



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

PROGRAMA DE POSTGRADO EN BOTÁNICA

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA FLORA ENDÉMICA DE LOS BOSQUES MESÓFILOS DE MONTAÑA DE MÉXICO

ANA LAURA PUGA JIMÉNEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2019

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Ana Laura Puga Jiménez, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser participe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. Lauro López Mata, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis Patrones de distribución geográfica de la flora endémica de los bosques mesófilos de montaña de México

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 01 de febrero de 2019



Firma del
Alumno (a)



Dr. Lauro López Mata

Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

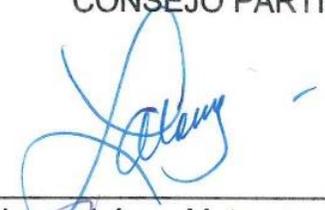
La presente tesis titulada "PATRONES DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA FLORA ENDÉMICA DE LOS BOSQUES MESÓFILOS DE MONTAÑA DE MÉXICO", realizada por la alumna: ANA LAURA PUGA JIMÉNEZ, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
BOTÁNICA

CONSEJO PARTICULAR

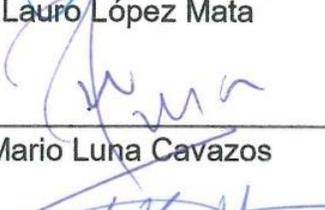
CONSEJO PARTICULAR

Consejero



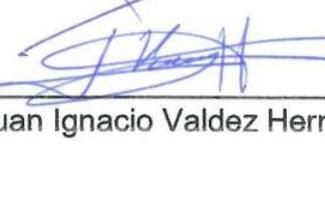
Dr. Lauro López Mata

Asesor



Dr. Mario Luna Cavazos

Asesor



Dr. Juan Ignacio Valdez Hernández

Montecillo, Texcoco, Estado de México, febrero de 2019

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA FLORA ENDÉMICA DE LOS BOSQUES MESÓFILOS DE MONTAÑA DE MÉXICO

Ana Laura Puga Jiménez, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2019

RESUMEN

Los bosques mesófilos de montaña de México albergan alrededor de 2 361 especies endémicas de plantas vasculares, gimnospermas, angiospermas y pteridofitas. La información sobre las especies endémicas de los bosques mesófilos de montaña es escasa. Los objetivos de esta investigación fueron comparar las áreas de distribución de las especies endémicas con un análisis de semejanza y de parsimonia de endemismos. Para este trabajo, se emplearon datos de especies endémicas registradas en artículos y tesis, además de la revisión de cuatro herbarios: Herbario Nacional, Herbario de Xalapa, Herbario del Instituto Tecnológico de Huejutla, Hidalgo y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Red Mundial de Información sobre Biodiversidad. Se empleó un análisis de semejanza con el coeficiente de Jaccard, el método de promedio aritmético de los grupos de pares no ponderados y un análisis de parsimonia de endemismos. Se obtuvo un total de 667 especies endémicas pertenecientes a 309 géneros de 107 familias, siendo Asteraceae, Orchidaceae y Fabaceae las más numerosas, mientras que los géneros *Quercus*, *Begonia* y *Salvia* tienen el mayor número de especies, distribuidas en 214 localidades. Para las provincias con valores altos de semejanza con base en Jaccard fue: a) para las provincias morfotectónicas: Chiapanense y Zona de extensión regional Neártica con un valor de 19%, b) para las provincias biogeográficas: Faja Volcánica Transmexicana y Costa Pacifico tienen una semejanza florística del 22% y, c) para las provincias florísticas: las Serranías Transísmicas y Costa Pacífico con 19%. El Análisis de Parsimonia de Endemismos apunta que las provincias con valores altos de validación de grupos fueron: para las morfotectónicas la Zona de Extensión Regional Neártica y Chiapanense con 100%; así mismo, para la Sierra Madre Oriental y Faja volcánica Transmexicana; para las provincias biogeográficas la Sierra Madre Oriental y Costa Pacifico con 76%; y las divisiones florísticas con las Serranías Transísmicas y Costa Pacifico con 99%.

Palabras clave: provincias morfotectónicas, biogeográficas, florísticas; análisis de parsimonia de endemismos; coeficiente de Jaccard.

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION PATTERNS OF MEXICAN CLOUD FOREST ENDEMIC FLORA

Ana Laura Puga Jiménez, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2019

ABSTRACT

The Mexican's cloud forests have around 2,361 endemic species of vascular plants. Information about the endemic species of Mexican cloud forests is scarce. This work gathers available data of endemic species reported on published investigations, three herbariums (MEXU, XAL and HERIT) and in the REMIB CONABIO web page. This information allowed as to develop a similarity analysis by calculating the Jaccard's coefficient and using the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic averages (UPGMA) and the endemisms parsimony analysis. The study sampled a total of 667 endemic species belonging to 309 genera and 107 families being Asteraceae, Orchidaceae and Fabaceae the most diverse, while the genera *Quercus*, *Begonia* and *Salvia* have the highest number of species. According to values Jaccard's similarity coefficient is: for morphotectonic provinces (Chiapanense and Neartic regional extension zone) 19%; for biogeographical provinces (Trans-Mexican Volcanic Belt and Pacific Coast) 22% and for floristic provinces (Transismic Serrania and the Pacific Coast) 19%. Endemisms parsimony analysis revealed that the highest supporting-groups values belong morphotectonics provinces (Chiapanense and Neartic regional extension zone, likewise the Trans-Mexican Volcanic Belt and Sierra Madre Oriental) 100%; biogeographical provinces (Sierra Madre Oriental and the Pacific Coast) 76%, and floristic divisions (Transismic Serrania and the Pacific Coast) 99%.

Key words: morphotectonic, biogeographic, floristic provinces; endemisms parsimony analysis; Jaccard index.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por el apoyo económico a través de una beca con número de registro 790584/612002, para realizar estudios de maestría.

Al Colegio de Posgraduados por aceptarme en el programa de Botánica

Al Dr.Lauro López Mata por las aportaciones, sugerencias, y revisión a este trabajo.

Al Dr.Mario Luna Cavazos por sus aportaciones y revisión a este trabajo.

Al Dr.Juan Ignacio Valdez Hernández por sus sugerencias, y revisión a este trabajo.

Al Dr.Edmundo García Moya por aceptar ser parte del jurado examinador, por sus comentarios y sugerencias para este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres Concepción Jiménez Olvera y Felipe Puga Molina por su apoyo.

A Antonio Hench Cabrera por su apoyo, paciencia, cariño y estímulo para terminar este trabajo.

A mis hermanas

A mis sobrinas

A mis amigos.

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE CUADROS	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Bosque mesófilo de montaña	6
1.2 Especies endémicas	7
2. OBJETIVOS	8
2.1 General	8
2.2 Particulares	8
3. Hipótesis.....	8
4. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1 Riqueza de especies endémicas.....	9
4.1.2 Análisis de Semejanza	10
5.2 Análisis de Parsimonia de endemismos (PAE)	11
5.2.1 Validación de grupos.....	12
a) Curva de acumulación de especies	12
b) Estimadores de riqueza.....	12
5. RESULTADOS	13
5.1 Riqueza y distribución de especies endémicas	13
5.2 Distribución de las especies endémicas.....	19
6. Análisis de semejanza.....	21
6.1. Provincias morfotectónicas	21
6.1.2 Provincias biogeográficas	25
6.1.3 Provincias florísticas	29
6.2 Análisis de Parsimonia de Endemismos	33
6.2.1 Provincias morfotectónicas	33
6.2.2 Provincias biogeográficas	36
6.2.3 Provincias florísticas	38

7.	DISCUSIÓN	40
7.1	Riqueza de especies endémicas.....	40
7.2	Semejanza florística	41
7.1.3	Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE)	43
8.	CONCLUSIONES.....	45
9.	LITERATURA CITADA.....	47
	APÉNDICE.....	56

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Familias con mayor número de especies endémicas registradas en los bosques mesófilos de montaña. 13
- Figura 2.** Géneros con mayor número de especies endémicas registradas en los bosques mesófilos de montaña. 14
- Figura 3.** Especies endémicas con mayor número de registros en el bosque mesófilo de montaña. 15
- Figura 4.** Número de especies registradas por año en cada una de las provincias morfotectónicas. Sierra Madre Orientalense (SMO), Jalisco-Guerrerense (JLG), Zona de extensión regional neártica (ZNX), Neovolcanense (NEO), Altiplanense (ALP), Veracruzense (VRC), Chiapanense (CHP), Oaxaquense (OAX), Campechano-Petenense (CPT), Costa Pacificense (CPF), Nayaritense (NYT). 16
- Figura 5.** Número de especies registradas por año en cada una de las provincias biogeográficas. Costa Pacifico (CPA), Faja Volcánica Transmexicana (FVT), Golfo de México (GME), Oaxaca (OAX), Sierra Madre Oriental (SMO), Sierra Madre del Sur (SMS), Soconusco (SCN), Los Altos de Chiapas (ACH), Altiplano (ALP), Depresión del Balsas (DBS)..... 16
- Figura 6.** Número de especies registradas por año en cada una de las provincias florísticas. Altiplano (ALT), Costa Pacifico (CPA), Depresión del Balsas (DBS), Golfo de México (GME), Serranías Transísmicas (STI), Sierra Madre Oriental (SMO), Serranías meridionales (SME), Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC), Soconusco (SCN). 17
- Figura 7.** Curva de acumulación de especies para las provincias morfotectónicas..... 18
- Figura 8.** Curva de acumulación de especies para las provincias biogeográficas de México..... 18
- Figura 9.** Curva de acumulación de especies para las provincias florísticas de México..... 19
- Figura 10.** Mapa de las provincias morfotectónicas (Ferrusquía-Villafranca, 1990) donde se distribuyen las especies endémicas (puntos rojos) de México

presentes en los bosques mesófilos de montaña (color amarillo). Altiplanense (APN), Veracruzense (VRC), Sierra Madre Orientalense (SMO), Neovolcanense (NEO), Nayaritense (NYT), Jalisco-Guerrerense (JLG), Oaxaquense (OAX), Zona de extensión regional Neártica (ZNX), Pacificense (PCF), Campechano-Petenense (CPT), Chiapanense (CHP)..... 24

Figura 11. Mapa de las provincias biogeográficas (CONABIO, 1997) donde se distribuyen las especies endémicas (puntos rojos) de México presentes en los bosques mesófilos de montaña (color amarillo). Depresión del Balsas (DBS), Faja Volcánica Transmexicana (FVT), Golfo de México (GME), Costa Pacífico (CPA), Sierra Madre del Sur (SMS), Soconusco (SCN), Oaxaca (OAX), Los Altos de Chiapas (ACH), Altiplano Sur (ALTS), Sierra Madre Oriental (SMO)..... 28

Figura 12. Dendrograma que muestra la semejanza entre divisiones florísticas, derivado del uso del coeficiente de Jaccard y el método de agrupación UPGMA. Serranías Meridionales (DFSME), Depresión del Balsas (DFDBS), Sierra Madre Oriental (DFSMO), Serranías Transísmicas (DFSTI), Valle de Tehuacán-Cuicatlán (DFVTC), Costa del Golfo de México (DFCGM), Costa Pacífico (DFCPA), Altiplano (DFALT), Soconusco (DFSCN). 31

Figura 13. Mapa de las divisiones florísticas (Rzedowski y Reyna-Trujillo, 1990) donde se distribuyen especies endémicas (puntos rojos) de México presentes en los bosques mesófilos de montaña (color amarillo). Serranías Meridionales (SME), Depresión del Balsas (DBS), Sierra Madre Oriental (SMO), Serranías Transísmicas (STI), Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC), Costa del Golfo de México (CGM), Costa Pacífico (CPA), Altiplano (ALT), Soconusco (SCN). 32

Figura 14. Cladograma de consenso estricto de las provincias morfotectónicas, los números de las ramas indican el porcentaje de “bootstrap”. Los números 1, 2 y 3 muestran las agrupaciones de provincias formadas. 34

Figura 15. Mapa de las provincias morfotectónicas (Ferrusquía-Villafranca, 1990) donde se representan los resultados obtenidos en el cladograma.

Altiplanense (ALP), Veracruzense (VRC), Sierra Madre Orientalense (SMO), Neovolcanense (NEO), Jalisco-Guerrerense (JLG), Oaxaquense (OAX), Zona de extensión regional Neártica (ZNX), Pacificense (PCF), Chiapanense (CHP). Las provincias Nayaritense (NYT) y Campechano-Petenense (CPT) se muestran colapsadas en el cladograma. 35

Figura 16. Mapa de las provincias biogeográficas (CONABIO, 1997) donde se representan los resultados obtenidos en el cladograma. Faja Volcánica Transmexicana (FVT), Golfo de México (GME), Costa Pacifico (CPA), Soconusco (SCN), Los Altos de Chiapas (ACH), Las provincias Altiplano Sur (ALS), Depresión del Balsas (DBS), Sierra Madre del Sur (SMS) y Oaxaca (OAX) se colapsaron en el cladograma. 37

Figura 17. Cladograma de consenso estricto de las provincias florísticas, los números de las ramas indican el porcentaje de “bootstrap”. Los números 1 y 2 muestran las agrupaciones de provincias formadas. 38

Figura 18. Mapa de las provincias florísticas (Rzedowski y Reyna-Trujillo, 1990) donde se representan los resultados obtenidos en el cladograma. Provincia Altiplano (ALP), Sierra Madre Oriental (SMO), Serranías Meridionales (SME), Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC), Costa del Golfo de México (GME), Costa Pacifico (CPA) y Serranías Transísmicas (STI). Las provincias Soconusco (SCN) y Depresión del Balsas (DBS) se muestran colapsadas en el cladograma. 39

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1.** Grupo funcional de la flora endémica de los bosques mesófilos de montaña. Existe más de un hábito para algunos géneros. 14
- Cuadro 2.** Distribución de los géneros de especies endémicas registrados en los bosques mesófilos de montaña. 20
- Cuadro 3.** Coeficiente de semejanza de Jaccard. Altiplanense (PMALP), Veracruzense (PMVCR), Sierra Madre Orientalense (PMSMO), Neovolcanense (PMNEO), Nayaritense (PMNYT), Jalisco-Guerrero (PMJLG), Oaxaquense (PMOAX), Zona de extensión regional Neártica (PMZNX), Pacíficose (PMPCF), Campechano-Petenense (PMCPT), Chiapanense (PMCHP). Los valores más altos de semejanza entre provincias están en negritas. 21
- Cuadro 4.** Coeficiente de semejanza de Jaccard. Depresión del Balsas (PBDBS), Faja Volcánica Transmexicana (PBFVT), Golfo de México (PBGME), Costa Pacífico (PBCPA), Sierra Madre del Sur (PBSMS), Soconusco (PBSCN), Oaxaca (PBOAX), Los Altos de Chiapas (PBACH), Sierra Madre Orientalense (PBSMO), Altiplano Sur (PBALS). Los valores más altos de semejanza entre provincias están en negritas. 25
- Cuadro 5.** Coeficiente de semejanza de Jaccard. Serranías Meridionales (DFSME), Depresión del Balsas (PFDBS), Sierra Madre Oriental (DFSMO), Serranías Transmexicanas (DFSTI), Valle de Tehuacán-Cuicatlán (DFVTC), Costa del Golfo de México (DFCGM), Costa Pacífico (DFCPA), Altiplano (DFALT), Soconusco (DFSCN). Los valores más altos de semejanza entre provincias están en negritas..... 29

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques mesófilos de montaña en México contribuyen con aproximadamente un 10% de la riqueza vegetal. Su superficie se estima entre 0.5% y 1% del territorio nacional; esta distribución no es uniforme, se presenta como fragmentos o archipiélagos situados en laderas escarpadas y cañadas (Rzedowski, 2006; Villaseñor, 2010). Se distribuye en una porción de la Sierra Madre Oriental que corresponde al sistema montañoso desde el sur de Tamaulipas, pasando por una angosta franja de la Sierra Madre del Sur hasta Chiapas; incluye también la porción del oeste que corresponde con las serranías de la Sierra Madre Occidental desde Nayarit, distribuyéndose por la Faja Volcánica Transmexicana y la Depresión del Balsas hasta la Sierra Madre del Sur (Rzedowski, 2006; Villaseñor, 2010; Cruz-Cárdenas *et al.*, 2012).

Una de las características sobresalientes de estos bosques es la presencia de niebla que con frecuencia está acompañada de lluvias ligeras y alta humedad atmosférica durante todo el año, lo que genera baja luminosidad en el sotobosque. Las lluvias se han registrado de los 1000 mm y los 3000 mm (Rzedowski, 1991; Villaseñor, 2010), aunque en algunas localidades de Oaxaca se han consignado hasta 6000 mm totales anuales que lo convierte en los bosques mesófilos más húmedos del país. Las altitudes referidas donde se han registrado estos bosques ha sido desde los 400 hasta los 3000 msnm. La temperatura varía de 10° a 23° C. Presentan un clima templado húmedo con lluvias durante todo el año, aunque en algunos bosques mesófilos de montaña del estado de Veracruz se pueden distinguir estaciones como la seca-fría, seca-cálida y húmeda-templada. No existen informes sobre la preferencia de suelo para estos bosques ya que se desarrollan sobre suelos someros o profundos con abundante materia orgánica y pH ácidos (Williams-Linera, 2007; Gual-Díaz y González-Medrano, 2014).

La vegetación de estos bosques es compleja y heterogénea ya que existe una gran dificultad para tipificarla (Ortega y Castillo, 1996), aunque se caracteriza por presentar especies de afinidad tropical y boreal; contiene una gran variedad de especies epífitas, trepadoras leñosas y pteridofitas; incluye especies perennifolias y caducifolias; además de presentar un alto porcentaje de endemismos (CONABIO, 2010; González-Espinosa *et al.*, 2012; Fortanelli-Martínez *et al.*, 2014). Estos endemismos permiten delimitar áreas

de origen y diversificación de especies; además, son importantes para la biología de la conservación (Suárez-Mota y Villaseñor, 2011).

En la actualidad no se cuenta con un listado de las especies endémicas de México con distribución en los bosques mesófilos de montaña, esto es de importancia ya que, debido a factores como el cambio climático, las actividades humanas como la tala inmoderada, el aprovechamiento mineral, el saqueo de especies de interés como orquídeas, bromelias y helechos, entre otras, tienden a reducir las áreas de distribución de estas especies.

Varios autores han descrito los patrones de distribución de las especies de los bosques mesófilos de montaña, y la semejanza de la flora entre ellos. Ruiz-Jimenez et al. (2012) clasificaron a los bosques mesófilos de montaña que se distribuyen en México con base en análisis de semejanza. Encontraron la agrupación de 13 sitios: el grupo A con dos provincias florísticas la Sierra Madre Oriental y las Serranías Meridionales del centro de Veracruz con dos especies endémicas *Magnolia dealbata* y *Magnolia schiedeana*; el grupo B bosques del Soconusco y las Serranías Transísmicas de Chiapas; grupo C con bosques ubicados en el Golfo de México y la Sierra Madre Oriental; grupo D incluye bosques de las Serranías Meridionales de Jalisco y Michoacán; grupo E con bosques de las Serranías Meridionales en los estados de México, Michoacán, Guerrero y Morelos; grupo F con bosques de las Serranías Meridionales de Guerrero, Colima, Jalisco, Oaxaca y Nayarit con dos especies endémicas *Sauraria serrata* y *Zinowiewia conccina*; grupo G con dos bosques ubicados en las Serranías Meridionales de los límites del Valle de México; el grupo H, I y J que conjunta a los bosques de las Serranías Meridionales y del Valle de Tehuacán con una especie endémicas *Magnolia schiedeana*; el grupo K integrado por cuatro bosques distribuidos en la Sierra Madre Oriental en el centro de Veracruz y la Sierra Norte de Puebla; el grupo L incluye dos bosques ubicados en la Sierra Madre Oriental de Veracruz; y grupo M que une a dos bosques de la Sierra Madre Oriental de Huachinango, Hidalgo y Puebla con una especie endémica *Clethra pringlei*, además, menciona que con esta agrupación corroboraron la relación que existe entre las divisiones florísticas de México. Acosta (2004) analizó las afinidades de la flora genérica con distribución en los bosques mesófilos de montaña del nordeste, centro y sur de México, mediante el índice de semejanza de Sørensen y el método UPGMA; sus resultados mostraron que los bosques distribuidos en Hidalgo son afines entre sí, además de tener relación con los bosques de la Sierra Madre Oriental y las Serranías Meridionales, los bosques de Pluma Hidalgo, Oaxaca presentaron semejanza con los bosques de Teocelo, Veracruz, además en Acosta (1997) mencionó que esta relación de semejanza estaba influenciada por los cambios climáticos que existieron en el Terciario y el Pleistoceno; los bosques de Gómez Farías, Tamaulipas se mostraron con una semejanza baja, por otro lado mencionan que los bosques de Omitelmi, Guerrero y El

Triunfo, Chiapas se agrupan con los de Huautla, Oaxaca y el Cerro Huitepec, Chiapas al constituir agrupamientos heterogéneos para las Serranías Meridionales y Transísmicas. Villaseñor y Gual-Díaz (2014) estimaron que existen alrededor de 6,163 especies de plantas en los bosques mesófilos de montaña de las cuales destacan las familias Begoniaceae, Fagaceae, Clethraceae, Dioscoreaceae, Araliaceae, Magnoliaceae, Myrsinaceae, Lentibulariaceae, Theaceae y Aquifoliaceae. Además, mencionan que de acuerdo con las 13 áreas prioritarias de conservación de bosques mesófilos de montaña propuestas por la CONABIO, las áreas con mayor riqueza de endemismos son la Cordillera Costera del Sur y la Cuenca Alta del Balsas, y las que presentan menor riqueza son las cañadas de Ocosingo y Los Tuxtlas. Valencia-A. y Gual-Díaz, (2014) examinaron la distribución de la familia Fagaceae en los bosques mesófilos de montaña, con el índice de semejanza de Jaccard y el método de agrupamiento UPGMA; encontraron que en México se distribuyen 47 especies de la familia y 46 especies del género *Quercus* lo que equivale al 28.6% de las Fagaceae distribuidas en México. Además, su análisis de semejanza agrupó a la Huasteca Alta Hidalguense y al centro de Veracruz, con mayor riqueza de especies. Así mismo, Tejero-Díez et al. (2014) efectuaron un estudio sobre la riqueza de especies de licopodios y helechos distribuidos en los bosques mesófilos de montaña, para lo cual emplearon, las regiones prioritarias de conservación de BMM de Conabio para su análisis. Obtuvieron tres agrupaciones a partir de un análisis de semejanza con el coeficiente de Jaccard y el método de agrupamiento UPGMA; sus resultados mostraron que ocho de las 13 regiones se relacionan formando cuatro grupos, el primero formado por la región VII (Los Tuxtlas), el segundo por las regiones III, V XI y XII-XIII (Sierras del sur de Chiapas, Montañas del Norte y Altos de Chiapas) y el tercero formado por las regiones II, IV, VI, VIII y X (Sierras de Nayarit, Sierra Madre del Sur y Faja Transmexicana de Jalisco, Cuenca Alta del Balsas, Sierra Sur de Michoacán y Cordillera Costera del Sur); sin embargo no mencionan registros de especies endémicas.

Luna y Alcántara (2001) examinaron la afinidad geográfica de la flora de los bosques mesófilos de montaña en dos sitios de la Huasteca Hidalguense, y encontraron que 394 especies registradas corresponden a una riqueza del 15.8% del estimado por Rzedowski (1991). Regalado y Sánchez (2003) estudiaron la distribución mundial de las especies cubanas del género *Asplenium* con el índice de semejanza de Sørensen y un análisis de

parsimonia de endemismos; al caso, analizaron 17 sitios: Florida, Bermudas, Bahamas, Cuba, Jamaica, La Española, Puerto Rico, Antillas Menores, Trinidad y Tobago, México, Centroamérica, América del Sur, centro de América del Sur, África Tropical, Madagascar, India y Ceilán. Sus resultados mostraron que ambos métodos (fenético y cladístico) proyectaron distribuciones y agrupaciones semejantes. Peinado *et al.* (2009) llevaron a cabo un estudio a lo largo de la costa pacífica de Estados Unidos que abarca seis provincias, dos en Alaska (provincia Hudsoniana y Sitchense), una en Canadá (Oregoniana), la región Californiana en Estados Unidos que comprende cuatro provincias (Californiana Septentrional, Californiana Meridional, Martireense y Nevadense) y dos en México (Bajacaliforniana y Sanlucana), con métodos de agrupamiento y el índice de semejanza de Sørensen obtuvieron la formación de ocho agrupaciones, las provincias boreales y tropicales presentaron porcentajes muy altos, siendo la región Californiana es la que presentó mayor número de taxones, además de que la provincia Bajacaliforniana presentó un gran porcentaje de endemismos.

La flora de los bosques mesófilos de montaña de México ha sido poco estudiado con procedimientos de Análisis de Parsimonia de Endemismos Castillo *et al.*, (2002) 13 áreas de endemismo para detectar biotas homólogas y áreas de endemismo; identificaron diez áreas en la región Amazónica identificadas por tres géneros *Piper*, *Peperomia* y *Cecropia*, una en la región Pacífica hacia el norte de Ecuador, y otra en la Isla Gorgona ambas soportadas por *Peperomia* y *Piper*, y la última en la Isla Galápagos soportada por tres especies del género *Piper*. Martínez-Gordillo y Morrone (2005) con el método Parsimonia de Endemismos obtuvieron cuatro trazos generalizados que unen a las regiones Neotropical-Africatropical a la australiana con la Tropical Neoguineana. Luna-Vega *et al.*, (2001b) identificaron seis trazos de los cuales dos de ellos se agrupan en su análisis de semejanza; el primero incluye a los bosques de niebla de México, América Central, Las Antillas y el norte de Colombia y el segundo incluye a los bosques del sur de México y Norte América.

La mayoría de estos análisis están enfocados a otros grupos, para insectos: Morrone (1994), Márquez y Morrone (2003), Morrone y Márquez (2001), Corona y Morrone (2005), Corona y Toledo (2006), Morrone (2006), Toledo *et al.* (2007).

1.1 Bosque mesófilo de montaña

Miranda (1947) fue el primero en utilizar el término Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) para describir una comunidad vegetal ubicada en la Cuenca del río Balsas, con distribución en el piso altitudinal semejante al del encinar, pero con mezcla de elementos boreales típicos y tropicales de montaña, donde las condiciones de humedad son favorables para propiciar una gran riqueza de especies, sobretodo de epifitas y trepadoras. Miranda (1952) modificó el término del BMM a selva baja siempre verde y después, Miranda y Hernández-X (2014) lo modificaron como selva mediana o baja perennifolia. Rzedowski (2006) adoptó y formalizó el término Bosque Mesófilo de Montaña y lo difundió en un sentido más amplio, ya que incluía otras comunidades vegetales semejantes en cuanto a su fisonomía, ecología y flora distribuidas en el territorio mexicano, pero con patrones fenológicos diferentes (Cruz-Cárdenas et al., 2012, Villaseñor, 2010).

El bosque mesófilo de montaña (Miranda, 1947; Rzedowski, 2006), también conocido como cloud forest (Leopold, 1950), selva baja siempre verde (Miranda, 1952), selva baja o mediana perennifolia (Miranda y Hernández-X, 2014), bosque caducifolio templado (Rzedowski, 1966), Bosque lluvioso de montaña, Bosque de niebla siempre verde, Bosque de Pino-roble-Liquidámbar (Breedlove, 1973), bosque húmedo de montaña (Villaseñor, 2010) y Bosque cálido templado (Gómez et al., 2014), son algunos de los más de 40 términos para referirse a este tipo de vegetación (Williams-Linera 2007).

La distribución de la flora de los bosques mesófilos de montaña es una combinación de elementos arbóreos de afinidad boreal y el sotobosque integrado por elementos de afinidad tropical. Este tipo de bosque es considerado como un relicto del Neógeno (Mioceno-Plioceno) (Rzedowski, 1991) ya que varios autores lo han descrito como una flora con elementos de América del norte (sur de Estados Unidos), América del sur y porciones del sur y sureste de Asia (Sharp, 1951; Rzedowski, 1996; Castillo-Batista et al., 2016). Luna et al., (1999) propusieron que los BMM actuales divergieron en secuencia a partir de un área de distribución continua en la que factores ecológicos e históricos ocasionaron eventos que dieron paso a la fragmentación como se conoce en la actualidad.

1.2 Especies endémicas

La diversidad florística de México es de aproximadamente 23,314 especies de plantas de las cuales se estima que el 50% corresponde a especies endémicas (Villaseñor, 2016). Para los bosques mesófilos de montaña se estima que existen alrededor de 2,361 especies endémicas (Villaseñor, 2010). La complejidad geomorfológica de México permite que se encuentre un gran número de climas que varían de región en región, aún en regiones cercanas, lo que permite que exista una gran variedad de especies distribuidas en el territorio mexicano (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

Existen varias definiciones para el término endémico, este fue usado por primera vez por Candolle (1820) quien hizo referencia a las especies que se distribuyen en un solo lugar (Noguera-Urbano, 2017). Después, Rapoport (1975) menciona que las “especies endémicas son especies que se distribuyen en un área determinada”, Rzedowski (1991) lo define como “la concentración de organismos con distribución restringida favorecida por factores ambientales”, Bruinjeel (2010) menciona que son “especies que ocurren solo en esa ubicación específica y en ninguna otra y su estado natural se llama endemismo”.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Analizar la distribución de las especies endémicas presentes en los bosques mesófilos de montaña de México.

2.2 Particulares

Estimar la riqueza de flora endémica distribuida en los bosques mesófilos de montaña.

Comparar las semejanzas de la flora endémica entre las provincias morfotectónicas, biogeográficas y florísticas.

Comparar las áreas de distribución de las especies endémicas con un análisis de parsimonia de endemismos.

3. Hipótesis

La riqueza de las familias Asteraceae y Orchidaceae presentes en los BMM tiene más del 25% de especies endémicas del total registrado en este trabajo.

La semejanza florística entre las provincias analizadas presenta valores bajos (por debajo del 0.5%) en todas las provincias.

El análisis de parsimonia de endemismos tiene valores de soporte de grupos mayores a 50% en las provincias analizadas (morfotectónicas, biogeográficas y florísticas).

Los géneros de afinidad neotropical tendrán un porcentaje por arriba del 50% de especies en este tipo de vegetación.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Riqueza de especies endémicas

Se construyó una base de datos con 667 registros de especies endémicas de la flora vascular que incluye helechos, gimnospermas y angiospermas presentes en los bosques mesófilos de montaña de México. Los nombres de las especies se verificaron con el nomenclátor del bosque húmedo de montaña propuesto por Villaseñor et al. (2010). Para corroborar la presencia de las especies en este tipo de vegetación, se consultó el catálogo de plantas nativas de México de Villaseñor (2016) en el cual se señalan aquellas especies con distribución endémica para México.

Los registros fueron depurados con base en los siguientes criterios: especies que no tuvieran nombre científico completo, aquellas que presentaban abreviaturas como aff., cf. o cfr., y que no contenían datos de sitio de colecta como localidad o coordenadas. Para los registros que no contaban con coordenadas se usaron los datos de ubicación de colecta para georreferenciar y así obtener las coordenadas correspondientes para cada especie.

La base de datos se elaboró con información obtenida de estudios florísticos de artículos y tesis publicados entre 2002 y 2017 llevados al cabo en sitios con registros de bosque mesófilo de montaña (Anexo 1). Así mismo, se consultaron cinco herbarios, (Herbario Nacional (MEXU), Herbario de Xalapa (XAL), Herbario del Instituto Tecnológico de Hidalgo (HERIT), Botany Collection Database California Academy of Science (CAS) y datos de la página de la Red Mexicana de Información sobre Biodiversidad (REMIB-CONABIO)), de ejemplares con fechas de colecta de 1985 a 2015.

Con esta información se construyeron tres matrices de datos: a) para 10 de 19 provincias biogeográficas, b) con 9 de 16 divisiones florísticas y c) para 19 de 32 provincias bióticas con énfasis en criterios morfotectónicos. En todos los casos se usaron datos de presencia-ausencia, en cada fila se colocaron los nombres de las provincias y en las columnas las especies endémicas registradas, llenado con 1 para la presencia y 0 para la ausencia según los registros de cada especie. Dichas matrices de datos fueron usadas

para hacer un análisis de semejanza con el coeficiente de Jaccard y Análisis de Parsimonia de endemismos.

4.1.2 Análisis de Semejanza

La obtención de datos se obtuvo de fuentes bibliográficas: tesis, artículos y bases de datos de herbarios, mencionadas en el inciso anterior. A partir de esta información se construyó una base de datos con información de cada especie seleccionada (criterios mencionados en el Capítulo 4). Además de añadir datos de familia, autores que registraron las especies y ubicación (coordenadas o localidad). Después se proyectó la ubicación geográfica de las 667 especies endémicas en mapas de las provincias (morfotectónicas, biogeográficas y florísticas) con el fin de construir las matrices de presencia-ausencia.

a) Matriz de presencia-ausencia

La elaboración de la matriz de datos de presencia-ausencia se hizo con las proyecciones mencionadas en el párrafo anterior; se construyeron tres matrices para cada una de las provincias analizadas, de la siguiente manera; en las filas se colocaron los nombres de las provincias y en las columnas el nombre de las 667 especies, llenado con 1 para la presencia y 0 para la ausencia. Para obtener una matriz de presencia-ausencia.

b) Matriz de semejanza

El coeficiente de Jaccard. Se utilizó este método que consiste en comparar muestras descritas por la presencia-ausencia; donde 0 es un valor que indica la ausencia de especies compartidas entre provincias, y 1 que existen especies compartidas entre provincias (Moreno, 2001). Este análisis se llevó a cabo con el programa NTSYS versión 2.21c (Rohlf, 2009).

Coeficiente de Jaccard

El coeficiente de Jaccard se basa en la presencia-ausencia de cada taxón; proporciona valores igual a 1 en caso de presentar máxima semejanza y valores de 0 en caso de no existir semejanza entre grupos (Magurran, 1988; Herrera, 2000).

El coeficiente de Jaccard está representado por la expresión:

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

Donde a= especies presentes en el sitio "A"; b= especies presentes en el sitio "B"; c= especies comunes entre los dos sitios "A y B".

a) Método de agrupamiento

Una vez obtenidas las matrices de semejanza, se utilizó el método de grupo de pares no ponderados con el uso de promedios aritméticos (UPGMA por sus siglas en inglés) a través del programa NTSYS versión 2.21c (Rohlf, 2009) este método consiste en calcular las distancias más cortas entre provincias y relacionar a los grupos que se forman con los más cercanos mediante un promedio, basado en la matriz de semejanza, este proceso se repite hasta que todas las provincias están agrupadas a un único grupo.

5.2 Análisis de Parsimonia de endemismos (PAE)

Es una herramienta que se usa con el propósito de obtener un cladograma de áreas basado en la distribución geográfica de taxones que habitan dichas áreas, lo que permite establecer relaciones entre las diferentes unidades geográficas (Morrone, 2013; Crisci et al., 2000).

Se construyó una matriz de presencia-ausencia, mencionada en el punto anterior, -a la cual se le añadió una fila codificada con ceros (ausencias) que representa un área hipotética que funciona como grupo externo (raíz) (Rosen, 1988). Después dicha matriz

fue analizada con el programa NONA 2.0 (Goloboff et al., 2003) a través de WinClada (Nixon, 2002), donde las filas contienen a las provincias (morfotectónicas, biogeográficas y florísticas) y las columnas a las especies, y los 0 representan ausencias y 1 representan presencia.

5.2.1 Validación de grupos

Para evaluar la validación de los grupos en el cladograma se usó el procedimiento “bootstrap” que es una técnica que hace un remuestreo a través de datos originales. Esta técnica es una forma de medir el error de muestreo, elige varias muestras de los datos y las compara, arroja un porcentaje de valores mayores a 50% como valores que permiten validar a los grupos (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

a) Curva de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies son herramientas que permiten estimar la riqueza de especies de diferentes tamaños basada en el esfuerzo de muestreo; este se puede analizar como el número de individuos colectados o el tiempo de muestreo (Magurran, 1988; Bautista-Hernández, 2013).

El análisis usó la base de datos mencionada en el capítulo cinco y mediante el programa EstimateS versión 8 (Colwell, 2006) se obtuvo la estimación de la riqueza de especies distribuidas en los bosques mesófilos de montaña, con los estimadores de riqueza “Bootstrap” y Chao 2.

b) Estimadores de riqueza

La estimación de la riqueza de especies endémicas en los bosques mesófilos de montaña se evaluó mediante dos estimadores no paramétricos: Chao 2. Este método estima el número de especies esperadas en relación entre el número de especies que sólo aparecen en una muestra (únicas) y el número de especies compartidas en dos muestras “Bootstrap”. Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie (Villareal et al., 2004).

5. RESULTADOS

5.1 Riqueza y distribución de especies endémicas

Se registró un total de 107 familias, 309 géneros y 667 especies endémicas de México con distribución en los bosques mesófilos de montaña. Las familias con mayor número de especies endémicas fueron Asteraceae (111), Orchidaceae (60) y Fabaceae (52) que en conjunto representan el 33.4% del total de especies endémicas registradas (Figura 1). Los géneros con mayor número de especies endémicas fueron *Quercus* (30), *Begonia* (20) y *Salvia* (14) (Figura 2). Las especies con mayor número de registros son *Elaphoglossum vestitum* (20), *Desmodium helleri* (18) y *Maxillaria densa*, *Maxillaria melagris* y *Quercus xalapensis* (14) cada una, en conjunto corresponde con un 11.9% de especies (Figura 3).

El grupo funcional con alto porcentaje es para las hierbas (37.2%), arbustos (24.9%) y árboles (19.4%), cabe mencionar que existe más de un hábito para los géneros (ver cuadro 1.)

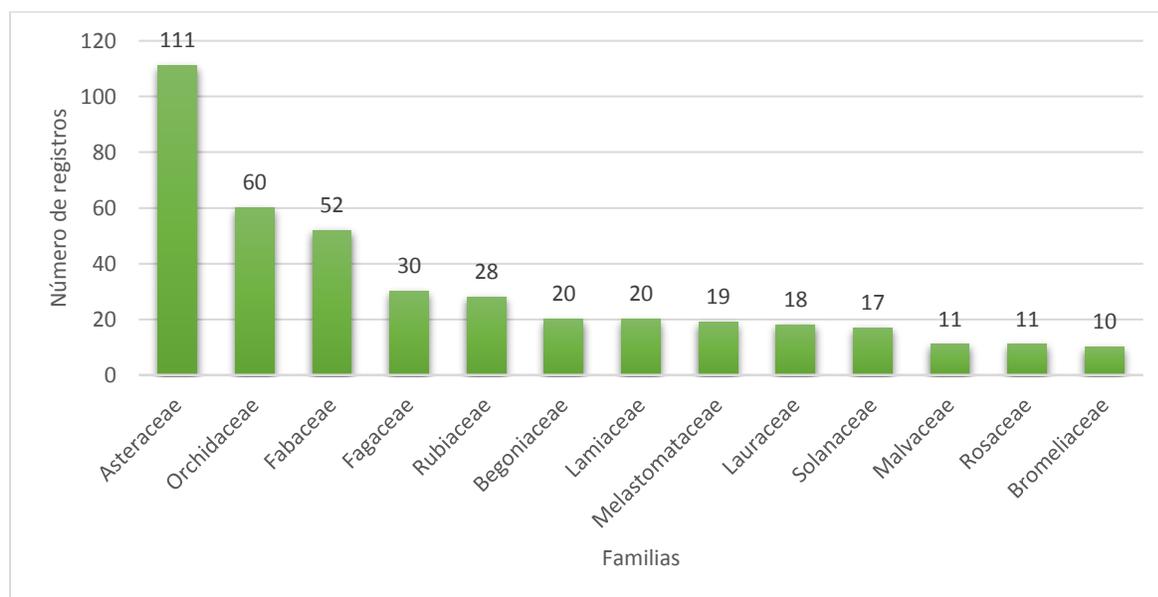


Figura 1. Familias con mayor número de especies endémicas registradas en los bosques mesófilos de montaña.

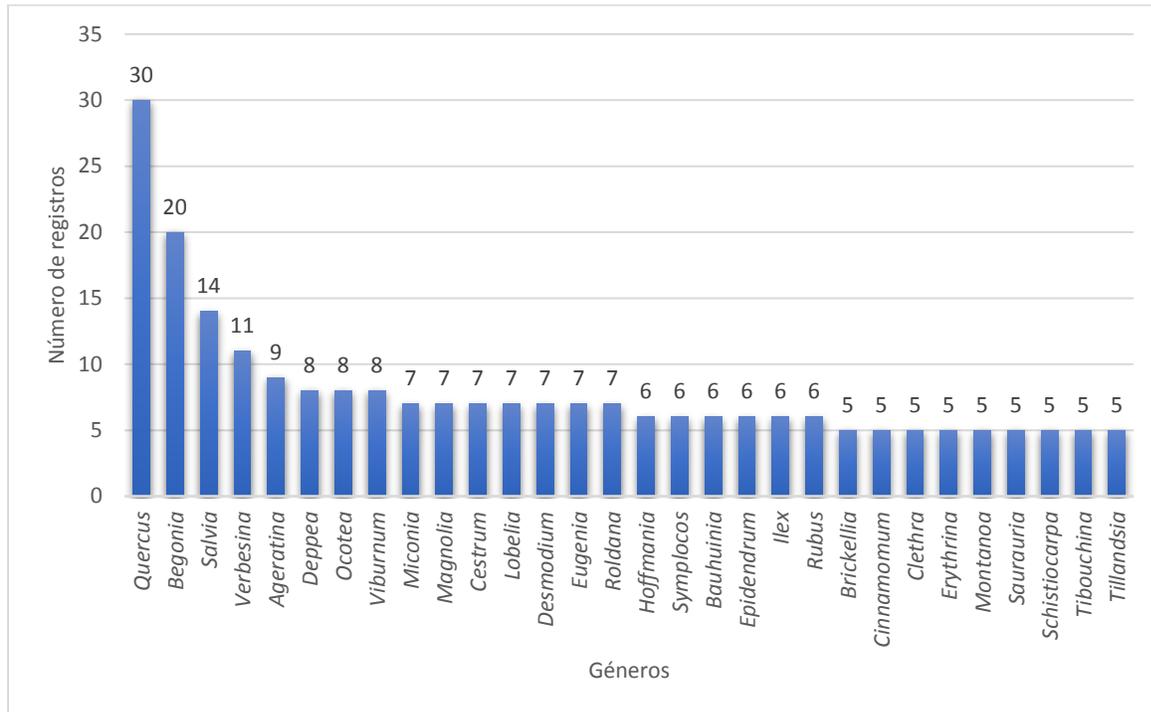


Figura 2. Géneros con mayor número de especies endémicas registradas en los bosques mesófilos de montaña.

Cuadro 1. Grupo funcional de la flora endémica registrada de los bosques mesófilos de montaña.

Grupo funcional	Número	Porcentaje
Hierbas	237	35.5
Árboles	190	28.5
Arbustos	123	18.4
Lianas	47	7.0
Epífitas	67	10.0
Parásitas	3	0.4

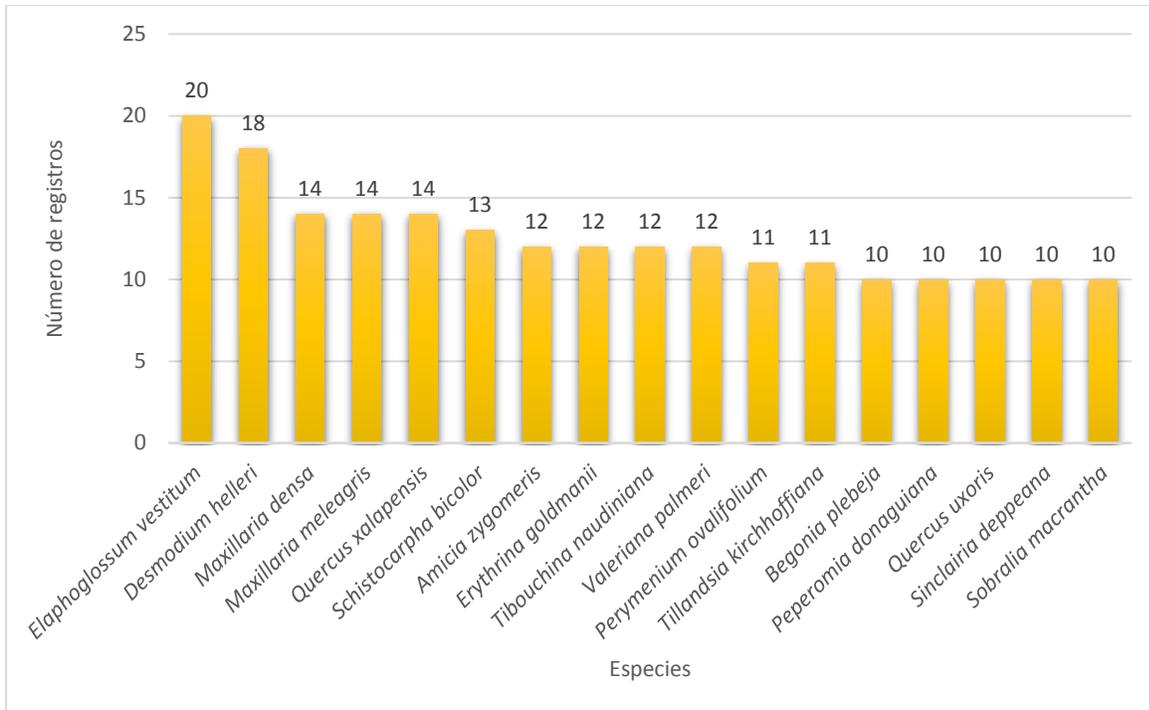


Figura 3. Especies endémicas con mayor número de registros en el bosque mesófilo de montaña.

Los datos de riqueza florística obtenidos para las provincias morfotectónicas, muestran que en la provincia Neovolcanense registró 328 especies un mayor número de especies endémicas entre los años 2012 a 2015 y la provincia Nayaritense con un solo registro en el año 2011 (Figura 4). Para las provincias biogeográficas y las provincias florísticas se muestra que los valores obtenidos son semejantes (con 309 y 312 especies endémicas, respectivamente), la provincia de la Sierra Madre Oriental es la que presenta mayor número de especies endémicas entre los años 2012 a 2014 y la Depresión del Balsas con un solo registro en el año 2011 para ambas provincias (biogeográficas y florísticas) (Figuras 5 y 6).

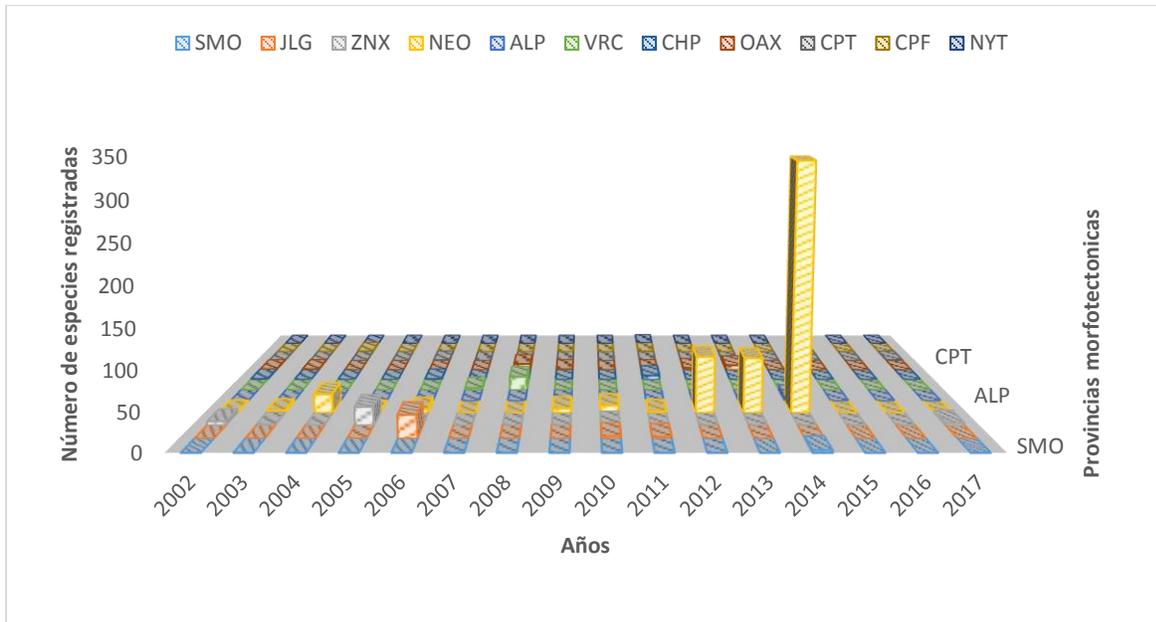


Figura 4. Número de especies registradas por año en cada una de las provincias morfotectónicas. Sierra Madre Orientalense (SMO), Jalisco-Guerrero (JLG), Zona de extensión regional neártica (ZNX), Neovolcanense (NEO), Altiplanense (ALP), Veracruzense (VRC), Chiapanense (CHP), Oaxaquense (OAX), Campechano-Petenense (CPT), Costa Pacificense (CPF), Nayaritense (NYT).

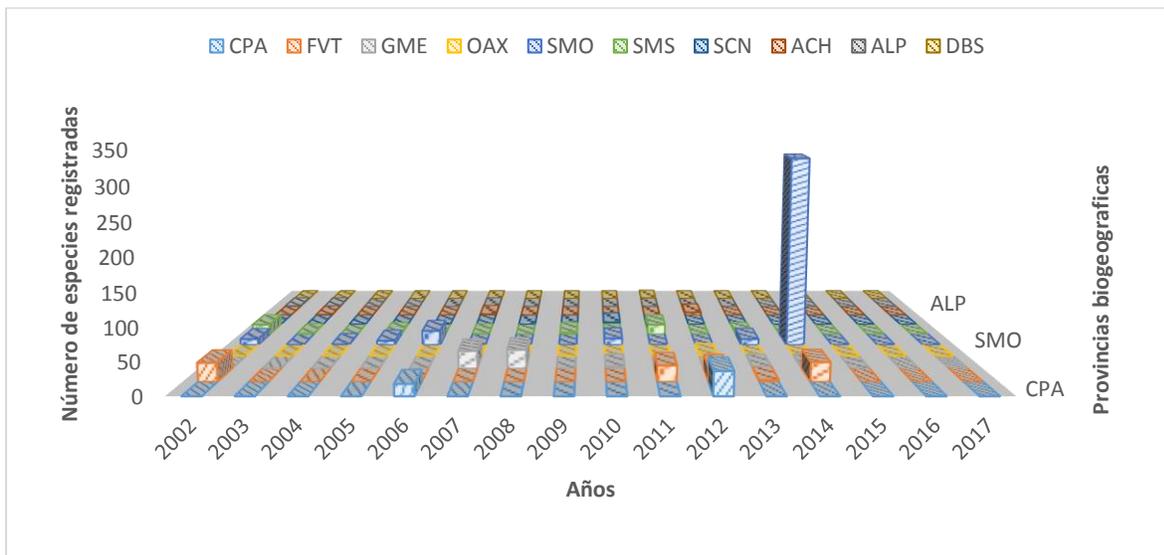


Figura 5. Número de especies registradas por año en cada una de las provincias biogeográficas. Costa Pacifico (CPA), Faja Volcánica Transmexicana (FVT), Golfo de México (GME), Oaxaca (OAX), Sierra Madre Oriental (SMO), Sierra Madre del Sur

(SMS), Soconusco (SCN), Los Altos de Chiapas (ACH), Altiplano (ALP), Depresión del Balsas (DBS).

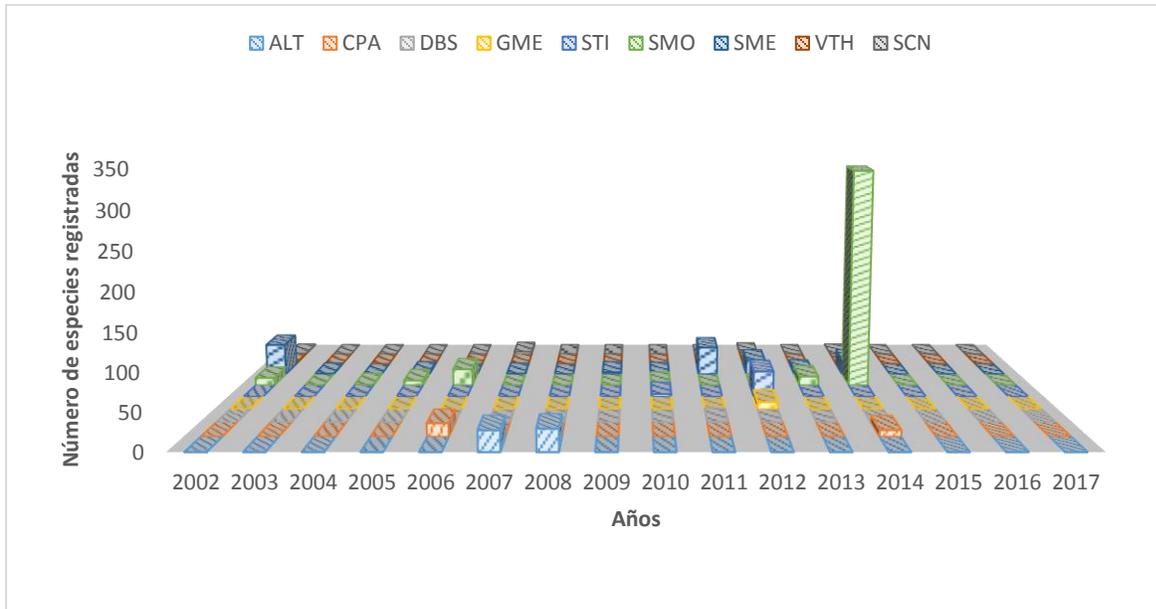


Figura 6. Número de especies registradas por año en cada una de las provincias florísticas. Altiplano (ALT), Costa Pacífico (CPA), Depresión del Balsas (DBS), Golfo de México (GME), Serranías Transísmicas (STI), Sierra Madre Oriental (SMO), Serranías meridionales (SME), Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC), Soconusco (SCN).

Las curvas de acumulación obtenidas para las tres provincias (morfoestructónicas, geográficas y florísticas) figuras 7, 8 y 9.

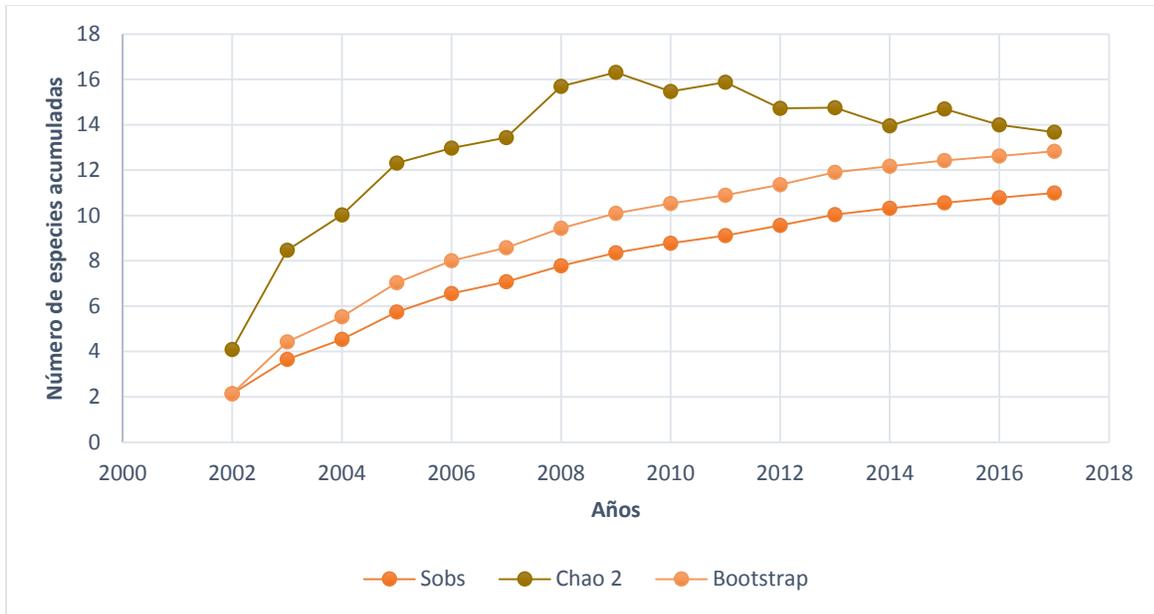


Figura 7. Curva de acumulación de especies para las provincias morfotectónicas.



Figura 8. Curva de acumulación de especies para las provincias biogeográficas de México.



Figura 9. Curva de acumulación de especies para las provincias florísticas de México.

En cada una de las curvas de acumulación de especies se puede observar que los estimadores Chao 2 y “Bootstrap” estiman un número de especies más alto comparado con las especies observadas.

5.2 Distribución de las especies endémicas

La distribución proyectada de 214 sitios (anexo II) donde existen registros de especies endémicas, indica una mayor riqueza hacia la porción que corresponde a la sierra Madre Oriental, el extremo este de la Faja Volcánica Transmexicana, Oaxaca, la Sierra Madre del Sur, Soconusco y los Altos de Chiapas (Figura 10).

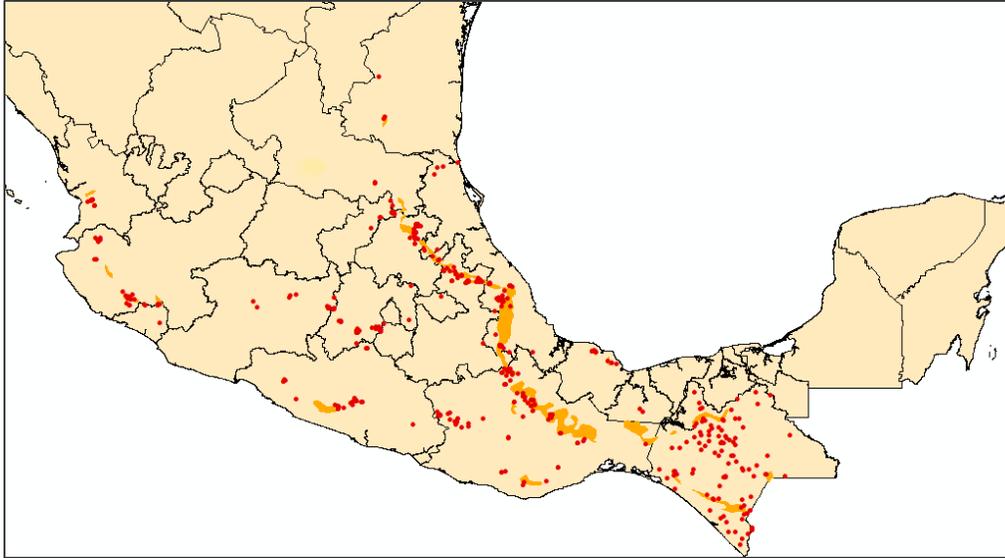


Figura 10. Mapa de la República Mexicana (INEGI, 2016) donde se muestra la distribución de las especies endémicas (puntos de color rojo). En color amarillo se muestra la distribución del Bosque mesófilo de montaña (Rzedowski y Reyna-Trujillo, 1990).

Cuadro 2. Distribución de los géneros de especies endémicas registrados en los bosques mesófilos de montaña.

Distribución florística de géneros	Número de géneros	Porcentaje
Neotropical	141	45.6
Boreal	40	12.9
Pantropical	38	12.3
América	33	10.7
México-Centroamérica	30	9.7
Amplia distribución	12	3.9
América-Asia	6	1.9
Sudamérica	5	1.6
América-África	4	1.3

6. Análisis de semejanza

6.1. Provincias morfotectónicas

El análisis de semejanza de las 667 especies de la flora endémica de los BMM para las provincias morfotectónicas demostró que las provincias Chiapanense (PMCHP) y la zona de extensión regional neártica (PMZNX) tuvieron un coeficiente de semejanza mayor en relación a 0.1909 (19%); la provincia que no comparte semejanza con más número de provincias fue la Nayaritense con respecto a las provincias Pacificense (PMPCF), Campechano-Petenense (PMCPT), Chiapanense (PMCHP), Veracruzense (PMVRC) y Altiplanense (PMALT) (cuadro 3).

Cuadro 3. Coeficiente de semejanza de Jaccard. Altiplanense (PMALP), Veracruzense (PMVCR), Sierra Madre Orientalense (PMSMO), Neovolcanense (PMNEO), Nayaritense (PMNYT), Jalisco-Guerrero (PMJLG), Oaxaquense (PMOAX), Zona de extensión regional Neártica (PMZNX), Pacificense (PMPCF), Campechano-Petenense (PMCPT), Chiapanense (PMCHP). Los valores más altos de semejanza entre provincias están en negritas.

(PM: Provincias morfotectónicas)

	PMNEO	PMSMO	PMJGB	PMZNX	PMOAX	PMNYT	PMCPT	PMCHP	PMPCF	PMVRC	PMAPN
PMNEO	1										
PMSMO	0.1345	1									
PMJGB	0.0904	0.0682	1								
PMZNX	0.0611	0.0442	0.0299	1							
PMOAX	0.0824	0.0616	0.0180	0.0660	1						
PMNYT	0.0149	0.0030	0.0000	0.0125	0.0000	1					
PMCPT	0.0075	0.0000	0.0000	0.0256	0.0476	0.0000	1				
PMCHP	0.0195	0.0133	0.0215	0.1909	0.0663	0.0069	0.0214	1			
PMPCF	0.0662	0.0029	0.0000	0.0364	0.0132	0.0000	0.0000	0.0694	1		
PMVRC	0.0195	0.0383	0.0118	0.0110	0.1558	0.0000	0.0263	0.0122	0.0000	1	
PMAPN	0.0464	0.0633	0.0235	0.0337	0.0843	0.0000	0.0000	0.0121	0.0000	0.0500	1

La Figura 11 muestra el agrupamiento de las provincias morfotectónicas derivado del análisis de semejanza, el cual reveló dos grupos principales a un nivel de semejanza de 0.025 y las provincias PMCPT y PMNYT como elementos florísticos distintos. El primer

grupo (1) está constituido por dos subgrupos, el primero (1.1) formado por las provincias Neovolcanense (PMNEO) y Sierra Madre Orientalense (PMSMO) y cercana a estas se ubica, Jalisco-Guerrero (PMJGB). El segundo (1.2) incluye—las provincias Oaxaqueña (PMOAX) y Veracruzense (PMVRC) y, a un menor valor de semejanza se une la provincia Altiplanense (PMAPN). El grupo dos (2) lo integran las provincias de la zona de extensión regional neártica (PMZNX) y la provincia Chiapanense (PMCHP) que muestran una mayor semejanza, junto a ellas, se ubica la provincia Pacificense aunque a menor nivel de semejanza. Las provincias I y II comprenden a las provincias Campechano-Petenense y Nayaritense; estas no se agruparon con otras provincias. En la Figura 12 se muestra la distribución de las provincias morfotectónicas que contienen BMM, en las cuales se ha registrado especies endémicas.

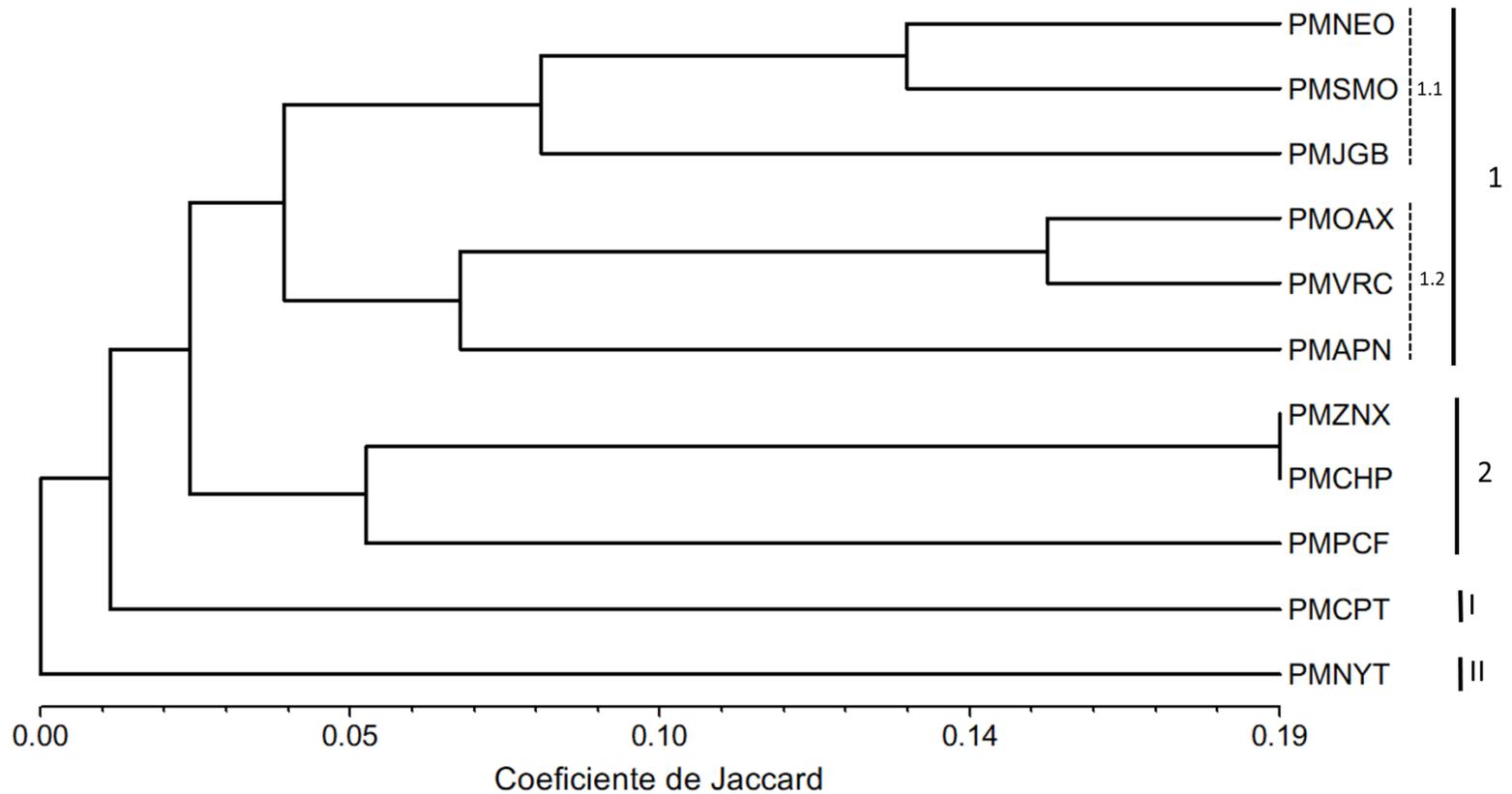


Figura 11. Dendrograma que muestra la semejanza florística entre provincias morfotectónicas con base en el coeficiente de Jaccard y el método de agrupamiento UPGMA. Altiplanense (PMAPN) Veracruzense (PMVRC), Sierra Madre Orientalense (PMSMO), Neovolcanense (PMNEO), Nayaritense (PMNYT), Jalisco-Guerrerense (PMJGB), Oaxaqueño (PMOAX), Zona de extensión regional Neártica (PMZNX), Pacíficense (PMPCF), Campechano-Petenense (PMCPT), Chiapanense (PMCHP).

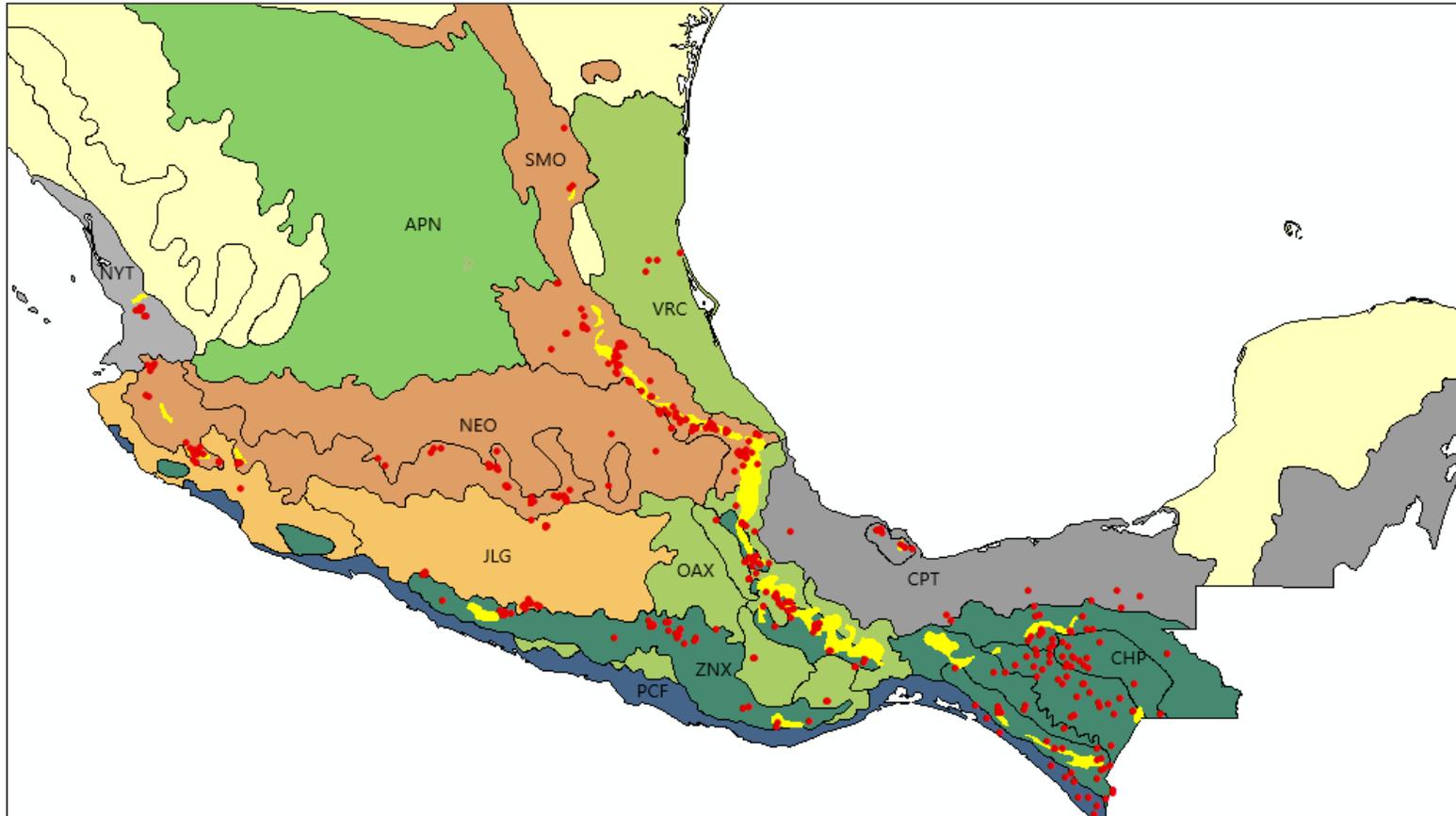


Figura 10. Mapa de las provincias morfotectónicas (Ferrusquía-Villafranca, 1990) donde se distribuyen las especies endémicas (puntos rojos) de México presentes en los bosques mesófilos de montaña (color amarillo). Altiplanense (APN), Veracruzense (VRC), Sierra Madre Orientalense (SMO), Neovolcanense (NEO), Nayaritense (NYT), Jalisqueno-Guerrerense (JLG), Oaxaquense (OAX), Zona de extensión regional Neártica (ZNX), Pacíficense (PCF), Campechano-Petenense (CPT), Chiapanense (CHP).

6.1.2 Provincias biogeográficas

El análisis de semejanza para las provincias biogeográficas mostró que las provincias con un coeficiente de semejanza mayor lo obtuvieron la Costa Pacifico (CPA) y la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) con un valor de 0.22, las provincias con valores más bajos fueron la provincia de Depresión del Balsas con el Golfo de México, Oaxaca y el Altiplano Sur con valores de 0; el Altiplano con la Faja Volcánica Transmexicana (cuadro 4).

Cuadro 4. Coeficiente de semejanza de Jaccard. Depresión del Balsas (PBDBS), Faja Volcánica Transmexicana (PBFVT), Golfo de México (PBGME), Costa Pacifico (PBCPA), Sierra Madre del Sur (PBSMS), Soconusco (PBSCN), Oaxaca (PBOAX), Los Altos de Chiapas (PBACH), Sierra Madre Orientalense (PBSMO), Altiplano Sur (PBALS). Los valores más altos de semejanza entre provincias están en negritas.

(PB: Provincias biogeográficas)

	PBDBS	PBFVT	PBSMO	PBGME	PBCPA	PBSMS	PBSCN	PBOAX	PBACH	PBALS
PBDBS	1									
PBFVT	0.0583	1								
PBSMO	0.0160	0.0823	1							
PBGME	0.0000	0.0298	0.0852	1						
PBCPA	0.0170	0.2200	0.1438	0.1462	1					
PBSMS	0.0089	0.0471	0.0973	0.0727	0.1071	1				
PBSCN	0.0125	0.0139	0.0244	0.0985	0.0964	0.0274	1			
PBOAX	0.0000	0.0152	0.0739	0.0992	0.0794	0.0615	0.0392	1		
PBACH	0.0078	0.0104	0.0219	0.1557	0.1000	0.0154	0.1608	0.0267	1	
PBALS	0.0000	0.0000	0.0028	0.0116	0.0000	0.0110	0.0000	0.0000	0.0000	1

El análisis de semejanza con el coeficiente de Jaccard mostró que las 10 provincias biogeográficas en las que se encuentra BMM formaron dos grupos a nivel de semejanza de 0.05 el primer grupo (1) está formado por las provincias Faja Volcánica Transmexicana y la Costa Pacifico (1.1) que presentan el valor de semejanza más alto con 22%; junto a estas se encuentra la Sierra Madre Oriental con un nivel de semejanza de 10%, las provincias de la Sierra Madre del Sur y

Oaxaca se encuentran por arriba del nivel de semejanza del 6%; el grupo dos (2) está formado provincia del Golfo de México, las provincias del Soconusco y Los Altos de Chiapas; las provincias I (Depresión del Balsas) y II (Altiplano Sur) no formaron grupos, además presentaron valores muy bajos de semejanza entre 0 y 0.01 (Figuras 13 y 14).

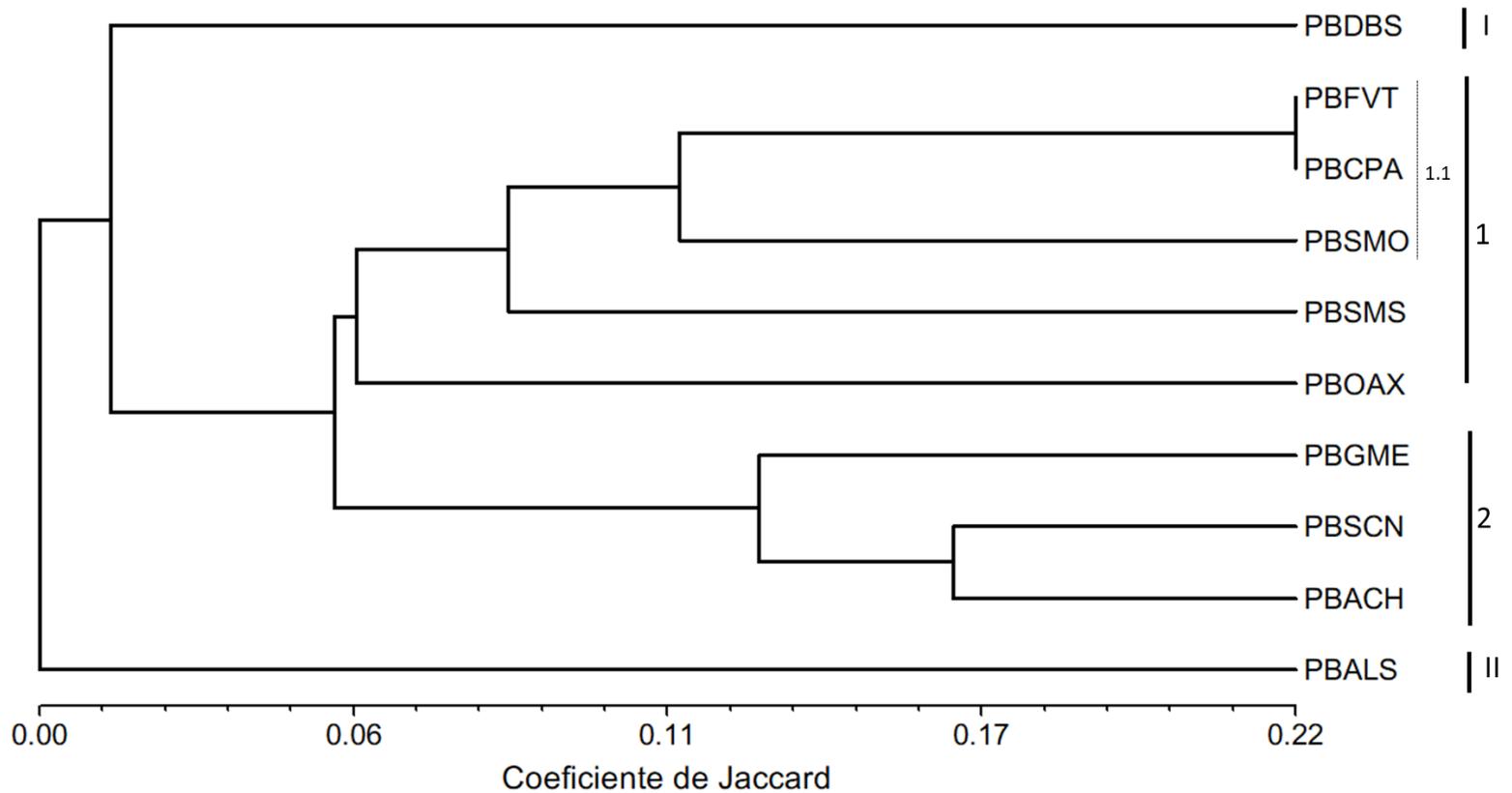


Figura 13. Dendrograma que muestra la semejanza florística entre provincias biogeográficas, derivado del uso del coeficiente de Jaccard y el método de agrupación UPGMA. Depresión del Balsas (PBDBS), Faja Volcánica Transmexicana (PBFVT), Golfo de México (PBGME), Costa Pacifico (PBCPA), Sierra Madre del Sur (PBSMS), Soconusco (PBSCN), Oaxaca (PBOAX), Los Altos de Chiapas (PBACH), Altiplano Sur (PBALS), Sierra Madre Oriental (PBSMO).

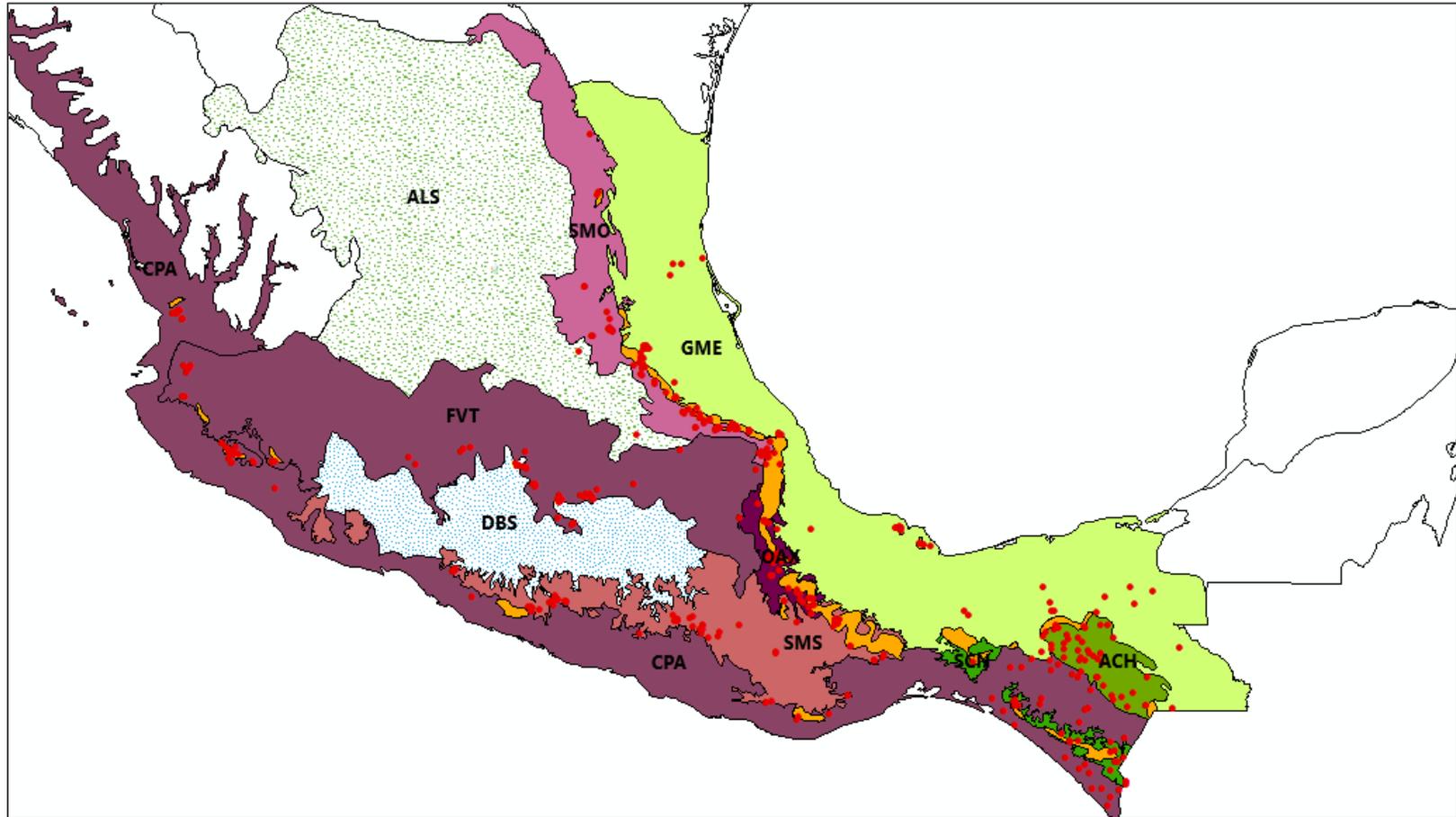


Figura 11. Mapa de las provincias biogeográficas (CONABIO, 1997) donde se distribuyen las especies endémicas (puntos rojos) de México presentes en los bosques mesófilos de montaña (color amarillo). Depresión del Balsas (DBS), Faja Volcánica Transmexicana (FVT), Golfo de México (GME), Costa Pacífico (CPA), Sierra Madre del Sur (SMS), Soconusco (SCN), Oaxaca (OAX), Los Altos de Chiapas (ACH), Altiplano Sur (ALTS), Sierra Madre Oriental (SMO).

6.1.3 Provincias florísticas

El análisis de semejanza para las provincias florísticas mostró que las provincias con una mayor semejanza fueron la Costa Pacifico (DFCPA) y Serranías Transísmicas (DFSTI) con un valor de 0.19 (19%); la provincia con valores más bajos de semejanza fue la provincia de Depresión del Balsas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Coeficiente de semejanza de Jaccard. Serranías Meridionales (DFSME), Depresión del Balsas (DFDBS), Sierra Madre Oriental (DFSMO), Serranías Transísmicas (DFSTI), Valle de Tehuacán-Cuicatlán (DFVTC), Costa del Golfo de México (DFCGM), Costa Pacifico (DFCPA), Altiplano (DFALT), Soconusco (DFSCN). Los valores más altos de semejanza entre provincias están en negritas.

(DF: Divisiones florísticas)

	DFSME	DFDBS	DFSMO	DFSTI	DFVTC	DFCGM	DFCPA	DFALT	DFSCN
DFSME	1								
DFDBS	0.0552	1							
DFSMO	0.0981	0.0108	1						
DFSTI	0.0400	0.0154	0.0820	1					
DFVTC	0.0481	0.0000	0.0668	0.0230	1				
DFCGM	0.0481	0.0000	0.0578	0.0893	0.0851	1			
DFCPA	0.1585	0.0357	0.1509	0.1916	0.0305	0.1235	1		
DFALT	0.0220	0.0000	0.0571	0.0047	0.1111	0.1358	0.0325	1	
DFSCN	0.0311	0.0172	0.0334	0.1307	0.0506	0.0833	0.1242	0.0282	1

El análisis de semejanza para las divisiones florísticas consistió en considerar 9 provincias de las 16, seleccionar solo aquellas donde se registraron sitios con bosque mesófilo de montaña. En este análisis se formaron dos grupos principales, el grupo 1 está formado dos subgrupos el primero (1.1) está formado por las provincias Serranías Meridionales (SME) y la Sierra Madre Oriental (SMO), mientras que el subgrupo (1.2) por Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC) y el Altiplano (ALP), y con ellos se une la Depresión del Balsas (DBS) aunque a un nivel de semejanza muy bajo; el grupo 2 está formado por las Serranías Transísmicas y la

Costa Pacifico (2.1) como las más semejantes y la provincia del Golfo de México cerca a éstas; la provincia del Soconusco presenta un menor nivel de semejanza con este grupo (Figuras 15 y 16).

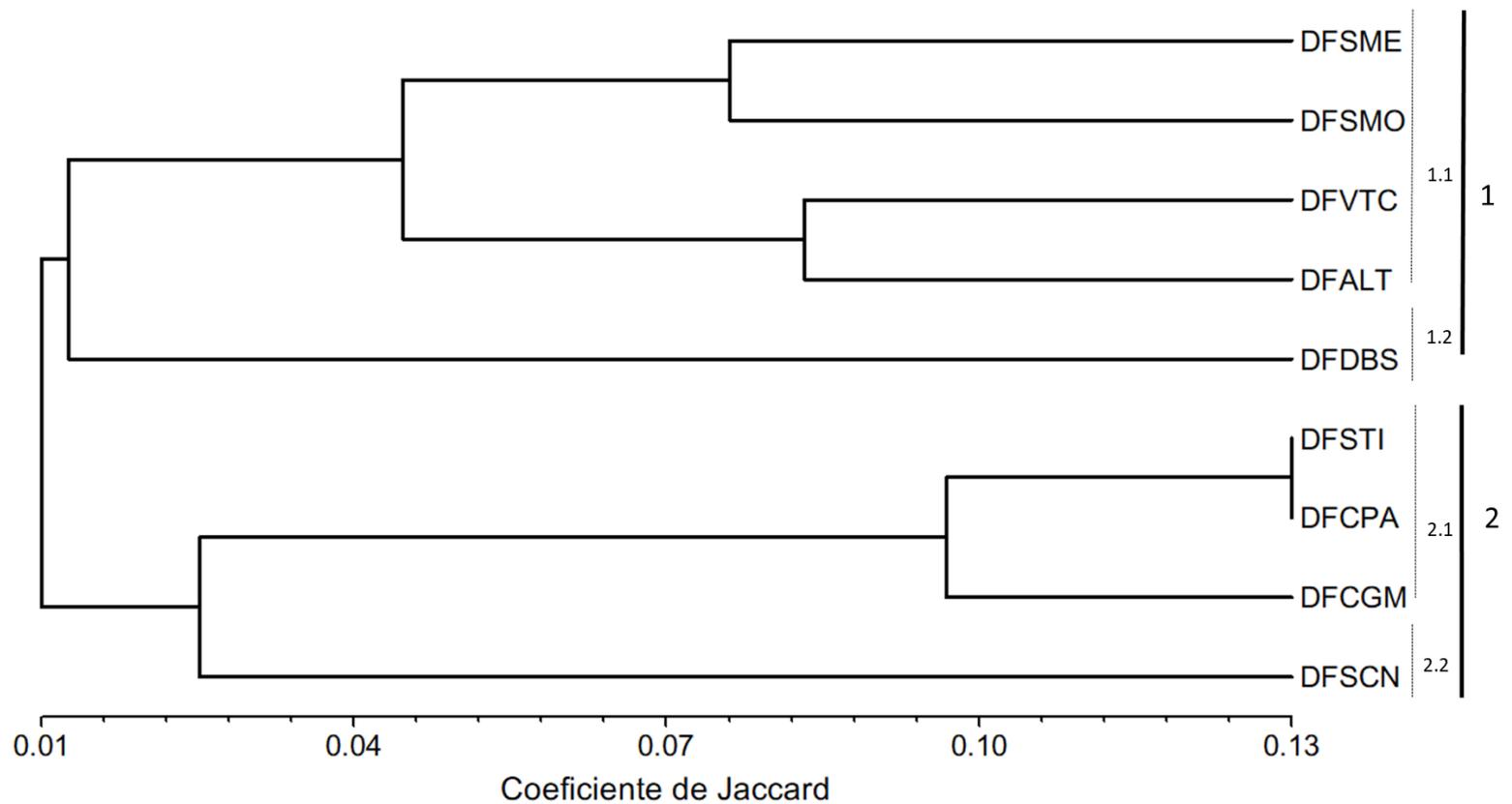


Figura 12. Dendrograma que muestra la semejanza entre divisiones florísticas, derivado del uso del coeficiente de Jaccard y el método de agrupación UPGMA. Serranías Meridionales (DFSME), Depresión del Balsas (DFDBS), Sierra Madre Oriental (DFSMO), Serranías Transísmicas (DFSTI), Valle de Tehuacán-Cuicatlán (DFVTC), Costa del Golfo de México (DFCGM), Costa Pacifico (DFCPA), Altiplano (DFALT), Soconusco (DFSCN).

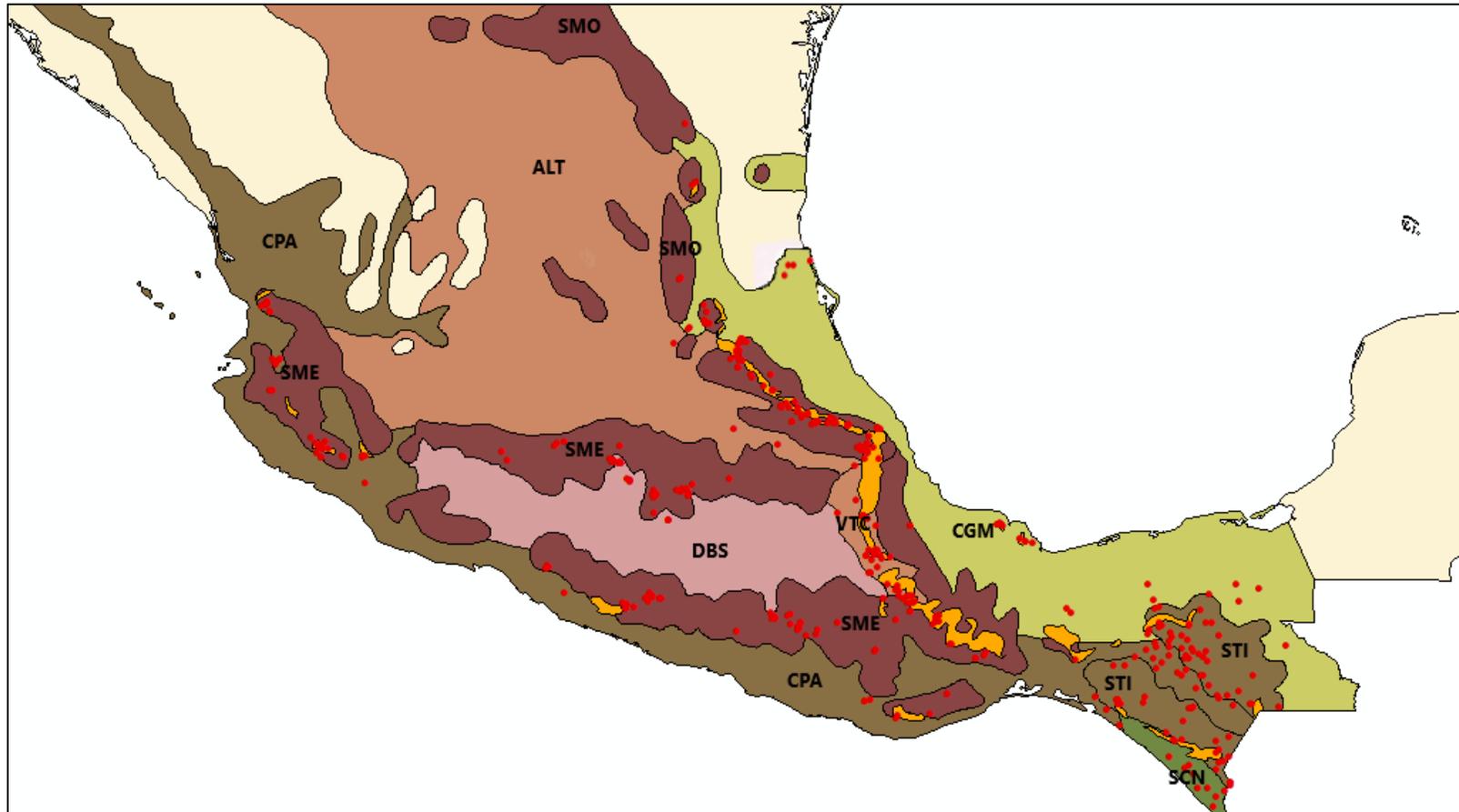


Figura 13. Mapa de las divisiones florísticas (Rzedowski y Reyna-Trujillo, 1990) donde se distribuyen especies endémicas (puntos rojos) de México presentes en los bosques mesófilos de montaña (color amarillo). Serranías Meridionales (SME), Depresión del Balsas (DBS), Sierra Madre Oriental (SMO), Sierranías Transísmicas (STI), Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC), Costa del Golfo de México (CGM), Costa Pacífico (CPA), Altiplano (ALT), Soconusco (SCN).

6.2 Análisis de Parsimonia de Endemismos

El análisis de parsimonia de endemismos incluyó una matriz de presencia ausencia (1-0) donde las filas corresponden a las 667 especies endémicas y las columnas a las provincias morfotectónicas, biogeográficas y florísticas; cabe mencionar que cada provincia se analizó por separado y así obtener como resultado tres cladogramas y tres mapas.

6.2.1 Provincias morfotectónicas

El análisis incluyó 11 de las 32 provincias morfotectónicas, ya que solo se consideraron aquellas donde se identificaron sitios con registro de bosque mesófilo de montaña. El análisis de parsimonia de endemismos mostró la formación de siete árboles y uno de consenso estricto con dos provincias colapsadas (Nayaritense y Campechano-Petenense) y la formación de tres grupos el primero (1) que incluye a las provincias de Oaxaquense y Veracruzense; el segundo (2) grupo incluye a la provincia Pacificense, la zona de extensión regional neártica (ZNX) y la Chiapanense y el tercer (3) grupo formado por la provincias Altiplanense, Jalisco-Guerrero, Neovolcanense y la Sierra Madre Orientalense (Figuras 17 y 18). El árbol de consenso estricto se obtuvo con una longitud de 815, un índice de consistencia de 81% y un índice de retención de 46%.

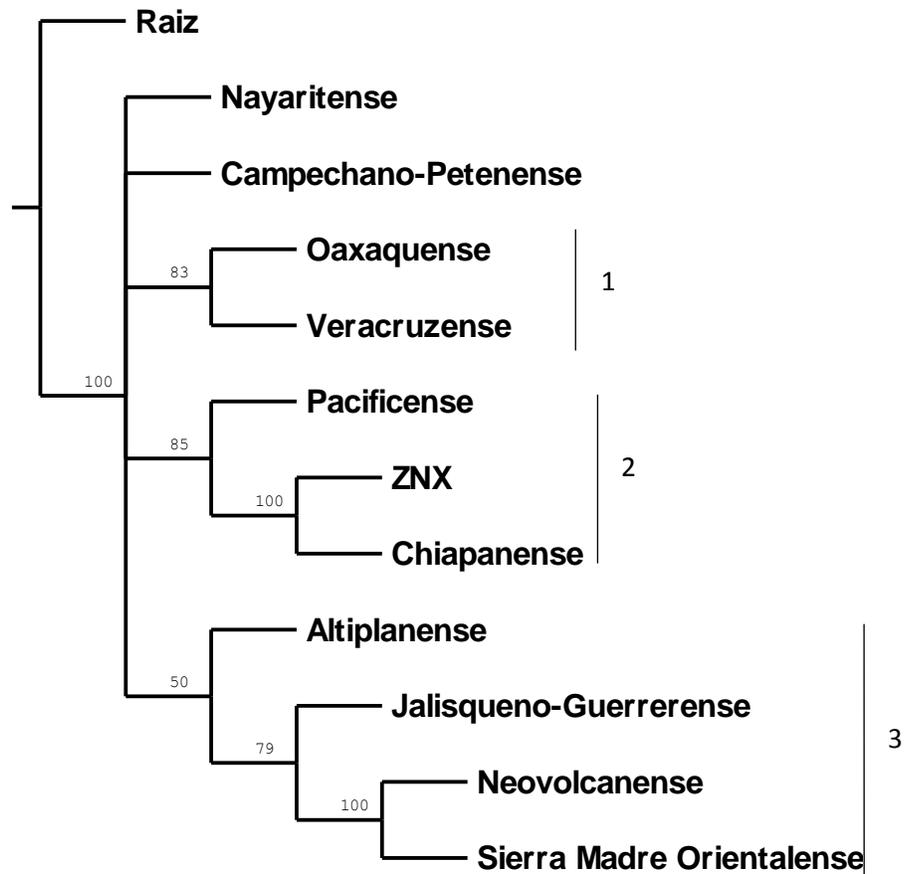


Figura 14. Cladograma de consenso estricto de las provincias morfotectónicas, los números de las ramas indican el porcentaje de “bootstrap”. Los números 1, 2 y 3 muestran las agrupaciones de provincias.

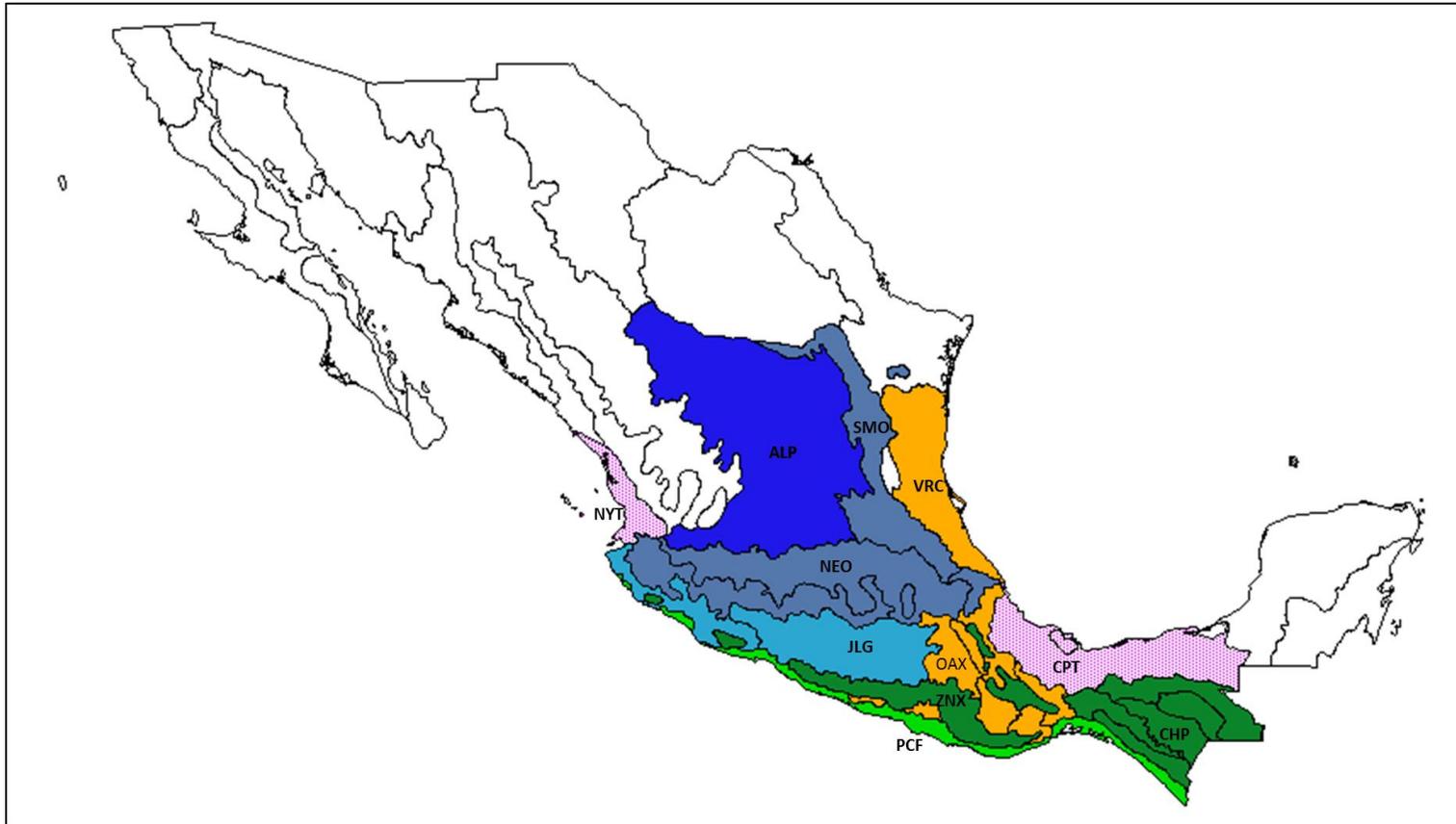


Figura 15. Mapa de las provincias morfotectónicas (Ferrusquía-Villafranca, 1990) donde se representan los resultados obtenidos en el cladograma. Altiplanense (ALP), Veracruzense (VRC), Sierra Madre Orientalense (SMO), Neovolcanense (NEO), Jalisco-Guerreroense (JLG), Oaxaquense (OAX), Zona de extensión regional Neártica (ZNX), Pacíficense (PCF), Chiapanense (CHP). Las provincias Nayaritense (NYT) y Campechano-Petenense (CPT) se muestran colapsadas en el cladograma.

6.2.2 Provincias biogeográficas

El análisis incluyó 10 de las 16 provincias biogeográficas, ya que solo se usaron aquellas donde se registraron sitios de bosque mesófilo de montaña. El análisis de parsimonia de endemismos mostró un solo árbol con cuatro provincias colapsadas y la agrupación de dos conjuntos de provincias el primero (1) que incluye a las provincias Faja Volcánica Transmexicana, Sierra Madre Oriental y Costa Pacifico; el segundo (2) conjunto integrado por la provincia Golfo de México, Soconusco y Los Altos de Chiapas (Figuras 19 y 20). El análisis arrojó un solo árbol con una longitud de 889, un índice de consistencia de 75% y un índice de retención de 35%.

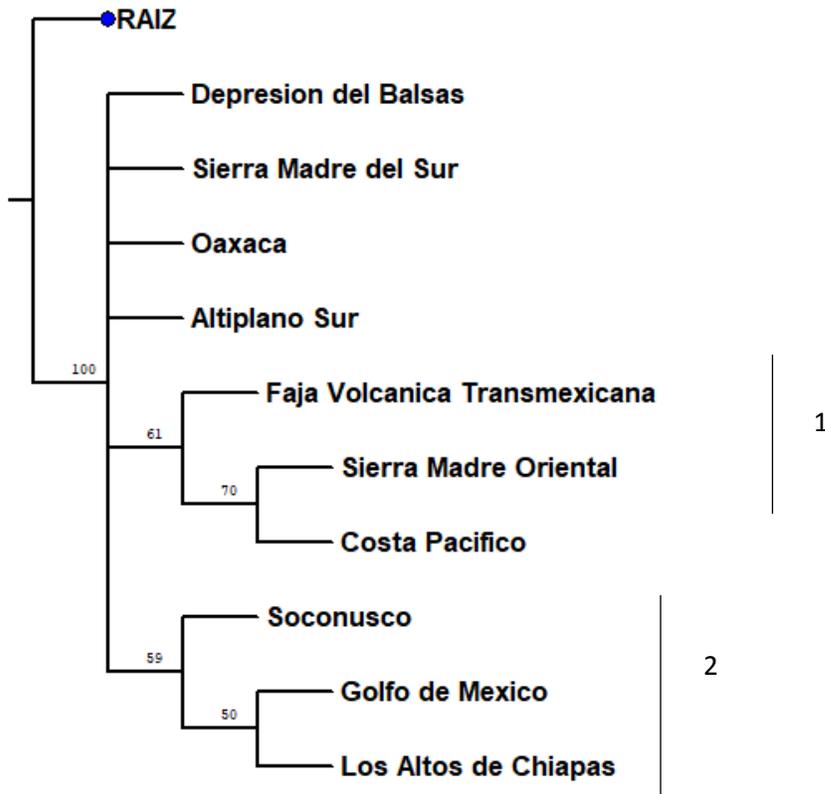


Figura 19. Cladograma de las provincias biogeográficas, los números de las ramas corresponde al porcentaje de “bootstrap”. Los números 1 y 2 muestran las agrupaciones de provincias.

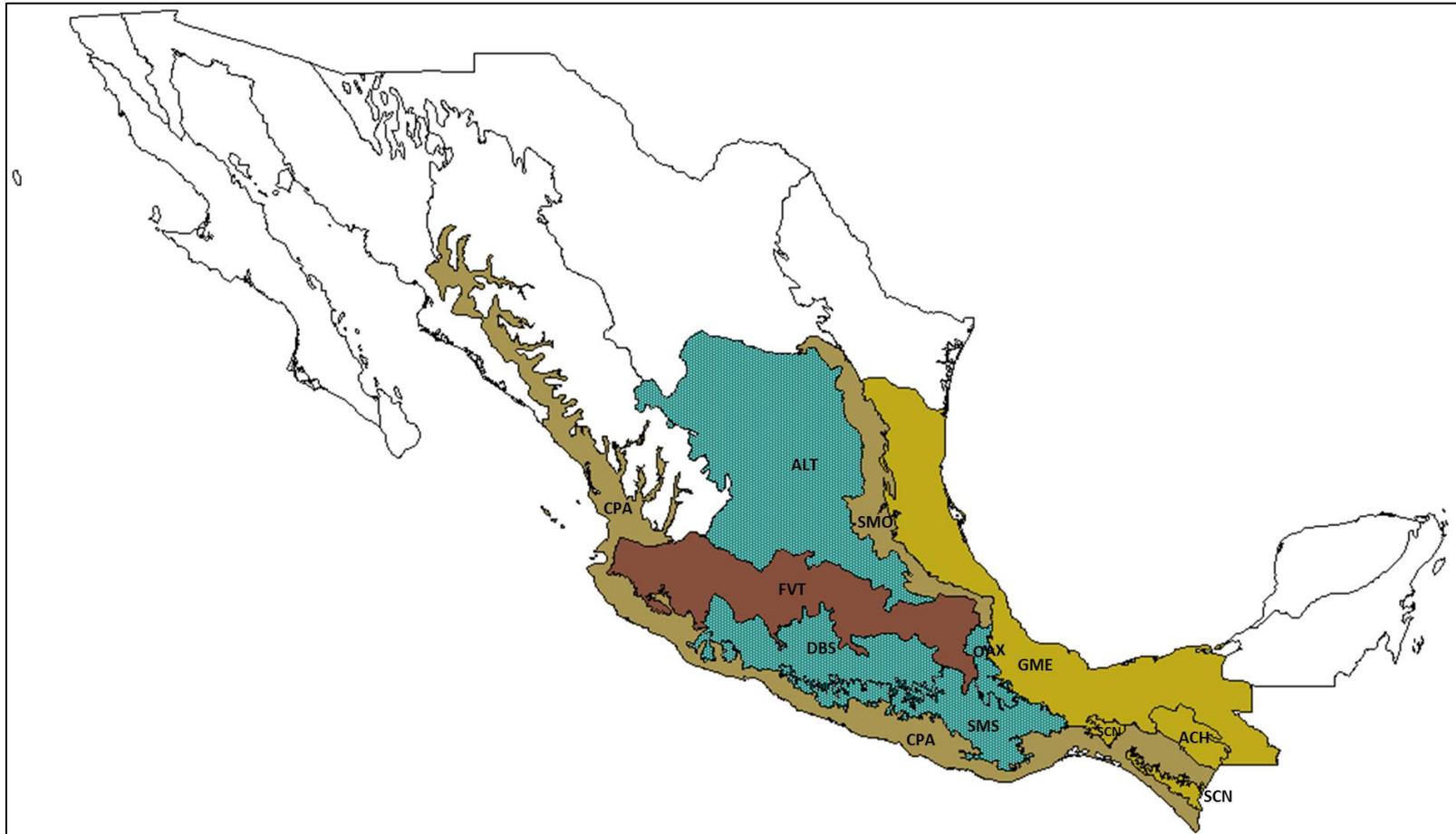


Figura 16. Mapa de las provincias biogeográficas (CONABIO, 1997) donde se representan los resultados obtenidos en el cladograma. Faja Volcánica Transmexicana (FVT), Golfo de México (GME), Costa Pacífico (CPA), Soconusco (SCN), Los Altos de Chiapas (ACH), Las provincias Altiplano Sur (ALS), Depresión del Balsas (DBS), Sierra Madre del Sur (SMS) y Oaxaca (OAX) se colapsaron en el cladograma.

6.2.3 Provincias florísticas

El análisis usó 9 de las 16 divisiones florísticas, ya que solo se consideraron aquellas con registro de bosque mesófilo de montaña. El análisis de parsimonia de endemismos mostró la agrupación de un solo árbol, dividido en dos grupos; el primero que incluye a las provincias del Soconusco, Costa del Golfo de México y Serranías Transísmicas. El segundo grupo formado por la provincia del Altiplano, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Serranías Meridionales y la Sierra Madre Oriental (Figura 21 y 22). El análisis generó un árbol con una longitud de 909, un índice de consistencia de 73% y un índice de retención del 30%.

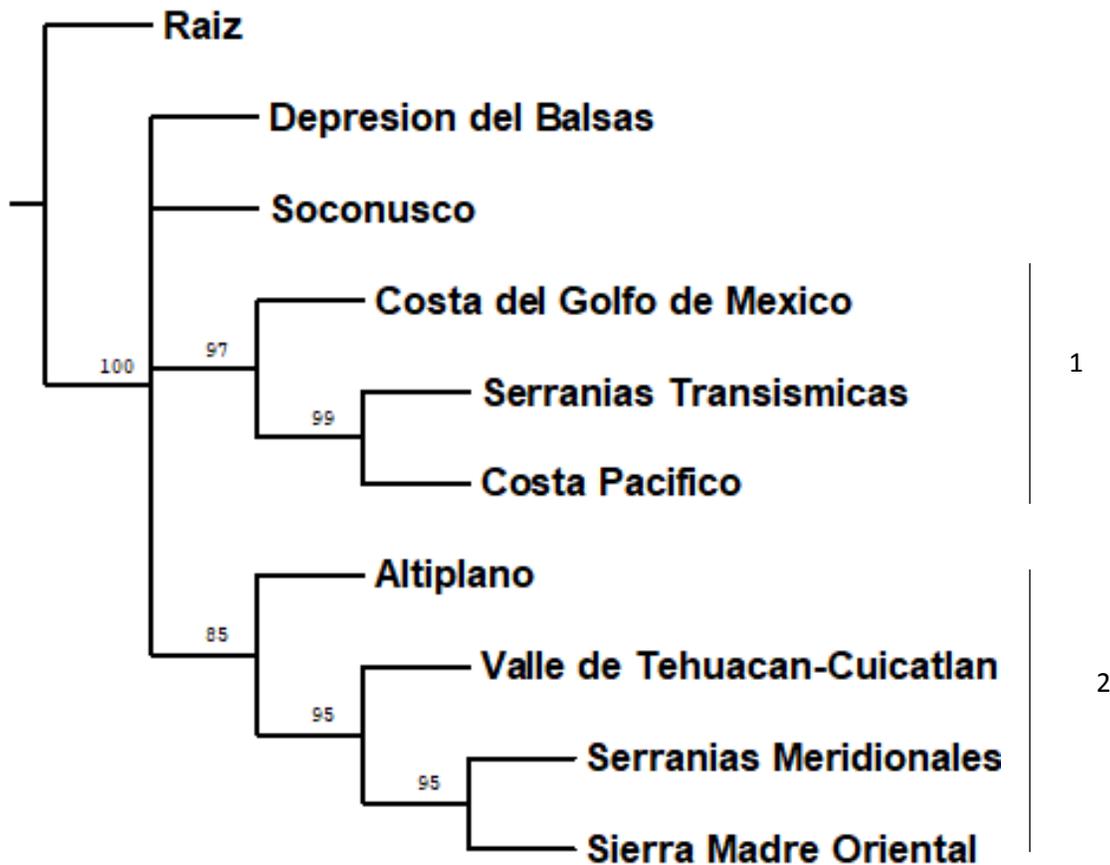


Figura 17. Cladograma de las provincias florísticas, los números de las ramas muestran el porcentaje de “bootstrap”. Los números 1 y 2 muestran las agrupaciones de provincias.

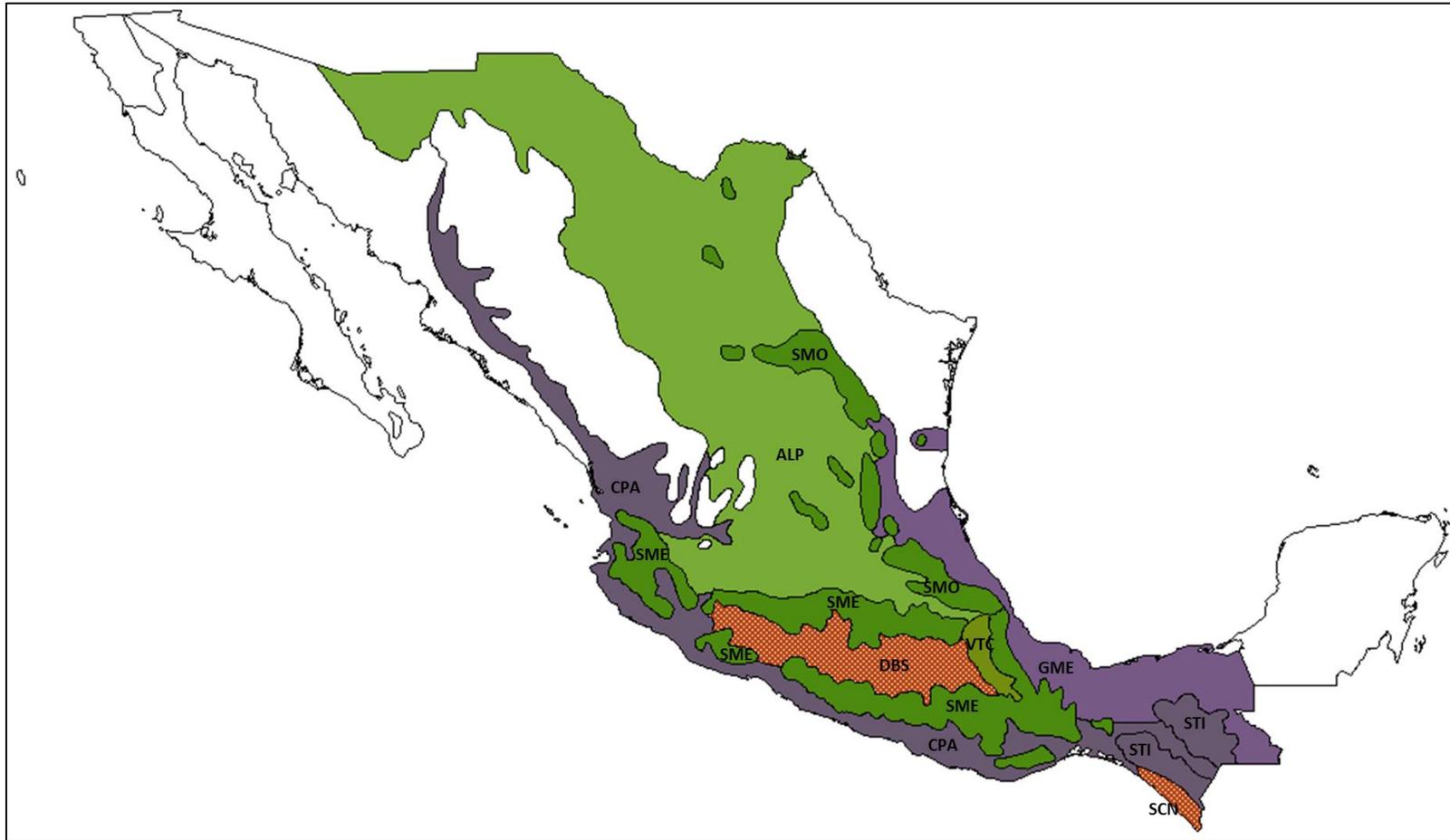


Figura 18. Mapa de las provincias florísticas (Rzedowski y Reyna-Trujillo, 1990) donde se representan los resultados obtenidos en el cladograma. Provincia Altiplano (ALP), Sierra Madre Oriental (SMO), Serranías Meridionales (SME), Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC), Costa del Gofo de México (GME), Costa Pacifico (CPA) y Serranías Transísmicas (STI). Las provincias Soconusco (SCN) y Depresión del Balsas (DBS) se muestran colapsadas en el cladograma.

7. DISCUSIÓN

7.1 *Riqueza de especies endémicas*

La estimación de la riqueza de especies endémicas en los tres grupos de provincias analizadas (morfotectónicas, biogeográficas y florísticas), la Sierra Madre Oriental y Faja Volcánica Transversal, son las que presentan valores más altos de riqueza. Además coincide con algunos estudios efectuados en este tipo de vegetación.

El estudio considera 667 especies endémicas de plantas vasculares, gimnospermas y pteridofitas con distribución en los bosques mesófilos de montaña de México. Ulloa *et al.* (2017) refieren a las familias Orchidaceae, Asteraceae y Fabaceae como las más abundantes para México; en este trabajo se obtuvieron las mismas familias consideradas con mayor riqueza de especies para los bosques mesófilos de montaña de México: Asteraceae con 111 especies, Orchidaceae con 60 y Fabaceae con 52 especies endémicas. Villaseñor y Gual-Díaz (2014) mencionan que 22 familias de Magnoliophytas contribuyen con un 47% de especies registradas en los BMM; las familias más representativas son Asteraceae (538), Fabaceae (241), Rubiaceae (227), Solanaceae (173) y Lamiaceae (136). Rzedowski, (1996) mencionó 10 familias con mayor número de especies que habitan con preferencia en estos bosques, entre ellas: Begoniaceae (21), Fagaceae (51), Clethraceae (14) Dioscoreaceae (14) y Araliaceae (11). Con la curva de acumulación de especies de las provincias florísticas se sugiere que aún hace falta registrar especies endémicas para este tipo de vegetación.

En este trabajo se consignaron 309 géneros (46.3%), los más representativos con mayor número de especies son *Quercus* con 30 especies endémicas le siguen *Begonia* y *Salvia* con 20 y 14 especies endémicas, que representan el 9% de los registrado en este trabajo. Cabe mencionar que el porcentaje obtenido en este trabajo para los géneros es alto ya que el número de especies es limitado, si se compara con las cifras señaladas por Rzedowski (1991, 1996) quien mencionó que 2500 especies son exclusivas de los bosques mesófilos de montaña y Villaseñor (2010) menciona que la riqueza de la flora endémica de los boques mesófilos de

montaña es de 2 361 especies. Tejero-Díez et al., (2014) no mencionan especies endémicas en su estudio sobre helechos, sin embargo, en este trabajo se registraron 12 especies endémicas de helechos de las familias Blechnaceae (2), Clethraceae (6), Dicksoniaceae (1), Dryopteridaceae (2) y Marattiaceae (1) con presencia en la Sierra Madre Oriental y Faja Volcánica Transmexicana. Alcántara y Luna (2001) registraron tres especies endémicas *Carya palmeri*, *Magnolia schiedeana* y *Tibouchina gaelotiana*, mismas que son reportadas en este trabajo; Valencia-A y Gual-Díaz, (2014) registraron 15 especies endémicas del género *Quercus* con distribución en los bosques mesófilos de montaña de la Sierra Madre Oriental, en este estudio se encontraron 30 especies del género con principal distribución en la Sierra Madre Oriental y la Costa Pacifico.

Las familias mejor representadas en los bosques mesófilos de montaña son Asteraceae, Fabaceae y Orchidaceae. Las curvas de acumulación de especies muestran que aún existen especies nuevas que podrían ser registradas en alguna de las provincias.

Rzedowski (1996) mencionó la distribución del bosque mesófilo con una ocupación de menos del 1% del territorio mexicano. En este trabajo se obtuvo una distribución similar (anexo III) al obtenido por Cruz-Cárdenas et al. (2012). Estos autores hacen una proyección de la distribución del BMM basándose en variables climáticas y 78 especies exclusivas al bosque mesófilo de montaña, obteniendo una distribución del 7% del territorio mexicano.

7.2 Semejanza florística

La semejanza florística entre las provincias analizadas cuyos valores se estiman bajos (por debajo del 50%) en todas las provincias es aceptada, ya que las provincias analizadas presentaron los valores más altos de 19% para las provincias morfotectónicas (entre la zona de extensión regional neártica y Chiapanense), 22% para las biogeográficas (entre la Faja Volcánica Transmexicana y la Costa Pacifico) y 19% para las florísticas (entre las Serranías Transísmicas y la Costa Pacifico).

El análisis de semejanza de la flora endémica de los bosques mesófilos de montaña concuerda con algunos resultados obtenidos en otros estudios. Tejero-Díez et al.,

(2014) Luna y Alcántara (2001) y Ruiz-Jiménez *et al.* (2012) encontraron agrupaciones semejantes en las regiones correspondientes con la Sierra Madre Oriental y Occidental, Sierra Madre del Sur y la Faja Volcánica Transmexicana, aunque no mencionan registros de especies endémicas, pero si mencionan valores de semejanza mayores a 50%. Valencia-A. y Gual-Díaz (2014) en su trabajo sobre la familia Fagaceae obtuvieron valores de semejanza altos que van del 29 al 59%. en los BMM de México, además refieren un dendrograma donde se agrupan las provincias de la Sierra Madre Oriental, Faja Volcánica Transmexicana y Oaxaca, además registraron 15 especies endémicas del género *Quercus* con distribución en dichas provincias. Villaseñor y Gual-Díaz (2014) registraron áreas con mayor riqueza de endemismos en las provincias que corresponden a la Sierra Madre del Sur, el Pacífico, Faja Volcánica Transmexicana y con menor riqueza a las provincias de Chiapas y el sur de Veracruz.

Los valores de semejanza de flora endémica más alto para las provincias morfotectónicas lo tuvieron las provincias Chiapanense y la zona de extensión regional neártica (19%), Veracruzense y Oaxaquense (15%), Sierra Madre Oriental y Neovolcanense (13%). Para las provincias biogeográficas son las provincias Costa Pacífico y la Faja Volcánica Transmexicana (22%), Los Altos de Chiapas y Soconusco (16%), Los Altos de Chiapas y Golfo de México (15%), Costa Pacífico y Sierra Madre Oriental (14%) y Costa Pacífico y Golfo de México (14%). Los Altos de Chiapas y Costa Pacífico con (10%). Y para las provincias florísticas son las provincias la Costa Pacífico y Serranías Transísmicas con (19%), Costa Pacífico y Serranías Meridionales con (15%), Soconusco y Serranías Transísmicas (13%), Altiplano y Golfo de México con (13%), Soconusco y Costa Pacífico con (12%), Costa Pacífico y Golfo de México (12%), Altiplano y Valle de Tehuacán Cuicatlán 11%. Las provincias o áreas con menor distancia geográfica entre ellas presentan valores de semejanza más altos que aquellas que están más alejadas entre sí (Ruiz-Jiménez *et al.*, 2012). En conjunto se puede observar que la semejanza fluctuó entre el 11 y 22% lo que muestra heterogeneidad florística entre los BMM (Catalán *et al.*, 2003).

Rzedowski, (1998) Luna et al. (1999) y Cevallos-Ferriz et al. (2012) coinciden en que la distribución actual del BMM es el producto de la fragmentación, lo que podría explicar el número importante de especies endémicas en este tipo de vegetación lo que podrían considerarse como relictual de los BMM.

La comparación entre diferentes provincias muestra semejanza parcial en la formación de los grupos; esto se debe a los criterios de regionalización en los que se han delimitado las provincias que fueron usadas en este trabajo, por una parte las provincias morfotectónicas están basadas en rasgos fisiográficos y geológicos (Ferrusquía-Villafranca, 1990) las provincias biogeográficas están basadas en la compilación de cuatro sistemas de regionalización anfibios y reptiles (Casas-Andreu y Reyna-Trujillo, 1990), mamíferos (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1990), plantas vasculares (Rzedowski, 2006) y rasgos morfotectónicos (Ferrusquía-Villafranca, 1990), y las divisiones florísticas están delimitadas mediante coeficientes de semejanza entre la flora y las áreas de distribución con énfasis en especies endémicas (Rzedowski y Reyna-Trujillo 1990). Esto se debe en gran medida al uso de los diferentes criterios para delimitar las provincias (Ruiz-Jiménez, 1995).

7.1.3 Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE)

Los árboles obtenidos mostraron coincidir en las agrupaciones de provincias biogeográficas y florísticas, sin embargo para las morfotectónicas se presentaron ligeras diferencias entre las agrupaciones.

El análisis de parsimonia de endemismos muestra que los tres grupos de provincias se agrupan de forma similar. En las provincias morfotectónicas colapsaron dos provincias la Nayaritense y Campechano-Petenense y formaron tres grupos, el primero está formado por la provincia Oaxaquense y Veracruzense con 83% de “bootstrap”. En el segundo grupo, la provincia Pacíficense con 85% y la zona de extensión regional neártica, la provincia Chiapanense con 100%, el segundo grupo está integrado por las provincias Altiplanense con 50%, Jalisco-Guerrero con 79% y las provincias Neovolcanense y la Sierra Madre Orientalense con 100%, lo que significa que con el análisis de “bootstrap”, se sugiere un alto soporte de los

grupos formados. Respecto a las provincias biogeográficas el cladograma mostró el colapso de cuatro provincias y la formación de dos grupos, el primer grupo con 58% en el análisis de “bootstrap” la Faja Volcánica Transmexicana y con un 76% la Sierra Madre Oriental y la Costa Pacifico, en el segundo grupo las provincias Soconusco con 60%, el Golfo de México y Los Altos de Chiapas con un 52% en el análisis “bootstrap”. Estas agrupaciones obtenidas coinciden, parcialmente con los resultados de Luna et al. (1999); Luna-Vega et al. (2001) y Contreras-Medina, et al. (2007)

Las divisiones florísticas colapsaron en dos provincias Depresión del Balsas y Soconusco; se formaron dos grupos el primero está integrado por las provincias de la Costa del Golfo de México con un 91% en el análisis de “bootstarp”, las Serranías Transísmicas y la Costa Pacifico con un 98%; y las Serranías Meridionales y la Sierra Madre Oriental con 92% estos resultados coinciden parcialmente con los obtenidos por Luna y Alcántara (2001).

Las provincias biogeográficas y florísticas donde se agrupan la parte Veracruz y Chiapas corresponden con lo informado por Ornelas et al. (2013).

Al comparar los análisis de semejanza y de parsimonia de endemismos entre sí, es decir cladogramas y dendrogramas existe armonía en la formación de los grupos. Tal como lo mencionan Regalado y Sánchez (2003).

8. CONCLUSIONES

La investigación obtuvo 667 especies endémicas que representan el 15.7% de las 2,361 especies endémicas estimadas para los bosques mesófilos de montaña. Con relación a la hipótesis de riqueza de las familias Asteraceae, Orchidaceae y Fabaceae que se esperaba contar con un 25%, por lo tanto, no se rechaza ya que se encontró que estas familias representan el 33% en este trabajo de las especies endémicas registradas en los BMM. Para las provincias que corresponde a la Sierra Madre Oriental contienen el mayor número de especies, además, las provincias correspondientes a Chiapas presentan el mayor número de especies (18) endémicas locales distribuidas en este tipo de vegetación. La distribución de los bosques mesófilos de montaña registrados sugiere que la superficie ocupada por estos bosques es del 7% del territorio mexicano.

Existe evidencia suficiente para no rechazar la hipótesis que menciona que la semejanza florística entre las provincias presentan valores por debajo del 0.5% en todas las provincias. Esto se evidencia en los resultados obtenidos ya que la semejanza más alta es de 0.22% entre las provincias de la Costa Pacífica y Faja Volcánica Transmexicana. La baja semejanza florística revelada en los dendrogramas muestra heterogeneidad de especies endémicas distribuidas entre los diferentes bosques mesófilos de montaña que se encuentran a lo largo del territorio mexicano. Se sustenta que las provincias más cercanas presentan mayor semejanza florística.

De acuerdo con la hipótesis del análisis de PAE se obtuvo que las provincias (morfoestructónicas, biogeográficas y florísticas) con la técnica "bootstrap" tienen valores por arriba del 50% lo que permite validar a los grupos, por lo tanto, esta no se rechaza.

Las provincias se ajustan tanto por medio de métodos fenéticos como cladístico, es decir, tienen correspondencia geográfica al formar grupos respectivamente que corresponden con I) la vertiente oriental integrados por la Sierra Madre Oriental, Altiplano sur, Faja Volcánica Transmexicana, la Cuenca del Balsas, II) el sur-oriental

con las provincias del sur de Veracruz y el norte de Oaxaca (Valle de Tehuacán-Cuicatlán) y III) la vertiente occidental con las provincias correspondientes a la Nayaritense-Neovolcanense, Costa Pacifico, Serranías Transísmicas (Altos de Chiapas y Soconusco).

Existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis que menciona que los géneros de afinidad tropical tendrán un porcentaje por arriba del 50%, ya que los resultados mostraron que las especies endémicas de esta afinidad representan el 45.6%. Esto se debe a que en este trabajo se usó el 15.7% de la flora total estimada para este tipo de vegetación.

Aunque es necesario efectuar estudios donde se analicen localidades de acuerdo a los registros de distribución de especies endémicas en este tipo de bosque, con el fin de tener un análisis más detallado y así dar conclusiones sobre los límites de las provincias propuestos y contar con provincias con mayor configuración de sus unidades geográficas naturales. Además, permitirá determinar patrones de distribución de especies endémicas que caractericen las provincias.

9. LITERATURA CITADA

- Acosta Castellanos, S. 1997. Afinidades fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México. *Polibotánica*.
- Acosta, S. 2004. Afinidades de la flora genérica de algunos bosques mesófilos de montaña del nordeste, centro y sur de México: un enfoque fenético. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75(1): 61-72
- Bautista-Hernández, Ch. E., Monks, S. and Pulido-Flores, G. 2013. Los parásitos y el estudio de su biodiversidad: un enfoque sobre los estimadores de la riqueza de especies. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. 4. <http://digitalcommons.unl.edu/hidalgo/4>
- Breedlove D. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). En: Graham A. (Ed.). *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. Elsevier. Amsterdam. pp. 149-165
- Bruijnzeel, L.A., Scatena F.N., Hamilton L. 2010. *Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management*. Bruijnzeel, Scatena, and Hamilton (Eds), Cambridge University Press. 768 p.
- Candolle, A. P., de 1820. *Essai élémentaire de géographie botanique*. In *Dictionnaire des sciences naturelles*. Strasbourg Levrault.
- Casas–Andreu, G. y T. Reyna–Trujillo. 1990. Provincias herpetofaunísticas. In *Herpetofauna (anfibios y reptiles)*. IV.8.6. *Atlas nacional de México*, vol. II, escala 1:8000000. Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F.
- Castillo, M., M. Quijano, S. Rodríguez y D. Miranda-Esquivel. 2002. PAE y análisis de compatibilidad de trazos para los géneros *Barnadesia*, *Cecropia*, *Peperomia* y *Piper* en el Neotrópico. *Memorias del VII Congreso Latinoamericano de Botánica*. Cartagena, Colombia.

- Castillo-Batista, A. Figueroa-Rangel, B. Lozano-García, S. Olvera-Vargas, M. y Cuevas, R. 2016. Historia florística y ambiental del bosque mesófilo de montaña en el centro-occidente de México durante la pequeña edad de hielo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 216–229
- Catalan, C. C., López-Mata, L. y Terrazas, T. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas en un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del instituto de biología. Universidad Autónoma de México. Serie botánica.* 72:209-230.
- Cevallos-Ferriz, Sergio R. S., González-Torres, Enrique A., & Calvillo-Canadell, Laura. (2012). Perspectiva paleobotánica y geológica de la biodiversidad en México. *Acta botánica mexicana.* 100: 317-350.
- Colwell, R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 1997. 'Provincias biogeográficas de México'. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.
- 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. 197 pp. México D.F., México
- Contreras-Medina, J. L., Luna I. y Morrone, J. J. 2007. Application of parsimony analysis of endemism to Mexican gymnosperm distributions: grid-cells, biogeographical provinces and track analysis. *Biological Journal of the Linnean Society.*92: 405–417.
- Corona, A. M. y V. H. Toledo. 2006. Patrones de distribución de la familia Buprestidae (Coleoptera). In Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana, J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds.). Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D. F. 333-391 p.

- Corona, A. y J. Morrone. 2005. Track Analysis of the Species of *Lampetis* (Spinthoptera) Casey, 1909 (Coleoptera: Buprestidae) in North America, Central America, and the West Indies. *Caribbean Journal of Science*. 41: 37-41
- Crisci, J. Katinas, L. y P. Posadas. 2000. Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica. Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires, Argentina 75-90.
- Cruz-Cárdenas, G. Villaseñor, J. L. López-Mata, L. y Ortiz, E. 2012. Potential distribution of humid forest in Mexico. *Botanical Sciences* 90 (3): 331-340.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1990. 'Provincias Bióticas (con énfasis en criterios morfotectónicos)'. Escala 1:4 000 000. En: Regionalización Biogeográfica, IV.8.10. Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Fortanelli-Martínez, J. J. García-Pérez y P. Castillo-Lara. 2014 estructura y composición de la vegetación del bosque de niebla de copalillos, San Luis Potosí, México. *Acta Botánica de México*. 106: 161-186
- Goloboff, P., Farris, S. and Nixon, C. 2003. <http://www.lillo.org.ar/phylogeny/tnt/>
- Gómez, A. Infante, S. y Valdez, I. 2014. Bosque cálido templado. *Foresta mexicana*. Comisión Nacional Forestal. Colegio de Posgraduados. México 171-194 p.
- González-Espinosa, M., Meave, J. Ramírez-Marcial, N., Toledo-Aceves, T., Lorea-Hernández, F. G., y Ibarra-Manríquez, G. 2012. Los bosques de niebla de México: Conservación y restauración de su componente arbóreo. *Revista Ecosistemas*, 21, 1-2
- Gual-Díaz, M. y González-Medrano, F. 2014. Los Bosques Mesófilos de Montaña en México 27-43 p. En: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). *Bosques Mesófilos de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo*.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352 p.
- Miranda, F., 1952, La vegetación de Chiapas, Gobierno del Estado de Chiapas, México, Pp: 129-137.
- Miranda, F. y Hernández-X, E. 2014. Los tipos de vegetación de México y su clasificación ed. Conmemorativa 1963-2013/ Faustino Miranda, Efraín Hernández-X. presen. José Sarukhán; pról. Jorge Meave del Castillo; fots. Agustin Maya y Faustino Miranda. México: FCE, Sociedad Botánica de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Herrera, A. 2000. Aplicación de métodos de clasificación numérica en los estudios ecológicos. Instituto tecnológico de Santo Domingo. 44-54 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. 'División política estatal 1:250000. 2015', escala: 1:250 000. Edición: 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.. Obtenido de Cartografía geoestadística urbana y rural amanzanada. Cierre de la Encuesta Intercensal 2015. Aguascalientes, México.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología, 8, 151-161.
- Leopold A.S. 1950. Vegetation zones of Mexico. Ecology 31:507-518.
- Llorente-Bousquets, J. y Ocegueda, S. 2008. Estado del Conocimiento de la biota, en CONABIO, Capital Natural de México. México: CONABIO.
- Luna, I. O. Alcántara, D. Espinosa y J. Morrone. 1999. Historical relationships of the Mexican cloud forest: a preliminary vicariance model applying Parsimony Analysis of Endemicity to vascular plant taxa. Journal of Biogeography. 26: 1299-1305.

- Luna, I. y Alcántara, O. 2001a. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botánica Mexicana*. 51 – 87
- Luna-Vega, I., Morrone, J. J., Alcántara, O., Espinosa, E. 2001b. Biogeographical affinities among Neotropical cloud forests. *Plant Systematics and Evolution*, 228: 229-239
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princenton. University Press, N. J. 179 p.
- Márquez, J., Morrone, J. J., 2003. Análisis panbiogeográfico de las especies de *Heterolinus* y *Homalolinus* (Coleoptera: Staphylinidae: Xantholinini). *Acta Zoológica Mexicana* 90: 15–25.
- Martínez-Gordillo, M., y Morrone, J. 2005. Patrones de endemismo y disyunción de los géneros de Euphorbiaceae sensu lato: un análisis panbiogeográfico. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 77: 21-33.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río de las Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 8:95-114.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Morrone J.J. 1994. Distributional patterns of species of Rhytirrhini (Coleoptera: Curculionidae) and the historical relationships of the Andean provinces. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 4,188-194
- Morrone J.J. 2013. *Sistemática. Fundamentos, métodos, aplicaciones*. Primera edición. UNAM facultad de ciencias. México, 119-242 pp.
- Morrone, J. J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin American and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology* 51: 467-494

- Morrone, J. J. y R. Márquez. 2001. Halffter's Mexican transition zone, beetle generalized tracks, and geographical homology. *Journal of Biogeography* 28: 635-650.
- Nixon, C. 2002. *Winclada* ver. 1. 00.08 New York.
- Noguera-Urbano, E. 2017. El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta zoológica mexicana*, 33(1), 89-107
- Ornelas, JF. V. Sosa, D. Soltis, JM, Daza, C. González, P. Soltis, C. Gutierrez-Rodríguez, A. Espinosa, T. Castoe, C. Bell and E. Ruiz-Sánchez. 2013. Comparative Phylogeographic Analyses Illustrate the Complex Evolutionary History of threatened Cloud Forest of the Northern Mesoamerica. *Plos One* 8 (2): e5828.3 doi:10.1371/journal.pone0056283
- Ortega, F. y Castillo, G. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. *Ciencias*, núm. 43, julio-septiembre, pp. 32-39.
- Peinado, M., M. Á. Macías, J. L. Aguirre y J. Delgadillo Rodríguez. 2009. Fitogeografía de la costa del Pacífico de Norteamérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 66(2): 151-194.
- Rapoport, E. H. 1975. *Areografía. Estrategias geográficas de las especies*. Fondo de Cultura Económica, México D.F. 214 pp.
- Ramírez-Pulido, J. & A. Castro-Campillo, 1993. Diversidad mastozoológica en México, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* Vol. Esp. (XLIV):413-427
- Regalado, L. y Sánchez, C. 2003. Relaciones de afinidad florística entre Cuba y otras regiones tropicales sobre la base de la distribución de las especies cubanas de *Asplenium* L. (Aspleniaceae, Pteridophyta). *Anales Jardín Botánico de Madrid* 60(2): 395-403
- Rohlf, F. J. 2009. *NTSYSpc: numerical taxonomy system*. Version 2.21c. Exeter Software: Setauket: New York.

- Rosen, B. 1988. From fossil to earth history: applied historical biogeography. In Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions. A. A. Myers y P. Giller (Eds.) A. Giller (Eds.) Chapman and Hall. Londres. p. 437-481.
- Ruiz-Jiménez, C. Téllez-Valdés, O. y I. Luna-Vega. 2012. Clasificación de los bosques mesófilos de montaña de México: afinidades de la flora. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83: 1110-1144
- Ruiz-Jiménez, C.A. 1995. Análisis estructural del bosque mesófilo de la región de Huautla de Jiménez (Oaxaca), México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 103 p.
- Rzedowski J. 1966. Vegetación del estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina*. 5:5-291
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25–44.
- Rzedowski J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. Comp. *Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*, pp. 129-145, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3–21
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1a. Edición Digital, Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso De La Biodiversidad. México. 504 pp.
- Rzedowski, J. y Reyna-Trujillo, T. 1990, 'Divisiones florísticas'. Escala 1:8000000. En: *Tópicos fitogeográficos (provincias, matorral xerófilo y cactáceo*. IV.8.3. *Atlas Nacional de México*. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Sharp, A. 1951. The relation of the Eocene Wilcox flora to some modern floras. *Evolution*. 5 (1): 1-5

- Suárez-Mota, M. E. y Villaseñor, J. L. 2011. Las Compuestas endémicas de Oaxaca, México: diversidad y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (88), 55-61
- Tejero-Díez, D. Torres-Díaz, A. y Gual-Díaz, M. 2014. Licopodios y helechos en el bosque mesófilo de montaña. En: Gual-Díaz, M. y 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 p.
- Toledo, V., A. Corona y J. Morrone. 2007. Track analysis of the Mexican species of Cerambycidae (Insecta, Coleoptera). *Revista Brasileira de Entomología* 51: 131-137
- Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, P., Berry, P.E. Brako, L., Celis, M. Davised, G., Forzza, R.C., Gradstein, S.R., Hokche, O., León, B., León-Yáñez, S., Magil, R.E., Neil, D.A., Nee, M., Raven, P. H., Stimmel, H., Strong, M.T., Villaseñor, J. L., Zarucchi, J. L., Zuloaga, F. y Jørgensen, P. M. 2017. An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science*. 358: 1614-1617.
- Valencia-A., S. y Gual-Díaz, M. 2014. La familia Fagaceae en el bosque mesófilo de montaña de México. *Botanical Sciences* 92: (2) 193-204.
- Villareal, H. Álvarez, M. Córdova, S. Escobar, F. Fagua, G. Gast, F. Mendoza H. Ospina, M. y Umaña, A. 2004. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Villaseñor J.L., Gual-Díaz M. 2014. El bosque mesófilo de montaña en México y sus plantas con flor. En: Gual-Díaz M. y Rendón-Correa A. (Comps). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. CONABIO México, D. F. pp.221-236
- 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. 40 pp. México, D.F.

Villaseñor, J.L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87: 559-902

Williams-Linera, G. 2007. El Bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO-Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México. 208 pp. Versión electrónica <http://www.inecol.edu.mx/librosbosquedeniebla.pdf>

APÉNDICE

Apéndice I. Citas de autores de artículos y tesis que registraron especies distribuidas en los bosques mesófilos de montaña.

Corral et al. (2002), Padilla–Velarde et al. (2006), Cuervo (2010), Ruiz-Jiménez et al. (2006), Carvajal-Hernández et al. (2014), Fortanelli-Martínez (2014), Monterroso-Rivas et al. (2013), García et al. (2008), Gómez (2010), García-De la Cruz (2013), López-Pérez et al. (2011), Ponce-Vargas (2006), Salazar (2010), Valencia-A. y Gual-Díaz (2014), Martínez-Meléndez et al. (2008), (Muñoz (2014), Reynoso (2014), Rincón (2011), Aguilar (2008), Castillo (2013), Gómez (2012), García (2012), García (2014), Gómez (2010), González (2014), González (2009), Juárez (2008), Juárez (2013), Martínez (2012), Medel (2011), Pérez (2013), Pérez (2008), Reyes (2015), Riemann (2001), Rodríguez (2015), Salazar (2010), Saldaña (2008), Sangines (2013), Santiago (2014), Santiago (2006), Sotomayor (2009), Viccon (2009), Vizcaíno (2015) y Zavala (2012), Martínez-Meléndez et al. (2008), Padilla–Velarde et al., (2006; 2007), (Pérez, 2002); Monterroso-Rivas et al., (2013, 2014), López-Pérez et al., (2011, 2012), Luna-Vega et al., (2001), Ponce-Vargas et al., (2005, 2006); Escutia 2003, 2004), Pérez-Paredes et al., (2012, 2013); Reynoso (2014), Aguilar (2008), González (2009) Martínez, (2012), (Martínez, 2010), Hernández (2004), Pérez (2008), González (2009), García de la Luz et al. (2013), Castillo (2013), García (2014), Gómez (2010), Juárez (2008), Gómez (2010), García (2014).

Apéndice II. Municipios y referencias donde se registraron Bosques Mesófilos de Montaña. CAS Botany Collection database (CAS), Herbario Nacional (MEXU), Herbario del Instituto Tecnológico de Huejutla, Hidalgo (HERIT), Herbario de Xalapa (XAL).

Chiapas: Reserva de la Biosfera “El Triunfo” (Martínez-Meléndez et al., 2008), Montecristo de Guerrero (MEXU), Villa Corzo (MEXU), Socoltenango (CAS), Frontera Comalapa (CAS), El Bosque (CAS), Pantepec (CAS), Rayon (CAS), Larrainzar (CAS), Huixtlan (CAS), Amatenango de la Frontera (CAS), Amatenango del Valle (CAS), Ángel Albino Corzo (CAS), Arriaga (CAS), Berriozábal (CAS), Bochil (CAS), Chamula (CAS), Chanal (CAS), Chenalho (CAS), Chilon (CAS), Cintalapa (CAS), Coapilla (CAS), Comitán de Domínguez (CAS), Copainala (CAS), Ixtacomitan (CAS), Jitotol Municipio (CAS), La Concordia (CAS), La Independencia (CAS), La Trinitaria (CAS), Larrainzar (CAS), Las Margaritas (CAS), Las Rosas (CAS), Mapastepec (CAS), Mitontic (CAS), Motozintla de Mendoza (CAS), Ocosingo (CAS), Ocozacoautla de Espinosa (CAS), Pantepec (CAS), Pueblo Nuevo Solistahuacan (CAS), Rayón (CAS), San Cristobal de las Casas (CAS), Siltepec (CAS), Socoltenango (CAS), Solosuchiapa (CAS), Soyaló (CAS), Tapilula (CAS), Tenejapa (CAS), Teopisca (CAS), Tila (CAS), Tonala (CAS), Tzimol (CAS), Unión Juárez (CAS), Yajalón (CAS), Zinacantán (CAS). **Colima:** Colima (Padilla–Velarde et al., 2006; 2007), Cómala (MEXU), Cuauhtemoc (MEXU), Minatitlán (Pérez, 2002; MEXU). **Estado de México:** Tenancingo (Monterroso-Rivas et al., 2013, 2014), Malinalco-Zumpahuacán (Monterroso-Rivas et al., 2013, 2014), Valle de Bravo (López-Pérez et al., 2011, 2012), Coatepec Harinas (MEXU), Donato Guerra (MEXU), Malinalco (MEXU), Nopaltepec (MEXU), Ocuilan (MEXU), Valle de Bravo (Luna-Vega et al., 2001), Villa de Allende (MEXU, XAL), Zacualpan (MEXU), Amecameca (MEXU). **Guerrero:** Atoyac de Álvarez (XAL), Chilpancingo de Bravo (MEXU), Coyuca de Catalán (MEXU), General Heliodoro Castillo, José Azueta (MEXU), Leonardo Bravo (MEXU), Malinaltepec (MEXU),

Petatlan (MEXU), Taxco de Alarcón (MEXU), Tetipac (MEXU). **Hidalgo:** Lolotla (Ponce-Vargas et al., 2005, 2006; Escutia 2003, 2004), Zacualtipán de Ángeles (Pérez-Paredes et al., 2012, 2013; HERIT); Acaxochitlan (MEXU), Agua Blanca d Iturbide (MEXU), Calnali (MEXU), Eloxochitlan (MEXU), Lolotla (Escutia, 2003, 2004; Pérez-Paredes et al., 2012,2013; Ponce-Vargas et al., 2005, 2006), Pisaflores (MEXU), Tenango de Doria (MEXU), Tianguistengo (MEXU), Tlanchinol (HERIT), Xochicoatlan (MEXU), **Jalisco:** San Sebastián (Reynoso, 2014), Autlan de Navarro (MEXU), Casimiro Castillo (MEXU),Cuautitlán de García Barragán (MEXU), Mascota (MEXU), San Sebastián del Oeste (MEXU),Talpa de Allende (MEXU),Toliman (MEXU). **Michoacán:** Charo (MEXU), Morelia (MEXU), Ocampo (MEXU), Salvador Escalante (MEXU), Tingambato (MEXU), Zitácuaro (MEXU). **Morelos:** Cuernavaca (MEXU), Hitzilac (MEXU). **Nayarit:** Tepic (MEXU), Xalisco (MEXU). **Oaxaca:** (Aguilar, 2008), Putla (González, 2009; Martínez, 2012), (Martínez, 2010), Pochutla (Hernández, 2004; Pérez, 2008), Calendaría Loxicha (MEXU), Coicoyan de las Flores (MEXU), Concepción Pápalo (MEXU), Eloxochitlan de Flores Magón (Pérez, 2008), Guevea de Humboldt (MEXU), Huautepec (MEXU), Huautla de Jiménez (MEXU), Ixtlán de Juárez (MEXU), Villa de Flores (González, 2009), Villa de Guerrero (MEXU),San Agustín Loxicha (MEXU),San Felipe Usila (MEXU),San Jerónimo Coatlan (MEXU),San José Tenango (MEXU), San Juan Bautista Atlatluca (MEXU),San Juan Comaltepec (MEXU),San Juan Quiotepec (MEXU), San Martin Itunyoso (MEXU), San Martin Peras (MEXU),San Martin Toxpalan (MEXU),San Miguel Chimalapa (MEXU),San Miguel del Puerto (MEXU),San Miguel el Grande (MEXU),San Miguel Quetzaltepec (MEXU), San Pablo Macuiltianguis (MEXU), San Pedro Ocopetatillo (MEXU), San Pedro Ocotepc (MEXU), San Pedro Yolox (MEXU), Santa Ana Cuauhtémoc (MEXU), Santa Catarina Ixtepeji (MEXU), Santa María Chilchotla (MEXU), Santa María Ecatepec (MEXU), Santiago Comaltepec (MEXU), Santiago Juxtlahuaca (MEXU), Santiago Lachiguiri (MEXU),Santiago Nuyoo (MEXU), Santiago Tilantongo (MEXU), Totontepec Villa de Morelos (MEXU), Zimatlán de Álvarez (MEXU). **Puebla:** Ahuacatlán (MEXU), Camocuautla (MEXU), Chiconcuautla (MEXU), Huauchinango (MEXU), Hueyapan (MEXU), Tepetzintla (MEXU), Tetela de Ocampo (MEXU), Teziutlán (MEXU), Tlaola (MEXU), Tlapacoya (MEXU), Tlatlauquitepec (MEXU), Xochiapulco (MEXU) Xochitlan de Vicente Suarez (MEXU), Zacatlán (MEXU). **Querétaro:** Jalpan de Serra (MEXU), Landa de Matamoros (MEXU), San Joaquín (MEXU). **San Luis Potosí:** Tamposon y Rayón (Fortanelli-Martínez et al., 2014, 2015), Tamasopon (MEXU), Zaragoza (MEXU). **Tamaulipas:** Gómez Farías (Corral-Rivas et al., 2005), Jaumave (MEXU), Llera (Corral-Rivas et al., 2005), Victoria (XAL). **Veracruz:** Chiconquiaco (Carvajal-Hernández et al., 2014), Coatepec (García-Franco et al., 2008), Xico (García de la Luz et al., 2013), Zongolica (Castillo, 2013), Xalapa (García, 2014), Tlanelhuayocan (Gómez, 2010), Huayacocotla (Juárez, 2008), Acajete (XAL), Acultzingo (MEXU), Atzalan (MEXU), Banderilla (XAL), Coatepec (XAL), Emiliano Zapata (XAL), Huayacocotla (Juárez, 2008), Ixhuacan de los Reyes (MEXU), Jilotepec (MEXU), Minatitlan (MEXU), Mixtla de Altamirano (MEXU), Orizaba (MEXU), Pajapan (MEXU), Panuco (MEXU), Pueblo Viejo (MEXU), San Andrés Tuxtla (MEXU), Sotapan (MEXU), Tatahuicapan de Juárez (MEXU), Texhuacan (MEXU), Tezonapa (MEXU), Tierra Blanca (MEXU), Tlachichilco (MEXU), Tlanelhuayocan (Gómez, 2010), Tonayan (MEXU), Xalapa (García, 2014), Xico (García-De la Cruz et al., 2013), Yecuatla (MEXU), Zongolica (Castillo, 2013).

Apéndice III. Listado de especies endémicas registradas en bosques mesófilos de montaña. Entre paréntesis se cita a los autores que registraron a las especies.

Acanthaceae

Justicia breedlovei T.F. Daniel (Breedlove, 1981 (CAS))

Justicia jitotolana T.F. Daniel (Breedlove, 1983 (CAS))

Justicia salviiflora Kunth (Flores, 2014)

Justicia turipachensis T.F. Daniel (Breedlove, 1973)

Stenostephanus breedlovei T.F. Daniel (Breedlove, 1981 (CAS))

Stenostephanus haematodes (Schltdl.) T.F. Daniel (García-Franco et al., 2008)

Stenostephanus tacanensis (Acosta & R. Fernández) T.F. Daniel (Breedlove, 1980 (CAS))

Actinidiaceae

Saurauia comitis-rosea R.E. Schult. 1953 (Sánchez-Velázquez y Andrade-Flores 2008; Aguilar, 2008; Catalán, 2004)

Saurauia madreensis B.T. Keller & Breedlove (Pérez-Farrera et al., 2012)

Saurauia serrata DC. (Luna-Vega, 2003; Padilla-Velarde et al., 2006; Reynoso, 2014; Aguilar, 2008; Rodríguez, 2015; Santiago, 2014; Santiago, 2006; Catalán, 2004)

Saurauia matudae Lundell (Ramírez, 2013)

Saurauia pustulata G.E. Hunter (Salas, 2016)

Adoxaceae

Viburnum caudatum Greenm. Ressler, R. (Ramos, P. y Careaga, S. 2016; Catalán et al., 2003)

Viburnum ciliatum Greenm. (Ponce-Vargas et al., 2006; Alcántara y Luna 2001; Catalán, 2004)

Viburnum elatum Benth. (Martínez et al., 2004; Smith, 1995; Nava y Robles 1997; Catalán, 2004)

Viburnum membranaceum (Oerst.) Hemsl. (Mejía-Domínguez et al., 2004; CN)

Viburnum microcarpum Schltdl. & Cham. (Martínez et al., 2004; Catalán, 2004)

Viburnum obtusatum D.N. Gibson (Sweeney, 2016)

Viburnum stenocalyx (Oerst.) Hemsl. (García-Franco et al., 2008)

Viburnum tiliifolium (Oerst.) Hemsl. (Catalán, 2004)

Amaryllidaceae

Sprekelia formosissima (L.) Herb. (Zenen, 2002)

Amaranthaceae

Iresine ajuscana Suessenguth & Beyerle CN (Ávila-Akerberg et al., 2008)

Annonaceae

Annona globiflora Schltdl. (Cartujano et al., 2002; Hernández 1995; Lascurain-Rangel et al., 2017; Catalán, 2004; Zenen, 2002; Ramirez, 2000)

Tridimeris hahniana Baill. (Ruiz-Jiménez et al., 2012)

Apiaceae

Donnellsmithia serrata (J.M. Coult. & Rose) Mathias & Constance (Pérez-Farrera et al., 2011)

Rhodosciadium pringlei S. Watson (Santiago, 2014; Santiago, 2006)

Apocynaceae

Marsdenia pringlei S. Watson (Fortanelli-Martínez et al., 2014)

Matelea chrysantha (Greenm.) Woodson (Gordillo et al., 2004)

Asclepias ovata M. Martens & Galeotti (Ponce-Vargas et al., 2006)

Thenardia galeottiana Baill. (Calzada, 1976)

Aquifoliaceae

Ilex condensata Turcz. (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Castillo, 2013; Catalán, 2004)

Ilex dugesii Fernald (Castillo-Batista et al., 2016; Catalán, 2004)

Ilex liebmannii Standl. (Pérez- Farrera et al., 2011)

Ilex pringlei Standl. (Aguilar, 2008)

Ilex rubra S. Watson (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Catalán, 2004)

Araceae

Anthurium chiapasense Standl. (Juárez, 2008)

Monstera acacoyaguensis Matuda (García, 2012)

Philodendron advena Schott (García-Franco et al., 2008; Reyes, 2015)

Spathiphyllum cochlearispathum (Liebm.) Engl. (Ramírez, 2017)

Spathiphyllum matudae G.S. Bunting (Martínez-Meléndez et al., 2008; Pérez-Farrera et al., 2012)

Araliaceae

Dendropanax populifolius (Marchal) A.C. Sm. (Aguilar, 2008; Pérez, 2008)

Oreopanax flaccidus Marchal (Alcántara y Luna 2001; Catalán, 2004)

Arecaceae

Chamaedorea hooperiana Hodel (Gual et al., 2016)

Chamaedorea klotzschiana H. Wendl. (García-Franco et al., 2008)

Chamaedorea pochutlensis Liebm. (López, 2000)

Chamaedorea radicalis Mart. (Pérez- Farrera, 2001)

Asparagaceae

Agave warelliana Baker (Figueroa, 2013)

Echeandia formosa (Weath.) Cruden (Stevens, 2015)

Furcraea martinezii García-Mend. & L. (de la Rosa García-Mendoza, 2003)

Aspleniaceae

Holodictyum ghiesbreghtii (E. Fourn.) Maxon (Ruiz-Jiménez et al., 2012; Luna y Alcántara, 2001)

Asteraceae

Acourtia turbinata (Lex.) Reveal & R.M. King (Ledesma, 2011)

Ageratina areolaris (DC.) Gage ex B.L. Turner (Ruiz-Jiménez et al., 2012; López-Tejero et al., 2011; Catalán, 2004)

Ageratina brevipes (DC.) R.M. King & H. Rob. (Catalán, 2004)

Ageratina cerifera (McVaugh) R.M. King & H. Rob. (Catalán, 2004)

Ageratina cremasta (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob. (Catalán et al., 2003)

Ageratina glabrata (Kunth) R.M. King & H. Rob. (Catalán, 2004)

Ageratina hidalgensis (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob. (Catalán, 2004)

Ageratina lucida (Ortega) R.M. King & H. Rob. (Catalán, 2004)

Ageratina pelotropha (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob. (Catalán et al., 2003)

Ageratina petiolaris (Moc. & Sessé ex DC.) R.M. King & H. Rob. (Fortanelli-Martínez et al., 2014; López-Tejero et al., 2011)

Ageratina scorodonoides (A. Gray) R.M. King & H. Rob. (López-Tejero et al., 2011)

Alloispermum colimense (McVaugh) H. Rob. (López, 1995)

Alloispermum palmeri (S. Watson ex A. Gray) C.F. Fernández & Urbatsch (López, 1995)

Archibaccharis intermedia (S.F. Blake) B.L. Turner (Catalán, 2004)

Bartlettina cronquistii R.M. King & H. Rob. (Calzada, 1996)

Bartlettina tamaulipana (B.L. Turner) R.M. King & H. Rob. (Catalán, 2004)
Bartlettina xalapana (B.L. Turner) B.L. Turner (García-Franco et al., 2008)
Brickellia magnifica McVaugh (Catalán, 2004)
Brickellia pendula (Schrad.) A. Gray (Rodríguez-Barquet, 2012)
Brickellia secundiflora (Lag.) A. Gray (López-Tejero et al., 2011; Nava y Robles 1997; Catalán, 2004)
Brickellia squarrosa B.L. Rob. & Seaton (López, 1995; Catalán, 2004)
Brickellia tomentella A. Gray (López-Tejero et al., 2011)
Chromolaena haenkeana (DC.) R.M. King & H. Rob. (Catalán, 2004)
Cirsium anartiolepis Petr. (Velasco, 2013)
Cirsium ehrenbergii Sch. Bip. (Nava y Robles 1997; Felix, 2007)
Cirsium lappoides (Less.) Sch. Bip. (Nava y Robles 1997)
Cirsium pinetorum Greenm. (Zamudio et al, 2012)
Coreopsis petrophiloides B.L. Rob. & Greenm. (Ponce-Vargas et al., 2006)
Cosmos carvifolius Benth. (Castro-Castro, 2008)
Cosmos scabiosoides Kunth (Cortés, 2009)
Critonia paneroi B.L. Turner (Catalán et al., 2003)
Critonia yashanalensis (A.T. Whittimore) R.M. King & H. (Breedlove, 1981 (CAS))
Dahlia tenuicaulis P.D. Sorensen (Treviño, 2002; Catalán et al., 2003; Catalán, 2004)
Desmanthodium fruticosum Greenm. (López-Tejero et al., 2011; Catalán, 2004)
Desmanthodium perfoliatum Benth. (Villaseñor et al, 2010)
Guardiola tulocarpus A. Gray (Catalán, 2004)
Hofmeisteria urenifolia (Hook. & Arn.) Walp. (Pérez- Farrera et al., 2011)
Jaegeria macrocephala Less. (Jiménez, 2011)
Koanophyllon palmeri (A. Gray) R.M. King & H. Rob. (Catalán, 2004)
Lasianthaea aurea (D. Don) K.M. Becker (López-Patiño et al., 2008)
Lasianthaea macrocephala (Hook. & Arn.) K.M. Becker (Reina et al., 2008)
Leiboldia serrata (D. Don) Gleason (Catalán, 2004)
Lepidonia mexicana (Less.) H. Rob. & V.A. Funk (Catalán, 2004)
Loxothysanus pedunculatus Rydb. (López, 1991)
Loxothysanus sinuatus (Less.) B.L. Rob. (Pruski et al., 2007)
Melampodium tepicense B.L. Rob (McCann et al., 2013)
Microspermum debile Benth. (Kelly et al., 2003)
Microspermum nummulariifolium Lag. (Martínez-Gordillo, 2014)
Montanoa andersonii McVaugh (Catalán, 2004)
Montanoa bipinnatifida (Kunth) C. Koch (Lorenzo, 2016)
Montanoa frutescens (Mairet ex DC.) Hemsl. (Catalán, 2004)
Montanoa grandiflora Alamán ex DC. (López-Tejero et al., 2011; Catalán, 2004)
Montanoa mollissima Brongn. ex Groenl. (Catalán, 2004)
Montanoa revealii H. Rob. (Catalán, 2004)
Nelsonianthus tapianus (B.L. Turner) C. Jeffrey (Rzedowski y Zamudio, 2001)
Neurolaena oaxacana B.L. Turner (Villaseñor et al, 2010)
Oxylobus oaxacanus S.F. Blake (Rincón et al., 1995)

Oxylobus preecei B.L. Turner (Catalán, 2004)
Oxypappus scaber Benth. (Rzedowski y Zamudio, 2001)
Packera sanguisorbae (DC.) C. Jeffrey (Galindo, 2016)
Pentacalia guerrerensis (T.M. Barkley) C. Jeffrey (Catalán et al., 2003; Catalán, 2004)
Perymenium globosum B.L. Rob. (Rzedowski y Zamudio, 2001)
Perymenium ovalifolium (A. Gray) B.L. Turner (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Catalán, 2004)
Perymenium uxoris McVaugh (Catalán, 2004)
Piqueria pilosa Kunth (Ramírez, 2017)
Piqueria triflora Hemsl. (Santiago, 2014; Santiago, 2006)
Podachaenium chiapanum B.L. Turner & Panero (Pérez- Farrera et al., 2011)
Psacalium cirsioifolium (Zucc.) H. Rob. & Brettell (Cornejo, 2012)
Psacalium tabulare (Hemsl.) Rydb. (Calzada, 1988)
Roldana albonervia (Greenm.) H. Rob. & Brettell (Catalán, 2004)
Roldana chapalensis (S. Watson) H. Rob. & Brettell (Catalán, 2004)
Roldana langlassei (Greenm.) H. Rob. & Brettell (Catalán et al., 2003)
Roldana oaxacana (Hemsl.) H. Rob. & Brettell (Villaseñor et al., 2010)
Roldana sartorii (Sch. Bip. ex Hemsl.) H. Rob. & Brettell (Trejo, 2002)
Roldana sessilifolia (Hook. & Arn.) H. Rob. & Brettell (Rojas, 2013)
Roldana suffulta (Greenm.) H. Rob. & Brettell (Ledesma, 2011)
Rumfordia floribunda DC. (Rodríguez, 2015; López-Tejero et al., 2011; Catalán, 2004)
Schistocarpha bicolor Less. (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Castillo, 2013; González, 2014)
Schistocarpha calzadana B.L. Turner (Suárez-Mota y Villaseñor, 2011)
Schistocarpha liebmanni Klatt (Cortés y Ramírez, 1987)
Schistocarpha pedicellata Klatt (Panero y CONABIO, 2003)
Senecio polypodioides (Greene) Greene Villaseñor, 1993
Senecio runcinatus Less. (Villaseñor, 1997)
Senecio stoechadiformis DC. (Martínez-Gordillo, 2014)
Sinclairia broomeae H. Rob. (Catalán, 2004)
Sinclairia deppeana (Less.) Rydb. (Catalán, 2004)
Stevia subpubescens Lag. (Cornejo y Tenorio, 2009)
Telanthophora andrieuxii (DC.) H. Rob. & Brettell (Catalán, 2004)
Telanthophora liebmanni (Buchinger ex Klatt) H. Rob. & Brettell (Catalán, 2004)
Telanthophora standleyi (Greenm.) H. Rob. & Brettell (Catalán, 2004)
Tetrachyron manicatum Schltld. (Pérez, 1991)
Tridax coronopifolia (Kunth) Hemsl. (Ramírez, 2017)
Trigonospermum adenostemmoides Less. (Breedlove, 1981 (CAS))
Triolena scorpioides Naudin (Álvarez y Gorostiza, 2015)
Verbesina angustifolia (Benth.) S.F. Blake (Castillo et al., 1998)
Verbesina chiapensis B.L. Rob. & Greenm. (Brett, 1991)
Verbesina fastigiata B.L. Rob. & Greenm. (Rodríguez-Barquet, 2011)
Verbesina hidalgoana B.L. Turner (Panero, 1991)
Verbesina klattii B.L. Rob. & Greenm. (Catalán, 2004)
Verbesina liebmanni Sch. Bip. ex Klatt (Reyes y Velázquez, 2002)

Verbesina neriifolia Hemsl. (Reyes-García et al., 2006)
Verbesina oncophora B.L. Rob. & Seaton (López-Tejero et al., 2011; Catalán, 2004)
Verbesina pantoptera S.F. Blake (Rodríguez et al., 2006)
Verbesina sousae J.J. Fay (Flores et al., 2003)
Verbesina virgata Cav. (Catalán, 2004)
Vernonia alamanii DC. (Catalán, 2004)
Vernonia karvinskiana DC. (Catalán, 2004)

Balsaminaceae

Impatiens mexicana Rydb. 1910

Begoniaceae

Begonia balmisiana Ruiz ex Klotzsch (Martínez-Gordillo, 2014)
Begonia corzoensis Ziesenh. (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Ponce-Vargas et al., 2006; Salazar, 2010; Pérez, 1991)
Begonia breedlovei Burt-Utley (Martínez, 1984)
Begonia cristobalensis Ziesenh. (Jiménez y Gordillo, 2003)
Begonia incarnata Link & Otto (López, 1995)
Begonia maculata Raddi (Luna y Alcántara, 2001)
Begonia philodendroides Ziesenh. (Maya, 1986)
Begonia pudica L.B. Sm. & B.G. Schub. 1950 (Palacios y Rzedowski, 1993)

Berberidaceae

Berberis gracilis Benth. (Fortanelli-Martínez et al., 2014)
Berberis hartwegii Benth. (Luna y Alcántara, 2001; Catalán, 2004)
Berberis lanceolata Benth. (Ponce-Vargas et al., 2006; Pérez, 1991; Catalán, 2004)

Bignoniaceae

Amphitecna tuxtensis A.H. Gentry (Catalán, 2004)

Blechnaceae

Woodwardia semicordata Mickel & Beitel (Carvajal-Hernández et al., 2014; Pérez, 1991)
Woodwardia martinezii Maxon ex Weath. (Ponce-Vargas et al., 2006)

Boraginaceae

Mimophytum omphalodoides (Ruiz-Jiménez et al., 2012)

Bromeliaceae

Greigia van-hyningii L.B. Sm. (García-Franco et al., 2008; García, 2012)
Tillandsia calothyrsus Mez Soriano, 2017
Tillandsia gymnotrya Baker (García-Franco et al., 2008; Ponce-Vargas et al., 2006; Salazar, 2010; Pérez, 1991)
Tillandsia heterophylla E. Morren (García-Franco et al., 2008; Castillo, 2013; Salazar, 2010)
Tillandsia kirchhoffiana Wittm. (García-Franco et al., 2008; Castillo, 2013; Salazar, 2010)
Tillandsia violacea Baker (Gutierrez, 2015)
Pitcairnia karwinskyana Schult. & Schult. f. (Jiménez, 2001)
Pitcairnia ringens Klotzsch (Ponce-Vargas et al., 2006)
Werauhia nocturna (Matuda) J.R. Grant (Pérez- Farrera et al., 2011)

Burseraceae

Bursera grandifolia (Schltdl.) Engl. (Catalán, 2004)

Cactaceae

- Aporocactus martianus* (Ruiz-Jiménez et al., 2012)
Furcraea martinezii García-Mend. & L. (de la Rosa Rodríguez-Jiménez et al., 2005)
Disocactus macranthus (Alexander) Kimmach & Hutchison (Ayala et al., 2007)
Disocactus phyllanthoides (DC.) Barthlot (Ponce-Vargas et al., 2006)
Epiphyllum anguliger (Lem.) G. Don (López, 1995)

Campanulaceae

- Lobelia caeciliae* E. Wimm. (Lorea-Hernández et al., 2014)
Lobelia jaliscensis McVaugh (López, 1995)
Lobelia occidentalis McVaugh & Huft (López, 1995)
Lobelia orientalis Rzed. & Calderón (Lorea-Hernández et al., 2014)
Lobelia setulosa E. Wimm. (Fernández et al., 2007)
Lobelia stenodonta (Fernald) McVaugh (Luna y Alcántara, 2001)
Lobelia tarsophora Seaton ex Greenm. (Rzedowski y Zamudio, 2001)

Caprifoliaceae

- Lonicera mexicana* (Kunth) Rehder (Luna y Alcántara, 2001)
Lonicera pilosa (Kunth) Willd. ex Kunth (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Nava y Robles 1997)

Caryophyllaceae

- Minuartia moehringioides* (Moc. & Sessé ex Ser.) Mattf. (Martínez-Gordillo, 2014)

Celastraceae

- Maytenus stipitata* Lundell (Panero y CONABIO, 2003)
Celastrus pringlei Rose (Corral et al., 2005; Ponce-Vargas et al., 2006; Escutia, 2004; Reynoso, 2014; Rodríguez, 2015; Santiago, 2014; Santiago, 2006; López-Tejero et al., 2011; Catalán, 2004)
Quetzalia stipitata (Lundell) Lundell (García-Franco et al., 2008)
Zinowiewia concinna Lundell (Castillo-Batista et al., 2016, Padilla-Velarde et al., 2006; Reynoso, 2014; López, 1995; Catalán et al., 2003; Rodríguez, 2015; Santiago, 2014; Santiago, 2006; Catalán, 2004)

Chrysobalanaceae

- Licania retifolia* S.F. Blake (Reynoso, 2004; Catalán, 2004)

Clethraceae

- Clethra alcoceri* Greenm. (Luna y Alcántara, 2001; Catalán et al., 2003)
Clethra fragrans L.M. González & R. (Ramírez-D. Rodríguez, 2015)
Clethra hartwegii Britton (Padilla-Velarde et al., 2006; Rodríguez, 2015; López-Tejero et al., 2011; Catalán, 2004)
Clethra integerrima (Turcz.) L.M. (González Aguilar, 2008)
Clethra pringlei S. Watson (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Ponce-Vargas et al., 2006)
Clethra rosei Catalán, 2004)

Commelinaceae

- Tradescantia soconuscana* Matuda (Lorea-Hernández et al., 2014)

Connaraceae

- Connarus stenophyllus* Standl. & L.O. Williams ex A. Molina R. (Catalán, 2004)

Convolvulaceae

- Ipomoea funis* Schlttdl. & Cham. (Catalán, 2004)

Ipomoea hastigera Kunth (Rzedowski y Zamudio, 2001)

Crassulaceae

Echeveria mucronata Schltld. (Olguin, 2016)

Echeveria multicaulis Rose (Fernández et al., 2007)

Echeveria rosea Lindl. (Ruiz-Jiménez et al., 2012; Fortanelli-Martínez et al., 2014; Castillo, 2013; Salazar, 2010; Pérez, 1991)

Sedum botterii Hemsl. (Rzedowski y Zamudio, 20019)

Sedum dendroideum Moc. & Sessé ex DC. (Cecor, 2016)

Cucurbitaceae

Echinopepon milleflorus Naudin (Rodríguez et al., 2006)

Hanburia mexicana Seem. (García-Franco et al., 2008)

Cyperaceae

Carex marianensis Stacey (Vibrans, 2001)

Dicksoniaceae

Cibotium schiedei Schltld. & Cham. (Adams, 1976)

Dichapetalaceae

Dichapetalum mexicanum Prance 1988 (Palacios y Rzedowski, 1993)

Dioscoreaceae

Dioscorea dugesii B.L. Rob. (Flores, 1995)

Dioscorea ulinei Greene (Ponce-Vargas et al., 2006)

Dryopteridaceae

Dryopteris rossii C. Chr. (Rothfels, 2009)

Elaphoglossum alansmithii Mickel (Breedlove, 1981 (CAS))

Elaphoglossum obscurum (E. Fourn.) C. Chr. (Muñoz, 2014; Gómez, 2012)

Elaphoglossum vestitum (Schltld. & Cham.) Schott ex T.Moore (Carvajal-Hernández, et al., 2014; Ponce-Vargas et al., 2006; Castillo, 2013; Gómez, 2010; Salazar, 2010)

Phanerophlebia gastonyi Yatsk. (Palacios-Ríos, 1986)

Ebenaceae

Diospyros riojae Gómez-Pompa (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Catalán, 2004)

Ericaceae

Andromeda squamulosa D. Don (Catalán, 2004)

Arctostaphylos lucida (Small) Standl. (Catalán, 2004)

Gaultheria ovata DC. (Catalán, 2004)

Leucothoe acuminata (Aiton) D. Don (Catalán, 2004)

Eriocaulaceae

Eriocaulon schiedeanum Körn. (Breedlove, 1979)

Euphorbiaceae

Acalypha chiapensis Brandegees (Gómez, 2005)

Bernardia fonsecae A. Cerv. & J. Jiménez Ram. (Gual et al., 2013)

Chiropetalum schiedeanum (Müll. Arg.) Pax (Santiago, 2014; Santiago, 2006; Nava y Robles 1997; Catalán, 2004)

Gymnanthes longipes Müll. Arg. (Catalán, 2004)

Sebastiania hintonii Lundell (Padilla-Velarde et al., 2006)

Sebastiania jaliscensis McVaugh (Rodríguez, 2015; Catalán, 2004)

Rhynchosstele cervantesii (Lex.) Soto Arenas & Salazar(López-Pérez, 2011; Treviño, 2002)

Fabaceae

Amicia zygomeris DC. (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Catalán, 2004)

Astragalus guatemalensis Hemsl. (Catalán, 2004)

Astragalus micranthus Desv. (Velázquez, 1993)

Astragalus strigulosus Kunth (Lezama, 1990)

Bauhinia chapulhuacania Wunderlin (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Matínez, 2012; Reyes, 2015)

Calliandra laevis Rose (Padilla-Velarde et al., 2006; Reynoso, 2014; Santiago, 2014; Catalán, 2004)

Calliandra palmeri S. Watson (Santiago, 2006; Catalán, 2004)

Canavalia dura J.D. Sauer (Catalán, 2004)

Cojoba sophorocarpa (Benth.) Britton & Rose (Martínez, 2006)

Crotalaria bupleurifolia Cham. & Schltdl. (Mejía, 20039)

Crotalaria filifolia Rose (Peralta, 2004)

Dalbergia glomerata Hemsl. (Catalán, 2004)

Dalbergia palo-escrito Rzed. & Guridi-Gómez (Catalán, 2004)

Dalea leucostachya A. Gray (Padilla-Velarde et al., 2006)

Dalea zimapanica S. Schauer (Catalán, 2004)

Desmodium ambiguum Hemsl. (Martínez-Gordillo, 2014)

Desmodium bellum (S.F. Blake) B.G. Schub. (Rzedowski y Zamudio, 2001)

Desmodium densiflorum Hemsl. (Catalán, 2004)

Desmodium helleri Peyr. (Catalán, 2004)

Desmodium jaliscanum S. Watson (Catalán, 2004)

Desmodium occidentale (C.V. Morton) Standl. (Villarreal, 1980)

Desmodium sumichrastii (Schindl.) Standl. (Santiago, 2014)

Diphysa puberulenta Rydb. (Catalán, 2004)

Erythrina americana Mill. (Pérez, 1991)

Erythrina berenices Krukoff & Barneby (Neil, 1983)

Erythrina chiapasana Krukoff (Flores, 2002)

Erythrina florenciae Krukoff & Barneby (Miller et al., 1987)

Erythrina goldmanii Standl. (Sánchez et al., 2013)

Galactia incana (Rose) Standl. (Catalán, 2004)

Harpalyce arborescens A. Gray (Catalán, 2004)

Indigofera cuernavacana Rose (Rzedowski y Zamudio, 2001)

Inga eriocarpa Benth. (Catalán, 2004)

Inga latibracteata Harms (Aguilar, 2008)

Lonchocarpus hidalgensis Lundell 1946 (Durán et al., 2002)

Lupinus campestris Schltdl. & Cham. (Catalán, 2004)

Marina grammadenia Barneby (Catalán, 2004)

Phaseolus chiapanus Piper (Munn-Estrada y Mendonza, 2001)

Phaseolus glabellus Piper (Castillo-Hernández, 2012)

Phaseolus perplexus A. Delgado (Ramírez, 2000)

Rhynchosia amabilis Grear (Pérez- Farrera et al., 2011)
Rhynchosia tarphantha Standl. (Sánchez et al., 2008)
Senna foetidissima (G. Don) H.S. Irwin & Barneby (Martínez-Gordillo, 2014)
Tephrosia abbotiae C.E. Wood (Martínez-Gordillo, 2014)
Tephrosia langlassei Micheli (Catalán, 2004)
Vigna umbellata (Thunb.) Ohwi & Ohashi (Ramírez, 2016)
Zapoteca sousae H.M. Hern. & A. Campos (Catalán, 2004)
Senna foetidissima (G. Don) H.S. Irwin & Barneby (López, 1995)

Fagaceae

Quercus acherdophylla Trel. (Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014; Catalán, 2004)
Quercus affinis Scheidw. (Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014; Corral et al., 2005; Fortanelli-Martínez et al., 2014; García-De la Cruz, 2013)
Quercus clivicola Trel. & C.H. Müll. (Catalán, 2004)
Quercus crassipes Bonpl. (Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014; Catalán, 2004)
Quercus depressa Bonpl. (Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014; Catalán, 2004)
Quercus diversifolia Née (Catalán, 2004)
Quercus gentryi C.H. Müll. (Catalán, 2004)
Quercus germana Schltld. & Cham. (Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014; Corral et al., 2005; Fortanelli-Martínez et al., 2014; Pérez, 1991; Catalán, 2004)
Quercus glaucescens Bonpl. (Catalán, 2004)
Quercus greggii (A. DC.) Trel. (Catalán, 2004)
Quercus laeta Liebm. (Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014; Fortanelli-Martínez et al., 2014; Gómez, 2010; Reynoso, 2014)
Quercus laxa Liebm. (Catalán, 2004)
Quercus liebmannii Oerst. ex Trel. (Monterroso-Rivas et al., 2013)
Quercus macdougallii Martínez (Gómez, 2010; Vizcaíno, 2015; Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014)
Quercus martinezii C.H. Müll. (Gómez, 2010; Vizcaíno, 2015; Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014)
Quercus mexicana Humb. & Bonpl. (Nava y Robles 1997; Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014)
Quercus obtusata Bonpl. (Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014; Fortanelli-Martínez et al., 2014; Monterroso-Rivas et al., 2013; Castillo, 2013; Rodríguez, 2015)
Quercus pinnativenulosa C.H. Müll. (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Vizcaíno, 2015)
Quercus planipocula Trel. (Catalán, 2004)
Quercus praineana Trel. (Catalán, 2004)
Quercus repanda Bonpl. (Catalán, 2004)
Quercus rhysophylla Weath. (Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014; Fortanelli-Martínez et al., 2014)
Quercus rubramenta Trel. (Catalán et al., 2003; Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014)
Quercus salicifolia Née (Castillo-Batista et al., 2016, García-De la Cruz, 2013; Santiago, 2006; Pérez, 1991)
Quercus sartorii Liebm. (Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014; Corral et al., 2005; Castillo, 2013; Vizcaíno, 2015; Pérez, 1991; Smith, 1995)
Quercus scytophylla Liebm. (Padilla-Velarde et al., 2006; Reynoso, 2014; Rodríguez, 2015; Santiago, 2014; Santiago, 2006; Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014)
Quercus subspathulata Trel. (Santiago, 2014)
Quercus uxoris McVaugh (Padilla-Velarde et al., 2006; Santiago, 2006; Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014)

Quercus vicentensis Trel. (Catalán, 2004)
Quercus xalapensis Bonpl. (Padilla–Velarde et al., 2006; Fortanelli-Martínez et al., 2014; García-Franco et al., 2008; Santiago, 2014; Santiago, 2006; Sotomayor, 2009; Pérez, 1991; Valencia-A. y Gual-Díaz, 2014)

Garryaceae

Garrya longifolia Rose (Padilla–Velarde et al., 2006)

Gesneriaceae

Columnnea erythrophaea Decne. ex Houliet (Pérez- Farrera et al., 2011)

Smithiantha cinnabarina (Linden) Kunze (Salas et al., 2007)

Solenophora chiapasensis D.N. Gibson (Breedlove y Bourell, 1988)

Solenophora tuxtensis Ramírez-Roa & Ibarra-Manr. (Campos, 1997)

Kohleria rugata (Scheidw.) L.P. Kvist & L.E. Skog (Ramírez, 2017)

Smithiantha zebrina (Regel) Kuntze (Ruiz-Jiménez et al., 2012)

Grossulariaceae

Ribes affine Kunth (Catalán, 2004)

Hydrangeaceae

Deutzia mexicana Hemsl. (Catalán, 2004)

Philadelphus affinis Schltld. (Catalán, 2004)

Juglandaceae

Carya palmeri W.E. Manning (Catalán, 2004)

Juglans mollis Engelm. Corral et al., 2005; (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Smith, 1995; Catalán, 2004)

Juglans pyriformis Liebm. (Smith, 1995)

Lamiaceae

Cunila lythrifolia Benth. (Santiago, 2014; Santiago, 2006; Catalán, 2004)

Cunila pycnantha B.L. Rob. & Greenm. (Catalán, 2004)

Lepechinia nelsonii (Fernald) Epling (Catalán, 2004)

Salvia albocaerulea Linden (Santiago, 2014)

Salvia fluviatilis Fernald (Catalán, 2004)

Salvia fulgens Cav. (Catalán, 2004)

Salvia gesneriflora Lindl. & Paxton (Catalán, 2004)

Salvia helianthemifolia Benth. (ava y Robles 1997)

Salvia iodantha Fernald (Santiago, 2014; Santiago, 2006)

Salvia karwinskii Benth. (Ramírez, 2017)

Salvia longispicata M. Martens & Galeotti (Torres, 2017)

Salvia mexicana L. (Nava y Robles 1997)

Salvia prunelloides Kunth (Bodo, 2017)

Salvia sessei Benth. (Catalán, 2004)

Salvia thyrsoiflora Benth. (Santiago, 2014; Santiago, 2006)

Salvia tonalensis Brandege (Pérez- Farrera et al., 2011)

Satureja macrostema (Benth.) Briq. (Díaz y Tejero-Díez, 2008)

Stachys rotundifolia Moç. & Sessé ex Benth. (López-Patiño y Serrano, 2009)

Salvia townsendii Fernald (Catalán, 2004)

Lauraceae

Beilschmiedia manantlanensis Cuevas & Cochrane (Padilla–Velarde et al., 2006; González, 2009; Mejía, 2003)

Cinnamomum breedlovei (Lundell) Kosterm. (Boyle et al., 1993)

Cinnamomum effusum (Meisn.) Kosterm. (Corral et al., 2005; Fortanelli-Martínez et al., 2014; García-Franco et al., 2008; García-De la Cruz, 2013)

Cinnamomum hartmannii (I.M. Johnst.) Kosterm. (Rodríguez, 2015)

Cinnamomum pachypodium (Nees) Kosterm. (Santiago, 2014; Santiago, 2006)

Cinnamomum salicifolium (Nees) Kosterm. (Catalán, 2004)

Licaria glaberrima (Lundell) C.K. Allen (Pérez- Farrera et al., 2011)

Ocotea congregata van der Werff (Lórea-Hernández et al., 2014)

Ocotea disjuncta Lorea-Hern. (García-Franco et al., 2008)

Ocotea klotzschiana (Nees) Hemsl. (Catalán, 2004)

Ocotea matudae Lundell (Pérez- Farrera et al., 2011)

Ocotea parvula (Lundell) van der Werff (Ramírez, 2000)

Ocotea psychotrioides Kunth (García-Franco et al., 2008; Castillo, 2013)

Ocotea tonii (Lundell) van der Werff (Méndez y Shilom, 1982)

Persea cinerascens S.F. Blake (Amith y Mendoza, 2009)

Persea hintonii C.K. Allen (Padilla–Velarde et al., 2006; Rodríguez, 2015; Santiago, 2014; Santiago, 2006; Castillo-Batista et al., 2016, Catalán, 2004)

Ocotea candidovillosa Lorea-Hern. (Catalán et al., 2003)

Lentibulariaceae

Pinguicula lilacina Schltdl. & Cham. (Guerrero, 2016)

Linaceae

Cladocolea loniceroides (Tiegh.) Kuijt (Galindo-Leal, 2017)

Linum mexicanum Kunth (Ramírez, 2016)

Linum orizabae Planch. (Catalán, 2004)

Loganiaceae

Spigelia humboldtiana Cham. & Schltdl. (Ramírez, 2017)

Loranthaceae

Struthanthus deppeanus (Schltdl. & Cham.) D. Don (Ramírez, 2017)

Cladocolea loniceroides (Tiegh.) Kuijt (Galván et al., 2013)

Lythraceae

Cuphea caeciliae Koehne (Mejía, 2003)

Cuphea bustamenta La Llave (Ledesma, 2011)

Cuphea nitidula Kunth (Catalán, 2004)

Magnoliaceae

Magnolia dealbata Zucc. (Aguilar, 2008; Castillo, 2013; Pérez, 2008; Catalán, 2004)

Magnolia iltisiana A. (Vázquez Catalán, 2004)

Magnolia pacifica A. (Vázquez Reynoso, 2014)

Magnolia schiedeana Schltdl. (Fortanelli-Martínez et al., 2014; García-Franco et al., 2008; Pérez, 1991)

Magnolia guerrerensis J. Jiménez Ram., K. Vega & Cruz-Durán (Jiménez y Vega, 2006)

Magnolia sharpii Miranda (Ramírez, 2017)

Magnolia vazquezii Cruz Durán & K. Vega (Ramírez, 2005)

Malvaceae

Hampea breedlovei Fryxell (Breedlove, 1981 (CAS))

Hampea montebellensis Fryxell (Ramírez, 2015)

Heliocarpus pallidus Rose (Sánchez, 2013)

Pavonia pleuranthera (DC.) Fryxell (Padilla–Velarde et al., 2006; Catalán, 2004)

Pavonia uniflora (Sessé & Moc.) Fryxell (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Castillo, 2013)

Robinsonella mirandae Gómez-Pompa (Catalán, 2004)

Triumfetta acracantha Hochr. (Harleston, 2016)

Triumfetta barbosa Lay (Santiago, 2014)

Triumfetta galeottiana Turcz. (Cornejo y Tenorio, 2009)

Triumfetta gonophora W.W. Thomas & McVaugh (Wetter et al., 1989)

Triumfetta paniculata Hook. & Arn. (Martínez-Gordillo, 2014)

Marantaceae

Calathea soconuscum Matuda (Pascual, 2005)

Marattiaceae

Marattia laxa Kunze (Carvajal-Hernández, et al., 2014; García-Franco et al., 2008; Castillo, 2013; Juárez, 2013; Catalán, 2004)

Marcgraviaceae

Marcgravia stonei Utley (García-Franco et al., 2008)

Melastomataceae

Clidemia submontana Rose ex Gleason (Catalán, 2004)

Conostegia arborea (Schltdl.) Steud. (García-Franco et al., 2008; García, 2012; García, 2014)

Heterocentron mexicanum Hook. & Arn. (Catalán, 2004)

Miconia anisotricha (Schltdl.) Triana (Pérez, 1991)

Miconia chrysonoura Triana (García-Franco et al., 2008; Aguilar, 2008; Pérez, 2013; Pérez, 2008; Reyes, 2015)

Miconia globulifera Naudin (Catalán, 2004)

Miconia liebmannii Cogn. (Aguilar, 2008)

Miconia mcvaughii Wurdack (Catalán, 2004)

Miconia militis Wurdack (Catalán, 2004)

Miconia saxicola Brandegees (Catalán, 2004)

Monochaetum calcaratum (DC.) Triana (Catalán, 2004)

Monochaetum pulchrum Decne. (Catalán, 2004)

Tibouchina araneicalyx de Santiago (Santiago, 2001)

Tibouchina galeottiana (Naudin) Cogn. (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Castillo, 2013)

Tibouchina naudiniana (Decne.) Cogn. (Hernández, 2015)

Tibouchina scabriuscula (Schltdl.) Cogn. (Catalán, 2004)

Tibouchina tortuosa (Bonpl.) Almeda (Todzia, 2002)

Meliaceae

Trichilia japurensis C. DC. (Catalán, 2004)

Monimiaceae

Mollinedia mexicana Perkins (Catalán, 2004)

Mollinedia oaxacana Lorence (Catalán, 2004)

Moraceae

Ficus lapathifolia (Liebm.) Miq. (Catalán, 2004)

Myrsinaceae

Gentlea penduliflora (A. DC.) Pipoly & Ricketson (Rincón, 2004)

Parathesis tenuis Standl. (Aguilar, 2008)

Parathesis villosa Lundell (Padilla–Velarde et al., 2006; Santiago, 2014)

Gentlea penduliflora (A. DC.) Pipoly & Ricketson (Ruiz-Jiménez et al., 2012)

Myrtaceae

Calyptranthes karwinskyana O. Berg (Catalán, 2004)

Eugenia crenularis Lundell (Catalán, 2004)

Eugenia culminicola McVaugh (Rodríguez, 2015; Santiago, 2014)

Eugenia mexicana Steud. Vizcaíno, 2015; Catalán et al., 2003

Eugenia ravenii Lundell (Álvarez, 1981)

Eugenia rekoii Standl. (Catalán, 2004)

Eugenia uliginosa Lundell (Pérez- Farrera et al., 2011)

Eugenia nigrita Lundell (Farrera, 1994)

Onagraceae

Fuchsia cylindracea Lindl. (Catalán, 2004)

Fuchsia decidua Standl. (Catalán, 2004)

Fuchsia fulgens DC. (Catalán, 2004)

Fuchsia obconica Breedlove (Rodríguez, 2015)

Lopezia lopezioides (Hook. & Arn.) Plitmann, P.H. Raven & Breedlove (Breedlove, 1980 (CAS))

Orchidaceae

Arpophyllum giganteum Hartw. ex Lindl. (Pérez- Farrera et al., 2011)

Arpophyllum laxiflorum Pfitzer (Ramírez, 2013)

Artorima erubescens (Lindl.) Dressler & G.E. Pollard (Tapia, 2016)

Beloglottis mexicana Garay & Hamer (García-Franco et al., 2008; Salazar, 2010)

Bletia neglecta Sosa (Ponce-Vargas et al., 2006)

Campylocentrum schiedei (Rchb. f.) Benth. ex Hemsl. (Munn-Estrada y Kasey, 2001)

Cuitlauzina pendula La Llave & Lex. 1825 (Treviño, 2002)

Cyclopogon luteo-albus (A. Rich. & Galeotti) Schltr. (Ponce-Vargas et al., 2006)

Dichaea glauca (Sw.) Lindl. (Ponce-Vargas et al., 2006; Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2017)

Dichaea intermedia Ames & Correll (Blass, 1995)

Dichaea neglecta Schltr. (García-Franco et al., 2008; Salazar, 2010; Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2017)

Encyclia candollei (Lindl.) Schltr. (John, 2004)

Epidendrum anisatum La Llave & Lex. (Ponce-Vargas et al., 2006; Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2017)

Epidendrum longipetalum A. Rich. & Galeotti (Ponce-Vargas et al., 2006)

Epidendrum martinezii L. Sánchez & Carnevali (Pérez- Farrera et al., 2011)

Epidendrum mixtum Schltr. (Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2017)

Epidendrum pseudoramosum Schltr. (Rendón et al., 2017)

Erycina hyalinobulbon (La Llave & Lex.) N.H. Williams & M.W. Chase (Valentinez, 2015)
Gongora galeata (Lindl.) Rchb. f. (Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2017)
Govenia dressleriana E.W. Greenw. (Manzano, 2015)
Govenia praecox Salazar & E.W. Greenw. (Ponce-Vargas et al., 2006)
Habenaria agapitae R. González & Reynoso (Ceballos y García, 2008)
Habenaria jaliscana S. Watson (Ponce-Vargas et al., 2006)
Homalopetalum pumilum (Ames) Dressler (Mejía, 1995)
Isochilus bracteatus (La Llave & Lex.) Salazar & Soto Arenas ex Espejo (López-Ferrari 2000 Hernández, 2017)
Isochilus langlassei Schltr. (Salazar, 2002)
Lepanthes attenuata Salazar, Soto Arenas & O. Suárez (García-Franco et al., 2008; Martínez, 2010)
Lepanthes cryptostele Salazar & Soto Arenas (Lorea, 1983)
Lepanthes guerrerensis Salazar & Soto Arenas (Rodríguez-Jiménez et al., 2005)
Lepanthes nagelii Salazar & Soto Arenas (Jiménez y Martínez, 2003)
Lycaste aromatica (Hook.) Lindl. (Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2017)
Lycaste cruenta (Lindl.) Lindl. (Damon y Jiménez, 2008)
Lycaste deppei (G. Lodd.) Lindl. (Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2017)
Malaxis hagsateri Salazar (Rodríguez-Jiménez et al., 2005)
Malaxis rosilloi R. González & E.W. Greenw. (López-Patiño et al., 2008)
Masdevallia floribunda Lindl. (De la Cruz, 2017)
Maxillaria densa Lindl. Cuervo, 2010
Maxillaria hagsateriana Soto Arenas (Cuervo, 2010)
Maxillaria houtteana Rchb. f. (Salinas y Pascual, 2006)
Maxillaria meleagris Lindl. (Cuervo, 2010; García-Franco et al., 2008; Castillo, 2013; Salazar, 2010)
Mormodes maculata (Klotzsch) L.O. Williams (Ponce-Vargas et al., 2006)
Mormodes nagelii L.O. Williams (Pérez- Farrera et al., 2011)
Mormodes tuxtlenensis Salazar (Pérez- Farrera et al., 2011)
Oestlundia cyanocolumna (Ames, F.T. Hubb. & C. Schweinf.) W.E. Higgins (Higgins, 1998)
Oncidium ghiesbreghtianum (Whitten, 2005)
Oncidium karwinskii (Lindl.) Lindl. (García, 2009)
Oncidium sphacelatum Lindl. (De la Cruz, 2017)
Oncidium unguiculatum Lindl. (García, 2016)
Prosthechea punctulata (Rchb. f.) Soto Arenas & Salazar (López-Patiño et al., 2008)
Rhynchostele cervantesii (Lex.) Soto Arenas & Salazar (Ramírez, 2016)
Rhynchostele rossii (Lindl.) Soto Arenas & Salazar (Ponce-Vargas et al., 2006)
Scaphyglottis crurigera (Bateman ex Lindl.) Ames & (Correll Gomez, 2009)
Sobralia macrantha Lindl. (Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2017)
Stanhopea hernandezii (Kunth) Schltr. (Escalante, 2008)
Stanhopea martiana Bateman ex Lindl. (García, 2011)
Stelis bidentata Schltr. (Pérez- Farrera et al., 2011)
Stelis bidentata Schltr. (Pérez- Farrera et al., 2011)
Stelis oestlundiana (L.O. Williams) Pridgeon & M.W. Chase (Juarez, 2013; Reyes, 2015)

Stelis ornata (Rchb. f.) Pridgeon & M.W. Chase (Ponce-Vargas et al., 2006)

Stelis veracruzensis R. Solano (Aguilar, 2008)

Trichocentrum pachyphyllum (Hook.) R. Jiménez & Carnevali (Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2017)

Passifloraceae

Passiflora exsudans Zucc. (Paz, 2016)

Pentaphragaceae

Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy (Rodríguez, 2015; Santiago, 2014; Santiago, 2006; Catalán, 2004, Catillo-Batista et al., 2016)

Cleyera serrulata Choisy (Catalán, 2004)

Ternstroemia dentisepala B.M. Barthol. (Santiago, 2014)

Ternstroemia huasteca B.M. Barthol. (Catalán, 2004)

Phyllanthaceae

Phyllanthus adenodiscus Müll. Arg. (Catalán, 2004)

Picramniaceae

Picramnia guerrerensis W.W. Thomas (Padilla-Velarde et al., 2006)

Picramnia xalapensis Planch. (Catalán, 2004)

Pinaceae

Abies vejari Martínez (Catalán, 2004)

Pinus douglasiana Martínez (Rodríguez, 2015; Santiago, 2014; Santiago, 2006)

Pinus greggii Engelm. ex Parl. (Ponce-Vargas et al., 2006)

Pinus herrerae Martínez (Rodríguez, 2015)

Pinus pringlei Shaw (Catalán, 2004)

Piperaceae

Peperomia donaguiana C. DC. (García-Franco et al., 2008; Castillo, 2013; Salazar, 2010)

Peperomia pseudoalpina Trel. (Cuervo, 2010)

Peperomia hintonii Yunck. (Pérez-Farrera et al., 2011)

Piper nudum C. DC. (García-Franco et al., 2008; Catalán, 2004)

Piper rosei C. DC. (Catalán, 2004)

Piper uhdei C. DC. (Catalán, 2004)

Plantaginaceae

Plantago alismatifolia Pilger (Pérez-Farrera et al., 2011)

Poaceae

Chusquea circinata Soderstr. & C.E. (Calderón Gándara, 2009)

Pennisetum crinitum (Kunth) Spreng. (Breedlove, 1981 (CAS))

Trisetum virletii E. Fourn. (Catalán, 2004)

Zea diploperennis H.H. Iltis, Doebley & R. Guzmán (Santiago, 2014; Santiago, 2006)

Polemoniaceae

Cobaea rotundiflora L.A. Prather (Ventura y López, 1987)

Polygalaceae

Monnina ciliolata DC. (Catalán, 2004)

Polygala appressipilis S.F. Blake (Martorell, 2013)

Pecluma ferruginea (M. Martens & Galeotti) M.G. Price (Salas et al., 2001)

Pteridaceae

Pteris chiapensis A.R. Sm. (Pérez-Farrera et al., 2011)

Ranunculaceae

Thalictrum galeottii Lecoyer (Pérez-Farrera et al., 2011)

Rhamnaceae

Colubrina macrocarpa (Cav.) G. Don (Catalán, 2004)

Karwinskia latifolia Standl. (Catalán, 2004)

Rosaceae

Cercocarpus macrophyllus C.K. Schneid. (Nava y Robles 1997)

Photinia mexicana (Baill.) Hemsl. (Catalán, 2004)

Photinia oblongifolia Standl. (Catalán, 2004)

Prunus samyoides Schtdl. (Corral et al., 2005; García-Franco et al., 2008; Catalán, 2004)

Prunus tetradenia Koehne (Velasco, 2008)

Rubus caudatisepalus Calderón (Catalán, 2004)

Rubus cymosus Rydb. (Catalán, 2004)

Rubus humistratus Steud. (Catalán, 2004)

Rubus liebmannii Focke (Nava y Robles 1997)

Rubus schiedeanus Steud. (Catalán, 2004)

Rubus verae-crucis Rydb. (Catalán, 2004)

Rubiaceae

Arachnothryx bourgaei (Standl.) Bohr. (Nee, 1981)

Arachnothryx manantlanensis (Lorence) Bohr. (García-Franco et al., 2008)

Arachnothryx pyramidalis (Lundell) Bohr. (Rodríguez, 2015)

Arachnothryx scabra (Hemsl.) Borh. (Velasco et al., 2006)

Bellizinca scottii (J.H. Kirkbr.) Borh. (Breedlove, 1983 (CAS))

Bouvardia cordifolia DC. (Catalán, 2004)

Bouvardia longiflora (Cav.) Kunth (Catalán, 2004)

Deppea cornifolia Benth. (Martínez-Gordillo, 2014)

Deppea hernandezii Lorence (Catalán, 2004)

Deppea hintonii Bullock (Catalán, 2004)

Deppea longifolia Borh. (Catalán, 2004)

Deppea microphylla Greenm. (Catalán, 2004)

Deppea obtusiflora (Benth.) Benth. (Aguilar, 2008)

Deppea purpusii Standl. (Fortanelli-Martínez et al., 2014)

Deppea umbellata Hemsl. Catalán, 2004

Faramea schultesii Standl. Catalán, 2004

Hoffmannia cuneatissima B.L. Rob. (Santiago, 2014; Santiago, 2006)

Hoffmannia guerrerensis Borh. & J. Rojas (Gual et al., 2003)

Hoffmannia minuticarpa Dwyer & Lorence (Catalán, 2004)

Hoffmannia oaxacensis Lorence & Dwyer ex Bohr. (Catalán, 2004)

Hoffmannia orizabensis Standl. (Catalán, 2004)

Hoffmannia strigillosa Hemsl. (Catalán, 2004)

Omitemia longipes Standl. (Catalán, 2004)

Randia mixe Borh. & E. Martínez (Salas et al., 1997)
Randia xalapensis M. Martens & Galeotti (Pérez, 1991; Catalán, 2004)
Rogiera langlassei (Standl.) Borh. 1982 8Velasco et al., 20049
Rogiera ligustroides (Hemsl.) Borh. (Cházaro et al., 1988)
Sommeria arborescens Schltdl. (Aguilar, 2008; Castillo, 2013; Catalán, 2004)

Rutaceae

Casimiroa watsonii Engl. (Catalán, 2004)
Choisya ternata (La Llave) Kunth (Catalán, 2004)
Decatropis bicolor (Zucc.) Radlk. (Catalán, 2004)
Zanthoxylum xicense Miranda (Catalán, 2004)

Sabiaceae

Meliosma nesites I.M. Johnst. (Padilla–Velarde et al., 2006; Reynoso, 2014; Santiago, 2014;)Santiago, 2006; Catalán, 2004)
Meliosma oaxacana Standl. (Catalán, 2004)

Salicaceae

Populus guzmanantlensis A. (Vázquez & Cuevas Catalán, 2004)
Populus simaroa Rzed. 8Catalán, 2004)
Salix paradoxa Kunth (Catalán et al., 2003)

Sapindaceae

Serjania flaviflora Radlk. (Catalán, 2004)

Selaginellaceae

Selaginella extensa Underw. (Mendoza et al., 2009)
Selaginella popayanensis Hieron.(Pérez-Farrera et al., 2011)
Selaginella schiedeana (Sánchez y Tejero-Díez, 2011)

Schizaeaceae

Anemia semihirsuta Mickel Aguilar, 2008

Scrophulariaceae

Buddleja parviflora Kunth (Santiago, 2014; Santiago, 2006)
Russelia maculosa Lundell (Catalán, 2004)
Russelia syringifolia Schldtl. & Cham. (Catalán, 2004)

Smilacaceae

Smilax pringlei Greenm. (Fortanelli-Martínez et al., 2014)

Solanaceae

Cestrum elegans (Brongn.) Schltdl. (García-Franco et al., 2008; Castillo, 2013; Pérez, 1991)
Cestrum endlicheri Miers (Catalán, 2004)
Cestrum fasciculatum (Schltdl.) Miers (Pérez, 1991)
Cestrum fulvescens Fernald (Catalán, 2004)
Cestrum miradoreense Francey (Palacios y Rzedowski, 1993, Catalán, 2004)
Cestrum oblongifolium Schltdl. (Fortanelli-Martínez et al., 2014; Nava y Robles 1997)
Lycianthes stephanocalyx (Brandege) Bitter (Pérez-Farrera et al., 2011)
Lycianthes surotatensis J.L. Gentry (Santiago, 2006; Santiago, 2014; Catalán, 2004)
Physalis subrepens Waterf. (Carranza, 1988)
Physalis volubilis Waterf. (Fortanelli-Martínez et al., 2014)

Physalis greenmanii Waterf. 1967 (Palacios y Rzedowski, 1993)

Solandra guttata D. Don (Catalán, 2004)

Solanum nyctaginoides Dunal (Chamé y Luna-Gómez, 1994)

Solanum pedunculare Schltld. (Romero, 1981)

Solanum refractum Hook. & Arn. (atalán, 2004)

Witheringia mexicana (B.L. Rob.) Hunz. (Catalán, 2004)

Witheringia stellata (Greenm.) Hunz. (Catalán, 2004)

Styracaceae

Styrax radians P.W. Fritsch (Padilla–Velarde et al., 2006)

Styrax ramirezii Greenm. (Reynoso, 2014; Rodríguez, 2015)

Symplocaceae

Symplocos citrea Lex. ex La Llave & Lex. (Padilla–Velarde et al., 2006; Monterroso-Rivas et al., 2013; Castillo-Batista et al., 2016, Santiago, 2014; Santiago, 2006)

Symplocos coccinea Bonpl. (García-Franco et al., 2008; Aguilar, 2008)

Symplocos excelsa L.O. Williams (Rincón y Durán, 2001)

Symplocos jurgensenii Hemsl. (Catalán, 2004)

Symplocos novogaliciana L.M. (González Rodríguez, 2015)

Symplocos sousae Almeda (Treviño, 2002)

Thelypteridaceae

Thelypteris albicaulis (Fée) A.R. Sm. (Rodríguez-Barquet et al., 2010)

Thymelaeaceae

Daphnopsis brevifolia Nevling (Catalán, 2004)

Daphnopsis mexiae Nevling (Catalán, 2004)

Daphnopsis mollis (Cham. & Schltld.) Standl. (Fortanelli-Martínez et al., 2014)

Daphnopsis nevlingii J. Jiménez Ram. & J.L. Contr. (Catalán, 2004)

Urticaceae

Myriocarpa cordifolia Liebm. (Vargas y Castillo, 2008)

Pilea mexicana Wedd. Cabrera, 1989

Urera martiniana V.W. Steinm. (Steinmann y Zamudio 2002)

Tiliaceae

Heliocarpus pallidus Rose (Catalán, 2004)

Valerianaceae

Valeriana palmeri A. Gray (Hernández et al., 2010)

Verbenaceae

Citharexylum glabrum (S. Watson) Greenm. (Catalán, 2004)

Citharexylum hidalgense Moldenke (Catalán, 2004)

Citharexylum ligustrinum Van Houtte (Catalán, 2004)

Citharexylum mexicanum Moldenke (Catalán, 2004)

Violaceae

Viola hookeriana Kunth Fortanelli-Martínez et al., 2014

Zamiaceae

Ceratozamia vovidesii Pérez-Farrera & Iglesias (Aguilar, 2008; Gómez, 2010)

Ceratozamia whitelockiana Chemnick & T.J. Greg. (Aguilar, 2008)

Apéndice IV. Mapa de la República Mexicana (CONABIO, 2010) donde se muestran la distribución de especies registradas (puntos de color rojo) registrados en este trabajo, en color verde la distribución del bosque mesófilo de montaña, propuesto por Cruz-Cárdenas et al. (2012) en color amarillo se muestra la distribución del bosque mesófilo de montaña propuesto por Rzedowski y Reyna-Trujillo (1990).

