un número muy bajo de especies con los PGD de la vertiente del Golfo. Los

mismo ocurre con los PGD de la vertiente del Golfo, son muy similares entre sí, pero comparten un número bajo de especies con los PGD de la vertiente del Pacífico.

Con base en lo anterior, podemos decir que los grupos a los que pertenecen las especies utilizadas en el presente análisis se dispersaron recientemente, entre 29-17 Ma (Givnish *et al.*, 2011, Givnish *et al.*, 2015) con respecto a la fecha más antigua del BMM sugerida por Rzedowski (1998), hace 56 Ma (Eoceno), esto sugiere que cuando llegaron las epífitas al BMM, éste ya se había establecido, lo que podría explicar el por qué las epífitas no apoyan la idea de la distribución continua del BMM, como lo han sugerido los autores arriba mencionados.

La teoría de la sucesión ecológica sugiere que, la composición florística de una comunidad vegetal cambia a lo largo del tiempo hasta alcanzar un clímax, es decir, en un proceso de sucesión los líquenes son considerados como los elementos pioneros, posteriormente los pastos, después se establecen los arbustos y finalmente las especies arbóreas, el estado clímax de la vegetación, que permite el establecimiento de las epífitas (Cuevas-Reyes & Vega-Gutiérrez, 2012; Odum & Barret, 2006). Por lo tanto, considerando lo anterior, primero debieron establecerse los forófitos y posteriormente las especies epífitas, lo que, probablemente, explique la diferencia que existe entre la edad del establecimiento del BMM y la llegada de los elementos epífitos.

CONCLUSIONES

Con la información geográfica y taxonómica integrada y sistematizada en la base de datos analizamos la distribución de 35 especies de bromelias y 170 de orquídeas epífitas endémicas de México. El intervalo altitudinal preferente de estas especies se encuentra entre 1 700 y 2 000 m snm. La riqueza de especies se concentra entre 15.4° y 19.7° de latitud norte.

Se identificaron cuatro PGD, los cuales se encuentran en la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), la vertiente del Golfo de México (VGMX), la vertiente del Océano Pacífico (VOP) y el sureste de México (SEMX). De acuerdo con las especies presentes en estos PGD se identificaron siete subpatrones de distribución, cada uno de ellos con características ambientales particulares (altitud, temperatura media anual y precipitación anual). De acuerdo con la similitud florística obtenida para los PGD y subpatrones de distribución, es evidente que VOP presenta una composición florística diferente a la de VGMX.

El análisis de endemidad nos permitió identificar cinco AEC, las cuales se seleccionaron como unidades para el análisis cladístico. De acuerdo con su ubicación geográfica corresponden a Occidente de México (OCMX), Sur de México (SMX), Golfo de México-Norte (GMXN), norte de Oaxaca (NOAX) y Golfo de México-Centro (GMXC). Los índices de endemidad de las áreas obtenidas van de 3.25 a 5.25 y las especies que las definen van de cuatro a nueve, las áreas OCMX, SMX y NOAX fueron definidas únicamente por especies de la familia Orchidaceae y las áreas GMXN y GMXC fueron definidas tanto por bromelias como por orquídeas. Sugerimos que dichas áreas deben ser propuestas como áreas naturales

protegidas, debido a las fuertes presiones antrópicas a las que se encuentra sujeto este tipo de vegetación.

La hipótesis de las relaciones biogeográficas entre las áreas de endemismo obtenidas, indica que existe una estrecha relación entre los BMMs de la vertiente del Océano Pacífico y los de la vertiente del Golfo; de la misma manera, los bosques de la vertiente del Golfo de México están más relacionados entre sí que con los del Pacífico.

Se recomienda incluir registros de otras especies, como los forófitos de las epífitas o especies arbóreas características de este tipo de vegetación, para enriquecer este estudio y probar si apoyan esta hipótesis o no.

Los BMMs son de gran importancia ecológica, debido a la alta biodiversidad que albergan y a los servicios hidrológicos que proveen, sin embargo, su área de distribución, ha sido sustituida, paulatinamente, por potreros, zonas de cultivo de maíz, cafetales e incluso por el cultivo de plantas ilícitas, por lo que es urgente una pronta conservación de estos ecosistemas.

LITERATURA CITADA

- Aagesen, L., C. A. Szumik, F. O. Zuloaga & O. Morrone. 2009. Quantitative biogeography in the South America highlands—recognizing the Altoandina, Puna and Prepuna through the study of Poaceae. *Cladistics* 25, 295–310
- Aagesen, L., C. Szumik & P. Goloboff. 2013. Consensus in the search for areas of endemism. *Journal of Biogeography* 40, 2011–2016
- Acosta, S. 2004. Afinidades de la flora genérica de algunos bosques mesófilos de montaña del noreste, centro y sur de México: un enfoque fenético. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75: 61–72
- Alcántara, O. & I. Luna-Vega. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 68: 57–106
- Alcántara, O. & I. Luna-Vega. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 54: 51–87
- Alcántara, O., I. Luna & A. Velázquez. 2002. Altitudinal distribution patterns of Mexican cloud forests based upon preferential characteristic genera. *Plant Ecology* 161: 167–174
- Azevedo, J. A. R., P. H. Valdujo & C. Nogueira. 2016. Biogeography of anurans and squamates in the Cerrado hotspot: coincident endemism patterns in the richest and most impacted savanna on the globe. *Journal of Biogeography* 1-11 doi:10.1111/jbi.12803

- Benzing, D. H. 1987. Vascular epiphytism – taxonomic participation and adaptive diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74, 183–204
- Cartujano, S., S. Zamudio, O. Alcántara & I. Luna-Vega. 2002. El bosque mesófilo de montaña en el municipio de Landa de Matamoros, Querétaro, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 70:13–43
- Catalán, C. H., L. López-Mata & T. Terrazas. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña en Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 74 (2): 209–230
- Cayuela, L., D. J. Golicher & J. M. Rey-Benayas. 2006. The extent, distribution, and fragmentation of vanishing montane cloud forest in the highlands of Chiapas, Mexico. *Biotropica* 38 (4): 544–554
- Ceja-Romero, J., A. Espejo-Serna, A. R. López-Ferrari, J. García-Cruz, A. Mendoza-Ruíz & B. Pérez-García. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias* 91: 34–41
- Cevallos-Ferriz, S. R. S., E. A. González-Torres & L. Calvillo-Canadell. 2012. Perspectiva paleobotánica y geológica de la biodiversidad en México. *Acta Botanica Mexicana* 100: 317–350
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2016. Las áreas naturales protegidas de México resguardan 13 por ciento de bosques del país. Fecha de publicación: 21 de marzo

de 2016. <https://www.gob.mx/conanp/prensa/las-areas-naturales-protégidas-de-mexico-resguardan-13-por-ciento-de-bosques-del-pais-24265?idiom=es>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. 'Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO'. Escala 1: 1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D. F., México. 197 pp.

Cuevas-Reyes, P. & J. I. Vega-Gutiérrez. 2012. Cambios en la estructura, composición y fenología de plantas epífitas bajo diferentes estadios de sucesión vegetal en un bosque tropical seco. *Biológicas*, 14 (1): 37–44

Currie, D. J. & J. T. Kerr. 2008. Tests of the mid-domain hypothesis: a review of the evidence. *Ecological Monographs*, 78 (1) 3–18

Diego-Pérez, N., S. Peralta-Gómez & B. Ludlow-Wiechers. 2001. Estudios florísticos en Guerrero 11. El Jilguero, bosque mesófilo de montaña. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 42 pp.

Dressler, R. L. 1993. Phylogeny and classification of the orchid family. Dioscorides Press. Portland, Oregon.

Dressler, R. L. & G. E. Pollard. 1974. El género *Encyclia* en México. Asociación Mexicana de Orquideología, A. C. México. 158 pp.

- Domínguez, M. C., S. Roig-Juñent, J. J. Tassin, F. C. Ocampo & G. E. Flores. 2006. Areas of endemism of the Patagonian steppe: an approach based on insect distributional patterns using endemism analysis. *Journal of Biogeography* 33: 1527–1537
- Escalante, T., C. Szumik & J. J. Morrone. 2009. Areas of endemism of Mexican mammals: reanalysis applying the optimality criterion. *Biological Journal of the Linnean Society* 98: 468–478
- Espejo-Serna, A. 2012. El endemismo de las Liliopsida mexicanas. *Acta Botanica Mexicana* 100: 195–257
- Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari & I. Ramírez-Morillo. 2005. Bromeliaceae. *Flora de Veracruz* 136. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz. 307 pp.
- Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari & I. Ramírez-Morillo. 2010. Bromeliaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fascículo 165*. 82 pp.
- Espinosa-Organista, D., J. J. Morrone, J. Llorente Bousquets & O. Flores Villela. 2002. Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. 1a edición. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 133 pp.
- Espinosa, D., S. Ocegueda *et al.* 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En: *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México. 33–65 pp.
- Gentry, A. H. & C. H. Dodson. 1987. Diversity and Biogeography of Neotropical Vascular Epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74 (2) 205–233

- Givnish, T. J., M. H. J. Barfuss, B. Van Ee, R. Riina, K. Schulte, R. Horres, P. A. Gonsiska, R. Jabaily, D. M. Crayn, J. A. C. Smith, K. Winter, G. K. Brown, T. M. Evans, B. K. Holst, H. Luther, W. Till, G. Zizka, P. E. Berry & K. J. Sytsma. 2011. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in bromeliaceae: insights from an eight-locus plastid phylogeny. *American Journal of Botany* 98 (5): 872–895
- Givnish, T.J., D. Spalink, M. Ames, S. P. Lyon, S. J. Hunter, A. Zuluaga, W. J. D. Iles, M. A. Clements, M. T. K. Arroyo, J. Leebens-Mack, L. Endara, R. Kriebel, K. M. Neubig, W. M. Whitten, N. H. Williams & K. M. Cameron. 2015. Orchid phylogenomics and multiple drivers of their extraordinary diversification. *Proc. R. Soc. B* 282: 20151553. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.1553>
- Google Earth. 2016. Version 7.1.7.2606. <https://www.google.com/earth/>
- Goloboff, P. 1999. NONA (NO NAME), vers. 2. Publicado por el autor. Tucumán, Argentina.
- Gual-Díaz, M. & A. Rendón-Correa (comps.). 2014. Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352 pp.
- Hágsater, E., M. Á. Soto Arenas, G. A. Salazar Chávez, R. Jiménez Machorro, M. A. López Rosas & R. L. Dressler. 2005. Las orquídeas de México. Instituto Chinoín. México. 302 pp.
- Hietz, P. & U. Hietz-Seifert. 1995. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 6, 719–728

- Hijmans, R.J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones & A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978
- Hijmans R.J., L. Guarino & P. Mathur. 2012. DIVA-GIS version 7.5 Manual. Disponible en <http://www.diva-gis.org/>
- Huang, X. L., F. M. Lei & G. X. Qiao. 2008. Areas of endemism and patterns of diversity for aphids of the Qinghai-Tibetan Plateau and the Himalayas. *Journal of Biogeography* 35: 230–240. DOI:10.1111/j.1365-2699.2007.01776.x
- INEGI. 2016. Mapa digital de México en línea. Versión 6.1. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAyLjE0NTY1LHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=>
- Krömer, T., M. Kessler, S. R. Gradstein & A. Acebey. 2005. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* 32, 1799–1809
- Lot, A. y F. Chiang (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. 142 pp.
- Lozada, L., M. León, J. Rojas & R. de Santiago. 2003. Bosque mesófilo de montaña en el Molote. *Estudios Florísticos en Guerrero* 13. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F. 35 pp.

- Luna-Vega, I., L. Almeida-Leñero & J. Llorente-Bousquets. 1989. Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilan, estados de Morelos y México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 59:63–87
- Luna, V. I., O. Alcántara A., D. Espinosa O. & J. J. Morrone. 1999. Historical Relationships of the Mexican cloud forests: a preliminary vicariance model applying Parsimony Analysis of Endemicity to vascular plant taxa. *Journal of Biogeography* 26: 1299–1305
- Luna-Vega, I., J. J. Morrone, O. Alcántara A. & D. Espinosa O. 2001. Biogeographical affinities among neotropical cloud forests. *Plant Systematics and Evolution* 228: 229–239
- Martínez-Meléndez, J., M. A. Pérez-Farrera & O. Farrera-Sarmiento. 2008a. Inventario florístico del Cerro El Cebú y zonas adyacentes en la reserva de la biosfera El Triunfo (Polígono V), Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 82: 21–40
- Martínez-Meléndez, N., M. A. Pérez-Farrera & A. Flores-Palacios. 2008b. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista Biología Tropical* Vol. 56 (4): 2069–2086
- Mehltreter, K., A. Flores-Palacios & J. G. Garcia-Franco. 2005. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 21:651-660 doi:10.1017/S0266467405002683
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la cuenca del río Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 8 (1-4): 95–115

- Morrone, J. J. 2009. Evolutionary biogeography: an integrative approach with case studies. Columbia University Press. New York. 301 pp.
- Morrone, J. J. 2014. Parsimony analysis of endemism (PAE) revisited. *Journal of Biogeography* 41, 842–854. DOI:10.1111/jbi.12251
- Morrone, J. J. & T. Escalante. 2009. Diccionario de Biogeografía. 1ª edición. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley International Edition. 212–214 pp.
- Munguía-Lino, G., T. Escalante, J. J. Morrone & A. Rodríguez. 2016. Areas of endemism of the North American species of Tigridieae (Iridaceae). *Australian Systematic Botany*, 29, 142–156 <http://dx.doi.org/10.1071/SB16002>
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858
- Nixon, K. C., 2002. WinClada, vers. 1.00.08. Publicado por el autor. Ithaca, Nueva York.
- Odum, E. P. & G. W. Barret. 2006. Fundamentos de ecología. Cengage Learning Latin America. 598 pp
- Ornelas, J.F., E. Ruiz-Sánchez & V. Sosa. 2010. Phylogeography of *Podocarpus matudae* (Podocarpaceae): Pre-Quaternary relicts in northern Mesoamerican cloud forests. *Journal of Biogeography* 37 (12), 2384–2396

- Ornelas, J.F., V. Sosa, D. E. Soltis, J. M. Daza, C. González, P. S. Soltis, C. Gutiérrez-Rodríguez, A. Espinosa-Monteros, T. A. Casto, C. Bell & E. Ruiz-Sanchez. 2013. Comparative phylogeographic analyses illustrate the complex evolutionary history of threatened cloud forests of Northern Mesoamerica. *PLoS ONE*, 8(2)
- Parenti, L. R. & M. C. Ebach. 2009. *Comparative Biogeography. Discovering and classifying biogeographical patterns of a dynamic earth.* University of California Press. United States. 293 pp.
- Pérez-Farrera, M. A., R. Martínez-Camilo, N. Martínez-Meléndez, O. Farrera-Sarmiento & S. Maza-Villalobos. 2012. Listado florístico del Cerro Quetzal (Polígono III) de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. *Botanical Sciences* 90 (2): 113–142
- Pineda E., C. Moreno, F. Escobar & G. Halffter. 2005. Frog, bat and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19: 400–410
- Pineda, E. & G. Halffter G. 2004. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation* 117: 499–508
- Prado, J. R., P. G. G. Brennand, L. P. Godoy, G. S. Libardi, E. F. de Abreu-Júnior, P. R. O. Roth, E. A. Chiquito & A. R. Percequillo. 2015. Species richness and areas of endemism of oryzomyine rodents (Cricetidae, Sigmodontinae) in South America: an NDM/VNDM approach. *Journal of Biogeography* 42, 540–551 pp. doi:10.1111/jbi.12424

QGIS Development Team, 2016. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://www.qgis.org/>

Rodríguez-Gómez, F. & J. F. Ornelas. 2014. Genetic divergence of the Mesoamerican azure-crowned hummingbird (*Amazilia cyanocephala*, Trochilidae) across the Motagua-Polochic-Jocotán fault system. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 52 (2), 142–153 doi:10.1111/jzs.12047

Ruiz-Jiménez, C. A., J. Meave & J. L. Contreras. 2000. El bosque mesófilo de la región de Huautla de Jiménez (Oaxaca), México: análisis estructural. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 65: 23–37

Ruiz-Jiménez, C. A., O. Téllez-Valdés & I. Luna-Vega. 2012. Clasificación de los bosques mesófilos de montaña de México: afinidades de la flora. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 1110-1144. DOI: 10.7550/rmb.29383

Ruiz-Sánchez, E. & J. F. Ornelas. 2014. Phylogeography of *Liquidambar styraciflua* (Altingiaceae) in Mesoamerica: survivors of a Neogene widespread temperate forest (or cloud forest) in North America?. *Ecology and Evolution* 4 (4): 311–328 doi: 10.1002/ece3.938

Rzedowski, J. (1990). Vegetación Potencial. IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.

Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña en México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25–44

- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerógamica de México. En *Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*. (Eds.) Ramamoorthy, T. P., R. A. Bye, A. Lot, J. Fa. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 129–143 pp.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504 pp.
- Salazar, G. & M. A. Soto. 1996. El género *Lepanthes* Sw. en México. *Orquidea (Méx.)*. Volumen 14, número único. 1–231
- Sánchez, L. A., J. J. Morrone & A. G. Navarro-Singüenza. 2008. Distributional patterns of the Neotropical humid montane forest avifaunas. *Biological Journal of the Linnean Society*, 94, 175–194
- Szumik, C., L. Aagesen, D. Casagranda, V. Arzamendia, D. Baldo, L. E. Claps, F. Cuezco, J. M. Díaz-Gómez, A. Di Giacomo, A. Giraud, P. Goloboff, C. Gramajo, C. Kopuchian, S. Kretschmar, M. Lizarralde, A. Molina, M. Mollerach, F. Navarro, S. Nomdedeu, A. Panizza, V. V. Pereyra, M. Sandoval, G. Scrocchi & F. O. Zuloaga. 2012. Detecting areas of endemism with a taxonomically diverse data set: plants, mammals, reptiles, amphibians, birds, and insects from Argentina. *Cladistics* 28, 317–329
- Szumik, C., D. Casagranda & S. Roig J. 2006. *Manual de NDM/VNDM: Programas para la identificación de áreas de endemismo*. Instituto Argentino de Estudios Filogenéticos. Año V, Vol. (3). Argentina. 26 pp.

- Szumik, C. & P. Goloboff. 2004. Areas of endemism: an improved optimality criterion. *Systematic Biology* 53 (6): 968-977 DOI: 10.1080/10635150490888859
- Szumik, C. A., F. Cuezco, P. A. Goloboff, & A. E. Chalup. 2002. An optimality criterion to determine areas of endemism. *Systematic Biology* 51(5): 806–816, 2002. DOI: 10.1080/10635150290102483
- Torres-Miranda, A., I. Luna-Vega & K. Oyama. 2013. New approaches to the biogeography and areas of endemism of red oaks (*Quercus* L., Section Lobatae). *Systematic Biology* 62(4): 555–573. DOI:10.1093/sysbio/syt021
- Villaseñor, J. L. 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 40 pp.
- Zotz, G. 2013. The systematic distribution of vascular epiphytes – a critical update. *Botanical Journal of the Linnean Society* 171, 453–481
- Zotz, G. 2016. Plants on plants-the biology of vascular epiphytes. *Fascinating Life Sciences*. University of Oldenburg. 58–59 pp.

APÉNDICE I

Colecta de material botánico

Se realizaron dos viajes de recolección de material botánico, para corroborar la presencia de especies epífitas endémicas de las dos familias utilizadas en este análisis, así como para observar en qué condiciones se encuentran las zonas de BMM en dos de los estados en los cuales se reporta su presencia. El material recolectado fue herborizado de acuerdo con las técnicas mencionadas en Lot y Chiang (1986).

Se recolectaron ejemplares de las familias Amaryllidaceae, Bromeliaceae, Iridaceae, Lentibulariaceae y Orchidaceae. Los días 4 y 5 de marzo de 2016, se recolectaron ejemplares botánicos en los municipios de Tlachichilco y Zacualpan, Veracruz. Finalmente los días 9 y 10 de junio se recolectó material botánico en los municipios de Molango de Escamilla, Tianguistengo y Xochicoatlán en el estado de Hidalgo.

En total se recolectaron 74 números, de los cuales 55 fueron herborizados y depositados en la colección Herbario Metropolitano Ramón Riba Nava Esparza, los demás ejemplares se mantienen en cultivo, para su posterior procesamiento, una vez que florezcan. En las figuras 21, 22 y 23 se muestran fotografías de las plantas recolectadas *in situ*.

Los forófitos de las especies recolectadas corresponden a árboles del género *Quercus* (encinos) y *Erythrina coralloides* (colorín) principalmente, aunque también se encontraron epífitas sobre árboles del género *Liquidambar*.

El tipo de vegetación identificado en ambas salidas al campo correspondió a vegetación secundaria derivada de bosque mesófilo de montaña, aunque también se recolectaron ejemplares en bosque de pino-encino y bosque de encino.

De las especies recolectadas once corresponden a especies epífitas endémicas mexicanas, dichas especies no estaban reportadas para las localidades que se visitaron. Las bromelias recolectadas fueron, *Tillandsia bartramii*, *T. deppeana*, *T. gymnobotrya*, *T. heterophylla*, *T. imperialis* y *T. limbata*; y las orquídeas, *Encyclia candollei*, *Epidendrum longipetalum*, *Isochilus unilateralis*, *Oestlundia cyanocolumna* y *Prosthechea mariae*. Estos registros fueron incluidos en la base de datos y se utilizaron en los análisis realizados en este trabajo.

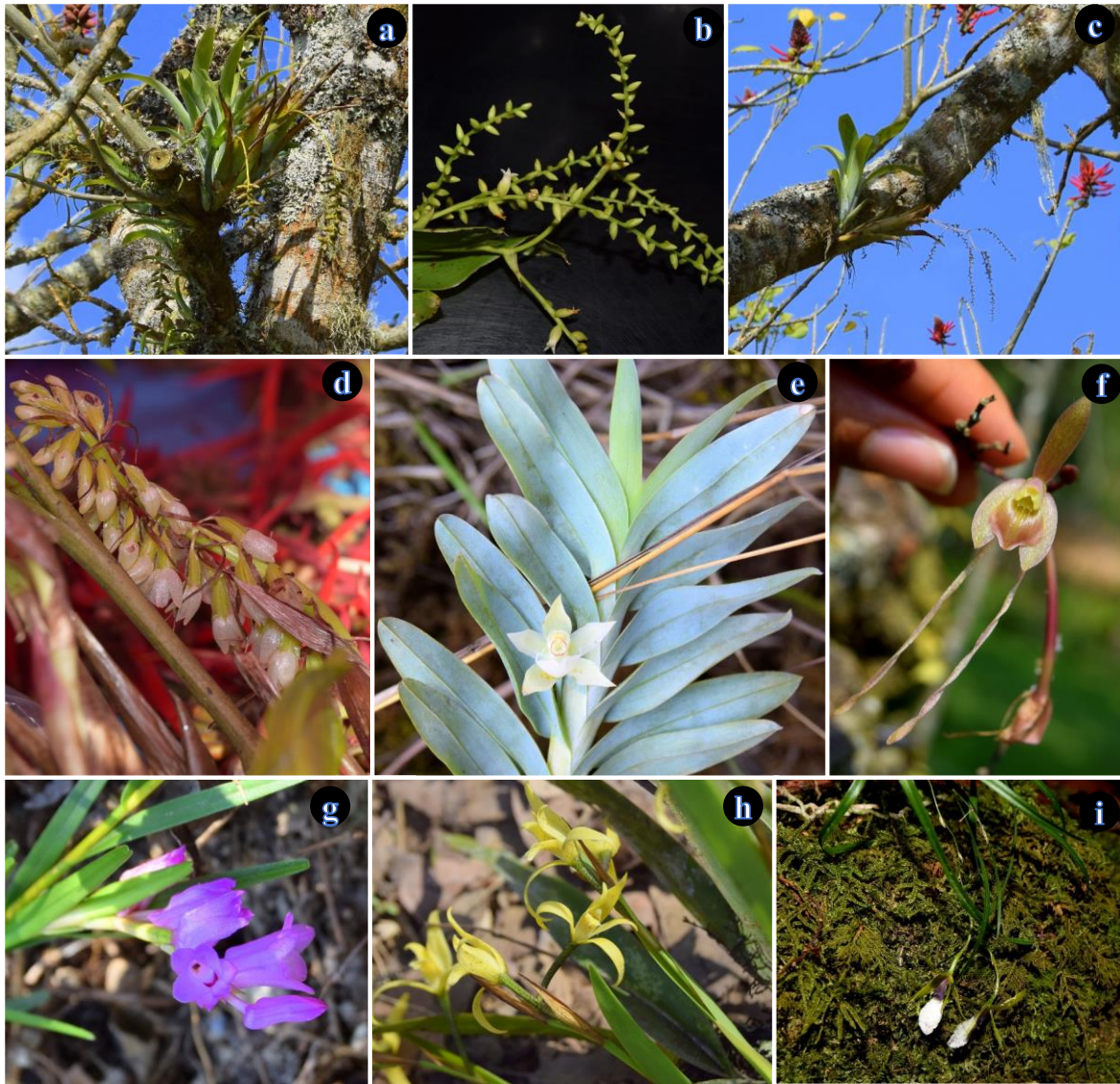


Figura 21. *Catopsis sessiliflora*, plantas femeninas (a), flores masculinas (b) y planta masculina (c), *Coelia triptera* (d), *Dichaea glauca* (e), *Epidendrum longipetalum* (f), *Isochilus unilateralis* (g), *Nidema boothii* (h) y *Oestlundia cyanocolumna* (i).

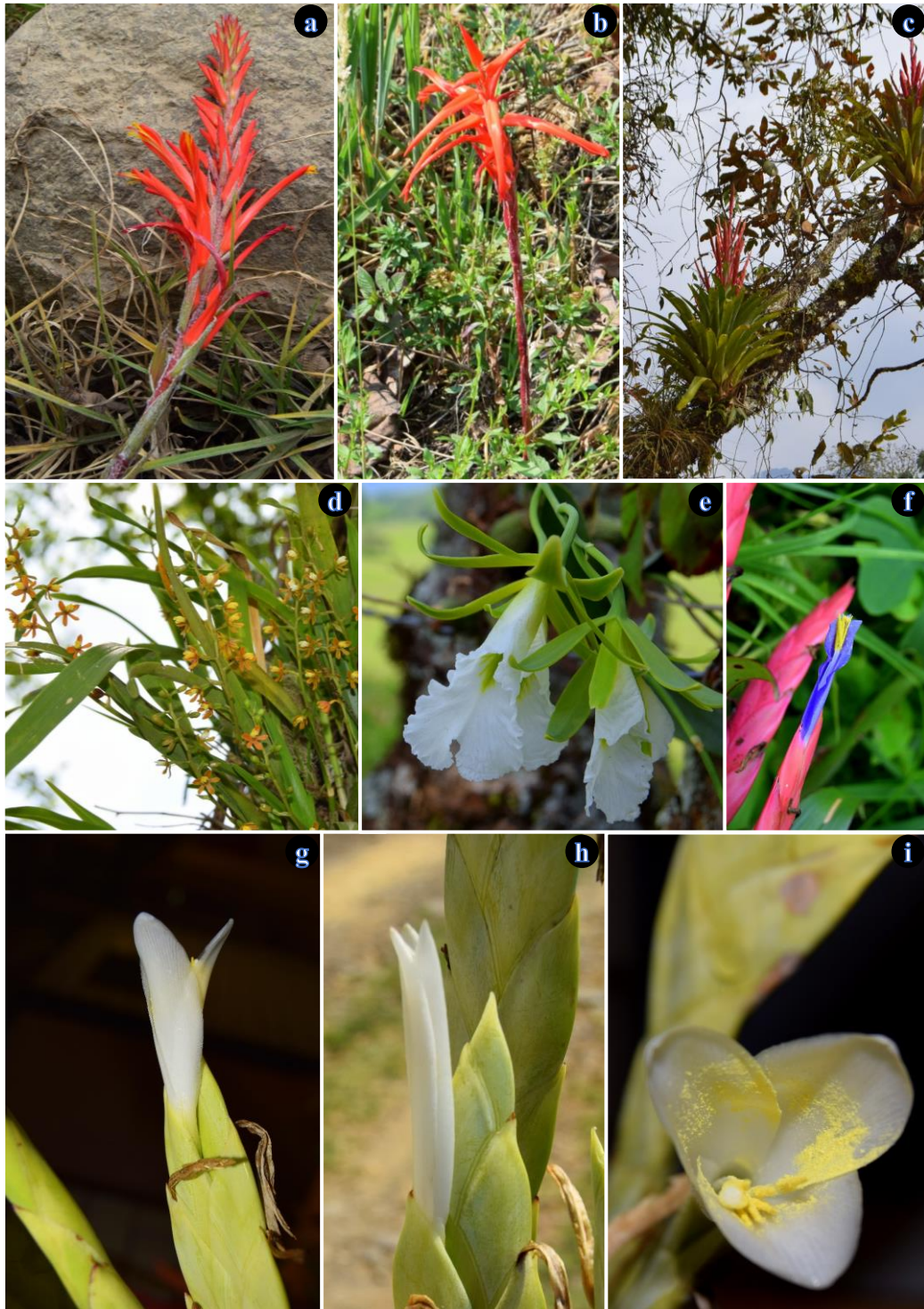


Figura 22. *Pitcairnia ringens* (a, b), *Tillandsia deppeana* (c, f), *Prosthechea ochracea* (d), *Prosthechea mariae* (e) y *Tillandsia heterophylla* (g, h, i).



Figura 23. *Tillandsia gymnobotrya* (a), *Tillandsia limbata* (b), *Tillandsia imperialis* (c, d, e), *Tillandsia macrochlamys* (f), *Tillandsia schiedeana* (g), *Zephyranthes* sp. (h) y *Pinguicula* sp. (i, j).

APÉNDICE II

Lista de especies de bromelias y orquídeas epífitas endémicas de México resentes en los bosques mesófilos de montaña mexicanos. * = FVT, Δ = VGMX, Φ = VOP, + = SEMX, entre paréntesis se indica el subpatrón de distribución al que pertenecen.

Familia	Especie	PGD
Bromeliaceae	<i>Aechmea mexicana</i> Baker	Φ+(6)
Bromeliaceae	<i>Catopsis compacta</i> Mez	Φ
Bromeliaceae	<i>Catopsis minimiflora</i> Matuda	
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia densiflora</i> Brongn. ex Lem.	
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia ringens</i> Klotzsch	
Bromeliaceae	<i>Racinaea rothschuhiana</i> (Mez) M. A. Spencer & L. B. Sm.	Δ+(4)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia achyrostachys</i> E. Morren ex Baker	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia alvareziae</i> Rauh	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia andrieuxii</i> (Mez) L. B. Sm.	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia bartramii</i> Elliott	Δ(3)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia belloensis</i> W. Weber	Δ(4)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia bochilensis</i> Ehlers	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia bourgaei</i> Baker	*Φ(2, 6)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia deppeana</i> Steud.	Δ(3)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia eistetteri</i> Ehlers	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia flavobracteata</i> Matuda	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia gymnobotrya</i> Baker	Δ
Bromeliaceae	<i>Tillandsia heterophylla</i> E. Morren	Δ(3)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia imperialis</i> E. Morren ex Mez	Δ
Bromeliaceae	<i>Tillandsia kirchhoffiana</i> Wittm.	Δ
Bromeliaceae	<i>Tillandsia langlasseana</i> Mez	Φ(6)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia limbata</i> Schldtl.	Δ(3)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia macdougallii</i> L. B. Sm.	*Φ(2, 6)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia macrochlamys</i> Baker	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia makoyana</i> Baker	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia nolleriana</i> Ehlers	ΔΦ(7)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia paraisoensis</i> Ehlers	Φ(6)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia parryi</i> Baker	Δ(3)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia pentasticha</i> Rauh & Wulfinghoff	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia prodigiosa</i> (Lem.) Baker	*Φ(6)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia pseudosetacea</i> Ehlers & Rauh	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia quaquafloerifera</i> Matuda	Φ(6)

Bromeliaceae	<i>Tillandsia violacea</i> Baker	*Φ(2, 6)
Bromeliaceae	<i>Viridantha plumosa</i> (Baker) Espejo	
Bromeliaceae	<i>Vriesea malzinei</i> E. Morren	
Bromeliaceae	<i>Werauhia vanhyningii</i> (L.B. Sm.) J.R. Grant	Δ
Orchidaceae	<i>Acianthera chrysantha</i> (Lindl.) Pridgeon & M. W. Chase	Φ
Orchidaceae	<i>Acianthera hartwegiifolia</i> (H. Wendl. & Kraenzl.) Solano & Soto Arenas	*Φ(1, 6)
Orchidaceae	<i>Acianthera sotoana</i> Solano	Δ(5)
Orchidaceae	<i>Acineta hagsateri</i> Salazar & Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Alamania punicea</i> Lex.	Δ
Orchidaceae	<i>Anathallis greenwoodii</i> Soto Arenas & Salazar	
Orchidaceae	<i>Arpophyllum laxiflorum</i> Pfitzer	Δ+
Orchidaceae	<i>Arpophyllum spicatum</i> Lex.	ΔΦ(5, 6)
Orchidaceae	<i>Artorima erubescens</i> (Lindl.) Dressler & G. E. Pollard	Φ
Orchidaceae	<i>Brassia signata</i> Rchb. f.	
Orchidaceae	<i>Bulbophyllum cirrhosum</i> L. O. Williams	*Φ(1, 7)
Orchidaceae	<i>Bulbophyllum nagelii</i> L. O. Williams	
Orchidaceae	<i>Camaridium atratum</i> (Lex.) M. A. Blanco	*Φ(2)
Orchidaceae	<i>Camaridium rhombeum</i> (Lindl.) M. A. Blanco	Φ(6)
Orchidaceae	<i>Camaridium soconuscanum</i> (Breedlove & Mally) M. A. Blanco	+
Orchidaceae	<i>Chysis limminghei</i> Linden & Rchb. f.	
Orchidaceae	<i>Clowesia dodsoniana</i> E. Aguirre	
Orchidaceae	<i>Cuitlauzina pendula</i> Lex.	*(1)
Orchidaceae	<i>Elleanthus teotepecensis</i> Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Encyclia adenocaula</i> (Lex.) Schltr.	*Φ(1, 6)
Orchidaceae	<i>Encyclia aenicta</i> Dressler & G. E. Pollard	
Orchidaceae	<i>Encyclia candollei</i> (Lindl.) Schltr.	Δ(3)
Orchidaceae	<i>Encyclia parviflora</i> (Regel) Withner	
Orchidaceae	<i>Encyclia spatella</i> (Rchb. f.) Schltr.	
Orchidaceae	<i>Encyclia trachycarpa</i> (Lindl.) Schltr.	
Orchidaceae	<i>Epidendrum alabastriatum</i> G. E. Pollard ex Hágsater	+
Orchidaceae	<i>Epidendrum anisatum</i> Lex.	*
Orchidaceae	<i>Epidendrum camposii</i> Hágsater	Φ(7)
Orchidaceae	<i>Epidendrum chimalapense</i> Hágsater & Salazar	+
Orchidaceae	<i>Epidendrum chlorops</i> Rchb. f.	

Orchidaceae	<i>Epidendrum dressleri</i> Hágsater	Δ(5)
Orchidaceae	<i>Epidendrum falcatum</i> Lindl.	Δ+(4)
Orchidaceae	<i>Epidendrum gasteriferum</i> Scheeren	
Orchidaceae	<i>Epidendrum gomezii</i> Schltr.	
Orchidaceae	<i>Epidendrum gonzalez-tamayoi</i> Hágsater	
Orchidaceae	<i>Epidendrum lignosum</i> Lex.	
Orchidaceae	<i>Epidendrum longipetalum</i> A. Rich. & Galeotti	Δ
Orchidaceae	<i>Epidendrum lowilliamsii</i> García-Cruz	
Orchidaceae	<i>Epidendrum macdougallii</i> (Hágsater) Hágsater	+
Orchidaceae	<i>Epidendrum magnificum</i> Schltr.	Φ(6)
Orchidaceae	<i>Epidendrum mocinoi</i> Hágsater	
Orchidaceae	<i>Epidendrum motozintlensis</i> Hágsater & L. Sánchez S.	
Orchidaceae	<i>Epidendrum rowleyi</i> Withner & Pollard	Φ
Orchidaceae	<i>Epidendrum stallforthianum</i> Kraenzl.	+
Orchidaceae	<i>Epidendrum succulentum</i> Hágsater	Φ+(7)
Orchidaceae	<i>Epidendrum tortipetalum</i> Scheeren	
Orchidaceae	<i>Epidendrum tuxtense</i> Hágsater, García-Cruz & L. Sánchez	Δ
Orchidaceae	<i>Erycina hyalinobulbon</i> (Lex.) N. H. Williams & M. W. Chase	*
Orchidaceae	<i>Gongora galeata</i> (Lindl.) Rchb. f.	Δ+
Orchidaceae	<i>Gongora galeottiana</i> A. Rich. & Galeotti	*Φ(1)
Orchidaceae	<i>Habenaria virens</i> A. Rich. & Galeotti	
Orchidaceae	<i>Hintonella mexicana</i> Ames	*
Orchidaceae	<i>Homalopetalum pachyphyllum</i> (L. O. Williams) Dressler	*Φ(1)
Orchidaceae	<i>Homalopetalum pumilum</i> (Ames) Dressler	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Isochilus bracteatus</i> (Lex.) Espejo & López-Ferr.	*ΔΦ+(3, 7)
Orchidaceae	<i>Isochilus langlassei</i> Schltr.	Φ
Orchidaceae	<i>Isochilus unilateralis</i> B. L. Rob.	Δ
Orchidaceae	<i>Laelia anceps</i> Lindl.	Δ(3)
Orchidaceae	<i>Laelia autumnalis</i> (Lex.) Lindl.	*
Orchidaceae	<i>Laelia crawshayana</i> Rchb.f.	*(1)
Orchidaceae	<i>Laelia furfuracea</i> Lindl.	
Orchidaceae	<i>Laelia speciosa</i> (Kunth) Schltr.	
Orchidaceae	<i>Leochilus carinatus</i> (Knowles & Westc.) Lindl.	*ΔΦ(2, 7)
Orchidaceae	<i>Leochilus crocodiliceps</i> (Rchb. f.) Kraenzl.	*(1)
Orchidaceae	<i>Lepanthes acuminata</i> Schltr. ssp. <i>acuminata</i>	ΔΦ(7)

Orchidaceae	<i>Lepanthes aprica</i> Catling & V. R. Catling	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes attenuata</i> Salazar, Soto Arenas & O. Suárez	*Δ(2)
Orchidaceae	<i>Lepanthes avis</i> Rchb. f.	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes calopetala</i> Salazar & Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Lepanthes catlingii</i> Salazar, Soto Arenas & O. Suárez	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes chiangii</i> Salazar, Soto Arenas & O. Suárez	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes erythroxantha</i> Salazar & Soto Arenas	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes gabriellae</i> Salazar & Soto Arenas	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes galeottiana</i> Salazar & Soto Arenas	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes greenwoodii</i> Salazar & Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Lepanthes guerrerensis</i> Salazar & Soto Arenas	Φ
Orchidaceae	<i>Lepanthes hagsateri</i> Salazar & Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Lepanthes machorroii</i> Salazar & Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Lepanthes martinezii</i> Salazar & Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Lepanthes matudana</i> Salazar & Soto Arenas	+
Orchidaceae	<i>Lepanthes maxima</i> Salazar & Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Lepanthes mazatlanensis</i> R. Solano & Reynaud	
Orchidaceae	<i>Lepanthes moorei</i> C. Schweinf.	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes nagelii</i> Salazar & Soto Arenas	*Φ(2, 6)
Orchidaceae	<i>Lepanthes papilionacea</i> Salazar & Soto Arenas	Δ(3)
Orchidaceae	<i>Lepanthes rekoii</i> R. E. Schult.	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes schiedei</i> Rchb.f.	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes schultesii</i> Salazar & Soto Arenas	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes suarezii</i> Salazar & Soto Arenas	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes thurstoniorum</i> Salazar & Soto Arenas	Δ+(4)
Orchidaceae	<i>Lepanthes totontepecensis</i> Salazar & Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Lepanthes wendtii</i> Salazar & Soto Arenas	+
Orchidaceae	<i>Lepanthes yuvilensis</i> Catling	Φ
Orchidaceae	<i>Lockhartia galeottiana</i> A. Rich. ex Soto Arenas	*Φ(1)
Orchidaceae	<i>Lycaste crinita</i> Lindl.	*ΔΦ(1, 3, 7)
Orchidaceae	<i>Macroclinium lexarzanum</i> (Hágsater & R. González) Dodson	
Orchidaceae	<i>Macroclinium pachybulbon</i> (Hágsater & R. González) Dodson	
Orchidaceae	<i>Malaxis hagsateri</i> Salazar	
Orchidaceae	<i>Malaxis rosei</i> Ames	

Orchidaceae	<i>Malaxis rosilloi</i> R. González & E. W. Greenw.	*(2)
Orchidaceae	<i>Meiracyllium gemma</i> Rchb. f.	*(1)
Orchidaceae	<i>Mormodes maculata</i> var. <i>unicolor</i> (Hook.) L. O. Williams	Δ(3)
Orchidaceae	<i>Mormodes tuxtlenensis</i> Salazar	Δ+(5)
Orchidaceae	<i>Nemaconia longipetala</i> (Correll) Van den Berg, Salazar & Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Oestlundia cyanocolumna</i> (Ames, F. T. Hubb. & C. Schweinf.) W. E. Higgins	Δ
Orchidaceae	<i>Oestlundia luteorosea</i> (A. Rich. & Galeotti) W. E. Higgins	Δ(4)
Orchidaceae	<i>Oncidium ghiesbreghtianum</i> A. Rich. & Galeotti	*Φ(1)
Orchidaceae	<i>Oncidium hagsaterianum</i> R. Jiménez & Soto Arenas	Δ+(5)
Orchidaceae	<i>Oncidium hastatum</i> (Bateman) Lindl.	*Φ(1, 7)
Orchidaceae	<i>Oncidium incurvum</i> Barker ex Lindl.	Δ
Orchidaceae	<i>Oncidium karwinskii</i> (Lindl.) Lindl.	*Φ(1, 6)
Orchidaceae	<i>Oncidium leleui</i> R. Jiménez & Soto Arenas	
Orchidaceae	<i>Oncidium lindleyi</i> (Galeotti ex Lindl.) R. Jiménez et Soto Arenas	+
Orchidaceae	<i>Oncidium oblongatum</i> Lindl.	
Orchidaceae	<i>Oncidium reichenheimii</i> (Linden & Rchb. f.) Garay & Stacy	*Φ
Orchidaceae	<i>Oncidium stelligerum</i> Rchb. f.	
Orchidaceae	<i>Oncidium tigrinum</i> Lex.	*(1)
Orchidaceae	<i>Oncidium unguiculatum</i> Lindl.	*(2)
Orchidaceae	<i>Ornithidium tonsoniae</i> (Soto Arenas) Senghas	Δ+(4)
Orchidaceae	<i>Ornithocephalus tripterus</i> Schltr.	Δ+
Orchidaceae	<i>Pachyphyllum mexicanum</i> Dressler & Hágsater	Φ
Orchidaceae	<i>Papperitzia leiboldii</i> (Rchb. f.) Rchb. f.	
Orchidaceae	<i>Ponera exilis</i> Dressler	Φ(6)
Orchidaceae	<i>Prosthechea bicamerata</i> (Rchb. f.) W. E. Higgins	Φ(7)
Orchidaceae	<i>Prosthechea brachiata</i> (A. Rich. & Galeotti) W. E. Higgins	
Orchidaceae	<i>Prosthechea citrina</i> (Lex.) W. E. Higgins	*Φ(1, 6)
Orchidaceae	<i>Prosthechea cretacea</i> (Dressler & G. E. Pollard) W. E. Higgins	*(2)
Orchidaceae	<i>Prosthechea favoris</i> (Rchb.f.) W. E. Higgins	
Orchidaceae	<i>Prosthechea ghiesbreghtiana</i> (A. Rich. & Galeotti) W. E. Higgins	Φ

Orchidaceae	<i>Prosthechea linkiana</i> (Klotzsch) W. E. Higgins	*(2)
Orchidaceae	<i>Prosthechea magnispatha</i> (Ames, F. T. Hubb. & C. Schweinf.) W. E. Higgins	
Orchidaceae	<i>Prosthechea mariae</i> (Ames) W. E. Higgins	Δ(3)
Orchidaceae	<i>Prosthechea mulasii</i> Soto Arenas & L. Cerv.	
Orchidaceae	<i>Prosthechea obpiribulbon</i> (Hágsater) W. E. Higgins	Φ
Orchidaceae	<i>Prosthechea pastoris</i> (Lex.) Espejo & López-Ferr.	*(1)
Orchidaceae	<i>Prosthechea pterocarpa</i> (Lindl.) W. E. Higgins	*
Orchidaceae	<i>Prosthechea punctulata</i> (Rchb. f.) Soto Arenas & Salazar	
Orchidaceae	<i>Prosthechea semiaperta</i> (Hágsater) W. E. Higgins	
Orchidaceae	<i>Prosthechea squalida</i> (Lex.) Soto Arenas & Salazar	*(1)
Orchidaceae	<i>Prosthechea trulla</i> (Rchb. f.) W. E. Higgins	*Φ(1, 7)
Orchidaceae	<i>Prosthechea varicosa</i> (Bateman ex Lindl.) W. E. Higgins	*ΔΦ+(2, 6)
Orchidaceae	<i>Rhynchostele aptera</i> (Lex.) Soto Arenas & Salazar	*(2)
Orchidaceae	<i>Rhynchostele candidula</i> (Rchb. f.) Soto Arenas & Salazar	Φ
Orchidaceae	<i>Rhynchostele cervantesii</i> (Lex.) Soto Arenas & Salazar	*Φ
Orchidaceae	<i>Rhynchostele cordata</i> (Lindl.) Soto Arenas & Salazar	ΔΦ
Orchidaceae	<i>Rhynchostele ehrenbergii</i> (Link, Klotzsch & Otto) Soto Arenas & Salazar	Δ
Orchidaceae	<i>Rhynchostele maculata</i> (Lex.) Soto Arenas & Salazar	*Φ
Orchidaceae	<i>Rodriguezia dressleriana</i> R. González	
Orchidaceae	<i>Rossioglossum insleayi</i> (Baker ex Lindl.) Garay & G. C. Kenn.	
Orchidaceae	<i>Rossioglossum splendens</i> (Rchb. f.) Garay & G. C. Kenn.	*(1)
Orchidaceae	<i>Stanhopea hernandezii</i> (Kunth) Schltr.	*
Orchidaceae	<i>Stanhopea martiana</i> Bateman ex Lindl.	*(1)
Orchidaceae	<i>Stanhopea pseudoradiosa</i> Jenny et R. González	
Orchidaceae	<i>Stanhopea tigrina</i> Bateman ex. Lindl.	Δ
Orchidaceae	<i>Stelis desantiagoi</i> Solano & Salazar	
Orchidaceae	<i>Stelis martinezii</i> Solano	+
Orchidaceae	<i>Stelis nagelii</i> Solano	Δ
Orchidaceae	<i>Stelis oaxacana</i> Solano	Δ

Orchidaceae	<i>Stelis oestlundiana</i> (L. O. Williams) Pridgeon & M. W. Chase	*(2)
Orchidaceae	<i>Stelis resupinata</i> (Ames) Pridgeon & M. W. Chase	
Orchidaceae	<i>Stelis retusa</i> (Lex.) Pridgeon & M. W. Chase	*
Orchidaceae	<i>Stelis rufobrunnea</i> (Lindl.) L. O. Williams	*Φ(1, 6)
Orchidaceae	<i>Stelis salazarii</i> Solano	
Orchidaceae	<i>Stelis sanguinolenta</i> (Garay et W. Kittr.) Solano	*(1)
Orchidaceae	<i>Stelis veracruzensis</i> Solano	Δ
Orchidaceae	<i>Stelis wendtii</i> Solano	
Orchidaceae	<i>Stelis xerophila</i> (Schltr.) Soto Arenas	*(1)
Orchidaceae	<i>Trichocentrum pachyphyllum</i> (Hook.) R. Jiménez & Carnevali	*Δ(2, 4)
Orchidaceae	<i>Trichopilia galeottiana</i> A. Rich. Galeotti	Φ(7)

APÉNDICE III

Matriz utilizada en el análisis cladístico bajo el criterio de parsimonia, para obtener las relaciones biogeográficas de las áreas de endemismo compartido obtenidas. Las abreviaturas corresponden a la figura 17, AH = Área hipotética.

Especies	AH	OCMX	GMXN	SMX	NOAX	GMXC
0 <i>Acianthera chrysantha</i> (Lindl.) Pridgeon & M. W. Chase	0	0	0	1	0	0
<i>Acianthera hartwegii</i> (H. Wendl. & Kraenzl.) Solano						
1 & Soto Arenas	0	1	0	1	0	0
2 <i>Acianthera sotoana</i> Solano	0	0	0	0	0	1
3 <i>Acineta hagsateri</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	0	1
4 <i>Aechmea mexicana</i> Baker	0	0	0	1	0	0
5 <i>Alamania punicea</i> Lex.	0	0	1	0	1	1
6 <i>Anathallis greenwoodii</i> Soto Arenas & Salazar	0	0	0	0	1	1
7 <i>Arpophyllum laxiflorum</i> Pfitzer	0	0	1	0	1	1
8 <i>Arpophyllum spicatum</i> Lex.	0	0	0	1	0	1
9 <i>Artorima erubescens</i> (Lindl.) Dressler & G. E. Pollard	0	0	0	1	0	0
10 <i>Bulbophyllum cirrhosum</i> L. O. Williams	0	1	0	0	0	0
11 <i>Bulbophyllum nagelii</i> L. O. Williams	0	1	0	0	0	0
12 <i>Camaridium atratum</i> (Lex.) M. A. Blanco	0	0	0	0	1	1
13 <i>Camaridium rhombeum</i> (Lindl.) M. A. Blanco	0	0	0	1	0	0
14 <i>Catopsis compacta</i> Mez	0	0	0	0	1	1
15 <i>Cuitlauzina pendula</i> Lex.	0	1	0	0	0	0
16 <i>Elleanthus teotepecensis</i> Soto Arenas	0	0	0	1	0	0
17 <i>Encyclia adenocaula</i> (Lex.) Schltr.	0	1	0	1	0	0
18 <i>Encyclia candollei</i> (Lindl.) Schltr.	0	0	1	0	0	1
19 <i>Encyclia trachycarpa</i> (Lindl.) Schltr.	0	1	0	0	0	0
20 <i>Epidendrum anisatum</i> Lex.	0	1	0	0	0	0
21 <i>Epidendrum chlorops</i> Rchb. f.	0	1	0	0	0	0
22 <i>Epidendrum dressleri</i> Hágsater	0	0	0	0	0	1

23	<i>Epidendrum gasteriferum</i> Scheeren	0	0	0	1	0	0
24	<i>Epidendrum gomezii</i> Schltr.	0	1	0	0	0	0
25	<i>Epidendrum gonzalez-tamayo</i> Hágsater	0	1	0	0	0	0
26	<i>Epidendrum lignosum</i> Lex.	0	0	1	0	0	0
27	<i>Epidendrum longipetalum</i> A. Rich. & Galeotti	0	0	1	0	1	1
28	<i>Epidendrum magnificum</i> Schltr.	0	0	0	1	0	0
29	<i>Epidendrum mocinoi</i> Hágsater	0	0	0	1	0	0
30	<i>Epidendrum rowleyi</i> Withner & Pollard	0	0	0	1	0	0
31	<i>Epidendrum succulentum</i> Hágsater	0	0	0	1	0	0
32	<i>Epidendrum tortipetalum</i> Scheeren	0	0	0	1	0	0
	<i>Epidendrum tuxtense</i> Hágsater, García-Cruz & L. Sánchez	0	0	1	0	1	1
33	<i>Erycina hyalinobulbon</i> (Lex.) N. H. Williams & M. W. Chase	0	1	0	0	0	0
34	<i>Gongora galeata</i> (Lindl.) Rchb. f.	0	0	1	0	1	1
35	<i>Gongora galeottiana</i> A. Rich. & Galeotti	0	1	0	1	0	0
36	<i>Habenaria virens</i> A. Rich. & Galeotti	0	0	1	0	0	0
37	<i>Hintonella mexicana</i> Ames	0	1	0	0	0	0
38	<i>Homalopetalum pachyphyllum</i> (L. O. Williams) Dressler	0	1	0	1	0	1
39	<i>Homalopetalum pumilum</i> (Ames) Dressler	0	0	1	0	1	1
40	<i>Isochilus bracteatus</i> (Lex.) Espejo & López-Ferr.	0	1	1	1	0	0
41	<i>Isochilus langlassei</i> Schltr.	0	0	0	1	0	0
42	<i>Isochilus unilateralis</i> B. L. Rob.	0	0	1	0	1	1
43	<i>Laelia anceps</i> Lindl.	0	0	1	0	0	1
44	<i>Laelia autumnalis</i> (Lex.) Lindl.	0	1	0	0	0	0
45	<i>Laelia crawshayana</i> Rchb.f.	0	1	0	0	0	0
46	<i>Laelia furfuracea</i> Lindl.	0	0	0	1	0	0
47	<i>Laelia speciosa</i> (Kunth) Schltr.	0	1	0	0	0	0
48	<i>Leochilus carinatus</i> (Knowles & Westc.) Lindl.	0	0	1	0	0	1
49	<i>Leochilus crocodiliceps</i> (Rchb. f.) Kraenzl.	0	1	0	0	0	0

51	<i>Lepanthes acuminata</i> Schltr. ssp. <i>acuminata</i>	0	0	0	0	1	1
52	<i>Lepanthes aprica</i> Catling & V. R. Catling	0	0	0	0	1	1
53	<i>Lepanthes attenuata</i> Salazar, Soto Arenas & O. Suárez	0	0	1	0	1	1
54	<i>Lepanthes avis</i> Rchb. f.	0	0	1	0	1	1
55	<i>Lepanthes calopetala</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	1	1
56	<i>Lepanthes catlingii</i> Salazar, Soto Arenas & O. Suárez	0	0	0	0	1	1
57	<i>Lepanthes chiangii</i> Salazar, Soto Arenas & O. Suárez	0	0	1	0	1	1
58	<i>Lepanthes erythroxantha</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	1	1
59	<i>Lepanthes gabriellae</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	1	1
60	<i>Lepanthes galeottiana</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	1	1
61	<i>Lepanthes greenwoodii</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	1	1
62	<i>Lepanthes guerrerensis</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	1	0	0
63	<i>Lepanthes hagsateri</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	1	0	0
64	<i>Lepanthes machorroii</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	1	1
65	<i>Lepanthes mazatlanensis</i> R. Solano & Reynaud	0	0	1	0	1	1
66	<i>Lepanthes moorei</i> C. Schweinf.	0	0	0	0	1	1
67	<i>Lepanthes nagelii</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	1	0	0
68	<i>Lepanthes papilionacea</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	1	0	0	0
69	<i>Lepanthes rekoi</i> R. E. Schult.	0	0	1	0	1	1
70	<i>Lepanthes schiedei</i> Rchb.f.	0	0	1	0	0	1
71	<i>Lepanthes schultesii</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	1	1
72	<i>Lepanthes suarezii</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	1	1
73	<i>Lepanthes thurstoniorum</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	1	1
74	<i>Lepanthes totontepecensis</i> Salazar & Soto Arenas	0	0	0	0	1	1
75	<i>Lepanthes yuvilensis</i> Catling	0	0	0	1	0	0
76	<i>Lockhartia galeottiana</i> A. Rich. ex Soto Arenas	0	0	0	1	0	0
77	<i>Lycaste crinita</i> Lindl.	0	1	1	0	0	0
78	<i>Malaxis hagsateri</i> Salazar	0	0	0	1	0	0
79	<i>Malaxis rosei</i> Ames	0	0	0	0	0	0
80	<i>Malaxis rosilloi</i> R. González & E. W. Greenw.	0	0	0	0	0	0

81	<i>Meiracyllium gemma</i> Rchb. f.	0	1	0	0	0	0
82	<i>Mormodes maculata</i> var. <i>unicolor</i> (Hook.) L. O. Williams	0	0	1	0	0	1
	<i>Nemaconia longipetala</i> (Correll) Van den Berg, Salazar &						
83	Soto Arenas	0	0	0	1	0	0
	<i>Oestlundia cyanocolumna</i> (Ames, F. T. Hubb. & C.						
84	Schweinf.) W. E. Higgins	0	0	1	0	1	1
85	<i>Oestlundia luteorosea</i> (A. Rich. & Galeotti) W. E. Higgins	0	0	1	0	1	1
86	<i>Oncidium ghiesbreghtianum</i> A. Rich. & Galeotti	0	1	0	1	0	0
87	<i>Oncidium hastatum</i> (Bateman) Lindl.	0	1	0	0	0	0
88	<i>Oncidium incurvum</i> Barker ex Lindl.	0	0	1	0	1	1
89	<i>Oncidium karwinskii</i> (Lindl.) Lindl.	0	1	0	1	0	0
90	<i>Oncidium oblongatum</i> Lindl.	0	0	0	1	0	0
	<i>Oncidium reichenheimii</i> (Linden & Rchb. f.) Garay &						
91	Stacy	0	1	0	1	0	0
92	<i>Oncidium stelligerum</i> Rchb.f.	0	1	0	0	0	0
93	<i>Oncidium tigrinum</i> Lex.	0	1	0	0	0	0
94	<i>Ornithidium tonsoniae</i> (Soto Arenas) Senghas	0	0	0	0	1	1
95	<i>Ornithocephalus tripterus</i> Schltr.	0	0	1	0	0	1
96	<i>Pachyphyllum mexicanum</i> Dressler & Hágsater	0	0	0	1	0	0
97	<i>Papperitzia leiboldii</i> (Rchb. f.) Rchb. f.	0	0	1	0	0	1
98	<i>Pitcairnia densiflora</i> Brongn. ex Lem.	0	0	1	0	0	1
99	<i>Pitcairnia ringens</i> Klotzsch	0	0	1	0	0	0
100	<i>Ponera exilis</i> Dressler	0	0	0	1	0	0
101	<i>Prosthechea citrina</i> (Lex.) W. E. Higgins	0	0	0	1	0	0
102	<i>Prosthechea favoris</i> (Rchb.f.) W. E. Higgins	0	1	0	0	0	0
	<i>Prosthechea ghiesbreghtiana</i> (A. Rich. & Galeotti) W. E.						
103	Higgins	0	0	0	1	0	0
104	<i>Prosthechea mariae</i> (Ames) W. E. Higgins	0	0	1	0	0	0
105	<i>Prosthechea mulasii</i> Soto Arenas & L. Cerv.	0	0	0	1	0	0
106	<i>Prosthechea obpiribulbon</i> (Hágsater) W.E.Higgins	0	0	0	1	0	0
107	<i>Prosthechea pastoris</i> (Lex.) Espejo & López-Ferr.	0	1	0	0	0	0

108	<i>Prosthechea pterocarpa</i> (Lindl.) W. E. Higgins	0	1	0	0	0	0
109	<i>Prosthechea trulla</i> (Rchb.f.) W. E. Higgins	0	1	0	1	0	0
110	<i>Prosthechea varicosa</i> (Bateman ex Lindl.) W. E. Higgins	0	0	1	1	1	1
	<i>Racinaea rothschuhiana</i> (Mez) M. A. Spencer & L. B.						
111	Sm.	0	0	0	0	1	1
112	<i>Rhynchostele candidula</i> (Rchb. f.) Soto Arenas & Salazar	0	0	0	1	0	0
113	<i>Rhynchostele cervantesii</i> (Lex.) Soto Arenas & Salazar	0	1	0	1	0	0
114	<i>Rhynchostele cordata</i> (Lindl.) Soto Arenas & Salazar	0	0	1	0	1	1
	<i>Rhynchostele ehrenbergii</i> (Link, Klotzsch & Otto) Soto						
115	Arenas & Salazar	0	0	1	0	1	1
116	<i>Rhynchostele maculata</i> (Lex.) Soto Arenas & Salazar	0	1	0	1	0	0
117	<i>Rodriguezia dressleriana</i> R. González	0	1	0	0	0	0
	<i>Rossioglossum insleayi</i> (Baker ex Lindl.) Garay & G. C.						
118	Kenn.	0	0	0	1	0	0
119	<i>Rossioglossum splendens</i> (Rchb. f.) Garay & G. C. Kenn.	0	1	0	0	0	0
120	<i>Stanhopea hernandezii</i> (Kunth) Schltr.	0	1	0	0	0	0
121	<i>Stanhopea martiana</i> Bateman ex Lindl.	0	1	0	0	0	0
122	<i>Stanhopea pseudoradiosa</i> Jenny et R. González	0	1	0	0	0	0
123	<i>Stanhopea tigrina</i> Batema ex. Lindl.	0	0	1	0	1	1
124	<i>Stelis desantiagoi</i> Solano & Salazar	0	0	0	1	0	0
125	<i>Stelis nagelii</i> Solano	0	0	1	0	1	1
126	<i>Stelis oaxacana</i> Solano	0	0	1	0	1	1
127	<i>Stelis retusa</i> (Lex.) Pridgeon & M. W. Chase	0	1	0	0	0	0
128	<i>Stelis rufobrunnea</i> (Lindl.) L. O. Williams	0	1	0	1	0	0
129	<i>Stelis sanguinolenta</i> (Garay et W. Kittr.) Solano	0	1	0	0	0	0
130	<i>Stelis veracruzensis</i> Solano	0	0	1	0	1	1
131	<i>Stelis xerophila</i> (Schltr.) Soto Arenas	0	1	0	0	0	0
132	<i>Tillandsia alvareziae</i> Rauh	0	0	1	0	0	1
133	<i>Tillandsia bartramii</i> Elliott	0	0	1	0	0	0
134	<i>Tillandsia belloensis</i> W. Weber	0	0	1	0	0	1

135	<i>Tillandsia bourgaei</i> Baker	0	0	0	1	0	0
136	<i>Tillandsia deppeana</i> Steud.	0	0	1	0	0	1
137	<i>Tillandsia flavobracteata</i> Matuda	0	0	1	0	0	1
138	<i>Tillandsia gymnobotrya</i> Baker	0	0	1	0	1	1
139	<i>Tillandsia heterophylla</i> E. Morren	0	0	1	0	0	1
140	<i>Tillandsia imperialis</i> E. Morren ex Mez	0	0	1	0	1	1
141	<i>Tillandsia kirchhoffiana</i> Wittm.	0	0	1	0	1	1
142	<i>Tillandsia langlasseana</i> Mez	0	0	0	1	0	0
143	<i>Tillandsia limbata</i> Schltld.	0	0	1	0	0	1
144	<i>Tillandsia macdougallii</i> L. B. Sm.	0	0	0	1	0	0
145	<i>Tillandsia macrochlamys</i> Baker	0	0	1	0	0	1
146	<i>Tillandsia nolleriana</i> Ehlers	0	0	1	0	0	1
147	<i>Tillandsia paraisoensis</i> Ehlers	0	0	0	1	0	0
148	<i>Tillandsia parryi</i> Baker	0	0	1	0	0	0
149	<i>Tillandsia pentasticha</i> Rauh & Wulfinghoff	0	0	0	1	0	0
150	<i>Tillandsia prodigiosa</i> (Lem.) Baker	0	1	0	1	0	0
151	<i>Tillandsia quaquaflorifera</i> Matuda	0	0	0	1	0	0
152	<i>Tillandsia violacea</i> Baker	0	0	0	1	0	0
	<i>Trichocentrum pachyphyllum</i> (Hook.) R. Jiménez &						
153	Carnevali	0	0	1	0	0	1
154	<i>Viridantha plumosa</i> (Baker) Espejo	0	0	0	1	0	0
155	<i>Werauhia vanhyningii</i> (L.B. Sm.) J.R. Grant	0	0	1	0	1	1

