

La biodiversidad en la

de Ciudad México

Volumen

II



Licopodios y helechos (Pteridobionta)

José Daniel Tejero Díez
Alin Nadyeli Torres Díaz

Introducción

Los licopodios y helechos fueron las primeras plantas en poseer un sistema vascular que les permite el transporte de agua y nutrientes entre las raíces y el follaje. Ya existían en el devónico (hace 380 millones de años) y formaron parte de las plantas que colonizaron el medio terrestre cuando el oxígeno se acumuló en la atmósfera formando la capa de ozono. Tuvieron su apogeo a fines del mesozoico (hace 65 millones de años) y actualmente representan 4% del total de plantas vasculares del mundo (Sharpe *et al.* 2010), lo que equivale a cerca de 11 mil especies (9 600 helechos y 1 400 licopodios; Hoogland y Reveal 2005, Smith *et al.* 2008).

En la clasificación actual se diferencia a los licopodios y helechos en dos divisiones: Lycopodiophyta y Polypodiophyta. Los helechos presentan hojas desproporcionalmente grandes en relación con el tallo, pecioladas, con varias venas (una sola vena en las hojas de los equisetos, comúnmente llamados cola de caballo y carricillos) y cápsulas (donde se encuentran las esporas) en el anverso o el margen de las hojas o estructuras modificadas de las mismas; mientras que los licopodios tienen las hojas pequeñas en relación con el tallo, con sólo la vena central, sin peciolo y sus cápsulas nacen en la axila de las hojas (Moran 2004).

El conocimiento sobre los helechos y licopodios en México se remonta a la época prehispánica. El Códice Cruz-Badiano, realizado 1552,



Figura 1. a) *Asplenium praemorsum* (Polypodiophyta), helecho epífita que crece en bosque templado húmedo. b) *Selaginella pallescens* (Lycopodiophyta), común en suelos rocosos. Foto: Daniel Tejero-Díez.

refiere varias especies de este grupo de plantas, especialmente el carricillo (*Equisetum hyemale*; De Ávila 2012), *Marsilea* y *Selaginella*. En la actualidad no existe un trabajo de tipo etnobotánico o de botánica económica que reúna información al respecto; sin embargo, a partir de trabajos históricos y locales dispersos se sabe que existen cerca de 50 especies con importancia, principalmente medicinal. Otro aspecto sobresaliente es el uso como especies ornamentales, ya sea como planta de maceta o follaje; muchas especies son extraídas del medio natural para su venta, otras han sido introducidas y pocas se cultivan en viveros.

Descripción

Los pteridobiontes se emparentan con las plantas superiores (coníferas y plantas con flor) por presentar tejido vascular, pero se distinguen de ellas por no producir semillas y frutos (Moran 2004), y se diferencian de los musgos (que también producen esporas), por el peculiar ciclo biológico de fases (asexual y sexual) independientes y por presentar un tejido vascular bien diferenciado (xilema y floema).

El ciclo de vida de los pteridobiontes consiste en dos fases separadas, cada una con morfología diferente: *a*) fase asexual, es la planta que comúnmente se conoce como helecho o licopodio, es herbácea y presenta un abanico de formas de vida que van desde terrestres, acuáticas, epífitas, trepadoras, hasta arborescentes (Page 1979; figura 1), se caracteriza por producir esporas dentro de pequeñas cápsulas (por ello, la fase es denominada esporófito); *b*) fase sexual, tras la germinación de las esporas se forma una pequeña planta (de 1 cm, con forma de corazón o lengua) cuyo papel es la producción de gametos (fase denominada gametófito), los cuales se desplazan a través de películas de agua para lograr la fecundación, de la que nace la fase esporófito (Tejero-Díez y Granillo-Velázquez 2008).

En cuanto a los pteridobiontes, 75% se distribuye en las montañas tropicales de dos

grandes regiones: una en América, entre el sureste de México, las Antillas, Centroamérica y los Andes de Venezuela a Bolivia; otro en el Viejo Mundo, en el sureste de Asia y Malasia; las zonas templadas de ambos hemisferios y África tienen relativamente pocas especies (Tryon 1986, Moran 2004). Son uno de los grupos más diversos y abundantes en la zona montañosa tropical donde generalmente representan alrededor de 13% de la riqueza taxonómica (Kessler 2010), aunque en algunos tipos de vegetación, como el bosque mesófilo de montaña en México, pueden llegar a aportar hasta 19% de la diversidad local de plantas (Kessler 2001, Kessler *et al.* 2001). En México, según Mickel y Smith (2004), se encuentran 1 008 especies de pteridobiontes (cuadro 1), aunque en los últimos 10 años se han descrito cerca de una veintena más.

El conocimiento de la pteridoflora

Gracias al esfuerzo de numerosos colectores botánicos a lo largo de los últimos tres siglos, se tiene una idea más o menos clara de la distribución y comportamiento de este grupo de plantas en la Ciudad de México. La primera referencia científica a un helecho proviene de la lámina 187 de la *Iconografía de la flora mexicana* de Sessé y Mociño de 1893, donde se indica que *Pteris cretica* se colectó en Chapultepec (Tejero-Díez 2010); dato relevante pues se trata de una especie ribereña o riparia considerada exótica (Tejero-Díez y Torres-Díaz 2012), lo que hace suponer la presencia de corrientes de agua en la zona y la pronta introducción de especies por el ser humano.

Durante el siglo xix y primera mitad del xx, botánicos extranjeros como W. Schaffner (1856-1876), M. Bourgeau (1865-1866), C. Pringlei (1902-1903), C. Purpus (1911), E. Lyonnet (1927-1941) y A. Sharp (en la década de los cuarenta) recorrieron las zonas del pedregal de San Ángel-Xitle, los bosques de Cuajimalpa y Contreras, así como las barrancas de la zona sur. Los ejemplares reunidos por estos natura-

listas son una fuente histórica importante, ya que muchas de estas especies no se han vuelto a encontrar y constituyen una referencia directa de los efectos negativos por el cambio de uso del suelo al ambiente natural.

En la segunda mitad del siglo xx, se llevó a cabo una intensa actividad de exploración en la cuenca de México, donde se incluyeron visitas a la ciudad; especialmente los lycopodios y helechos fueron trabajados por Matuda (1956 *a, b*). Otros estudios florísticos regionales que aportaron conocimiento y material botánico de pteridobiontes fueron los de Rzedowski (1954), en el Pedregal de San Ángel, Bopp-Oeste (1956), en la Sierra de Guadalupe y de González-Hidalgo y colaboradores (2002) en Lomas del Seminario (Ajusco). Con los ejemplares acumulados en los distintos herbarios mexicanos y extranjeros, se realizaron los estudios de Arreguín-Sánchez y colaboradores (2004) sobre la pteridoflora de la cuenca de México, donde enlistan 77 especies para la Ciudad de México. Por su parte, Mickel y Smith (2004) indican la existencia de 113 especies y Rivera-Hernández y Espinosa-Henze (2007) 71 especies. A continuación se da a conocer la riqueza, distribución y estado de conservación de los pteridobiontes en la capital del país, con base en los estudios antes mencionados.

Riqueza

La lista de pteridobiontes recopilada para este estudio consta de 121 especies y un híbrido, de las cuales cinco pertenecen a Lycopodiophyta y el resto a Polypodiophyta (apéndice 10). Del total, 14 especies no se consideraron en los análisis dado que son dudosas por no existir colectas adicionales que corroboren su presencia; la mayoría de ellas (11) proceden de recolectas de W. Schaffner, referidas de 1876 a 1880, las cuales son poco claras debido a la confusa organización de la numeración (Rzedowski 1959, Mickel 2012) y son de preferencia macrotermófila (Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez 2004).

Debido a lo anterior, se considera que 108 especies es una cifra mucho más realista, (cuadro 1), lo cual representa 6.6% de la flora vascular en la Ciudad de México, con base a Rivera-Hernández y Espinosa-Henze (2007). La riqueza de pteridobiontes en relación con la superficie de la entidad (índice de biodiversidad $IB = \text{número de especies} / \ln \text{área}$) permite hacer comparaciones con otros estados del país (cuadro 2). De esta manera, la entidad presenta una riqueza de pteridoflora intermedia entre los estados del país, sobrepasa algunas entidades de gran magnitud territorial del norte de México, como Chihuahua, así como otras de semejante superficie en la misma zona latitudinal y climática, como Guanajuato y Tlaxcala. Lo anterior se puede explicar por la heterogeneidad topográfica y de suelos (presencia de pedregales, el gradiente de suelos forestales de montaña y los derivados de acarreo hídrico en la parte baja de las cuencas; Young y Leon 1989, Kessler 2010). Sin embargo, es superado por estados de latitudes más cercanas al trópico o de clima cálido como Morelos, Guerrero, Veracruz y Oaxaca, lo que puede explicarse por el efecto latitudinal ligado a la evapotranspiración y disponibilidad de agua precipitada, dado que la fertilización sexual de estos grupos depende del agua (Kessler 2001, 2010, Hemp 2002, Moran 2004).

La riqueza pteridoflorística se concentra principalmente en cinco géneros de Polypodiophyta: *Cheilanthes* (16 spp., 14.8%), *Asplenium* (12 spp., 11%), *Elaphoglossum* (9 spp., 8%) y el complejo *Pleopeltis-Polypodium* (9 spp., 8%), que en total suman 41.8% de las especies. Estos géneros son los más diversos en el país (Mickel y Smith 2004), y su riqueza se encuentra determinada por la gran extensión de las zonas ecológicas templadas y templadas subhúmedas. En el caso de la Ciudad de México, la presencia de *Cheilanthes* se relaciona con la dominancia de una zona templada subhúmeda y semiárida presente en la sierra

de Guadalupe, sierra de Santa Catarina y los pedregales de San Ángel-Xitle. El resto de los géneros son propios de la zona montañosa templada, que ocupa la zona de Bosques y Cañadas al sur y suroeste de la ciudad, especialmente el complejo *Pleopeltis-Polypodium*, representado por epífitas (Page 1979, Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez 2004, Hietz 2010, Smith y Tejero-Díez 2014).

Distribución

En términos generales, la Ciudad de México no es una región en que haya favorecido la formación de especies endémicas de pteridobiontes, las afinidades de su pteridoflora indican que ha sido colonizada por los helechos y

licopodios provenientes de la cuenca del río Balsas y el Eje Volcánico Transversal (Mooser 1975, Rzedowski, *et al.* 2001). De acuerdo con la regionalización ambiental de la ciudad (Reygadas, en esta obra) y la distribución de los tipos de vegetación (Rzedowski, *et al.* 2001; figuras 2 y 3), la región que guarda una mayor riqueza de pteridobiontes es la denominada Bosques y Cañadas (73 Polypodiophyta y dos Lycopodiophyta). Se trata de un área con una superficie amplia al sur que posee una gran heterogeneidad topográfica, donde la humedad es alta en las cañadas y presenta un gradiente positivo de humedad con respecto a la altitud hasta la zona fría donde decrece; esta característica física promueve el desarrollo de microambientes que favorecen la presencia de

Cuadro 1. Comparación entre la riqueza de géneros (Smith *et al.* 2008) y especies (Mickel y Smith 2004) de la pteridoflora de México y la Ciudad de México.

Taxa superiores	Géneros en México	Especies en México	Géneros en la Ciudad de México	Especies en la Ciudad de México
LYCOPODIOPHYTA				
Lycopodiales				
Lycopodiaceae	3	20	1	1
Selaginellales				
Selaginellaceae	1	80	1	3
Isoetales				
Isoëtaceae	1	6	1	1
PTERIDOPHYTA				
Ophioglossales				
Ophioglossaceae	2	14	2	7
Psilotaceae	1	2	1	1
Marattiales				
Marattiaceae	2	6		
Equisetales				
Equisetaceae	1	3	1	1 + 1 híbrido
Osmundales				
Osmunadaceae	1	2		
Hymenophyllales				
Hymenophyllaceae	6	48		
Gleicheniales				
Gleicheniaceae	4	7		
Schizaeales				
Schizaeaceae	4	26		

Cuadro 1. Continuación.

Taxa superiores	Géneros en México	Especies en México	Géneros en la Ciudad de México	Especies en la Ciudad de México
Cyatheales				
Plagiogyriaceae	1	1	1	1
Metaxyaceae	1	1		
Cyatheaaceae	4	14		
Dicksoniaceae	4	5		
Salviniales				
Marsileaceae	2	8	1	1
Salviniaceae	2	4	1	1
Polypodiales				
Lindsaeaceae	4	9		
Lomariopsidaceae	2	4		
Davalliaceae	1	8	1	1
Dennstaedtiaceae	4	22	1	1
Saccolmataceae	1	2		
Pteridaceae	31	218	10	33
Aspleniaceae	3	89	1	10
Tectariaceae	1	7		
Thelypteridaceae	2	70	1	2
Woodsiaceae	5	42	3	6
Onocleaceae	1	1		
Blechnaceae	2	19	2	2
Dryopteridaceae	14	140	4	17
Oleandraceae	1	1		
Polypodiaceae	19	129	7	19
Totales	131	1008	40	108 especies + 1 híbrido

Fuente: elaborado por los autores.

Cuadro 2. Riqueza de la pteridoflora en diferentes estados de México, expresado como número de especies y por el índice de biodiversidad taxonómica (IB).

Taxa superiores	Géneros en México	Especies en México	Géneros en la Ciudad de México	Especies en la Ciudad de México
Chihuahua	245 000	126	10.2	Knoblok y Correll 1962
Guanajuato	38 768	70	6.6	Díaz-Barriga y Palacios-Ríos 1992
Edo. México	21 196	253	25.4	Tejero-Díez 2007
Tlaxcala	3 997	43	5.2	Mickel y Smith 2004
Distrito Federal	1 485	108	14.8	Presente trabajo
Morelos	4 968	173	20.3	Riba <i>et al.</i> 1996
Veracruz	71 735	561	50.2	Tejero-Díez <i>et al.</i> 2010
Guerrero	64 586	373	33.7	Lorea-Hernández y Velázquez 1998
Oaxaca	93 136	626	54.7	Tejero-Díez y Mickel 2004

Fuente: elaborado por los autores.

numerosas especies de licopodios y helechos, especialmente en el intervalo de los 2 300 a 2 800 msnm (bosques mixtos de coníferas-encino, mesófilo de montaña y de oyamel; Moran 1995, Bhattarai *et al.* 2004, Kessler 2010, Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez 2004). La segunda región de mayor riqueza, con 43 especies de Polypodiophyta y dos de Lycopodiophyta, la constituye Parques y Jardines. Ésta contiene una importante área natural formada por Leptosoles (suelos rocosos) derivados de lavas volcánicas ácidas, con matorral xerófilo y bosques de encino, así como cañadas cubiertas de bosque de encino y vegetación riparia (Luévano-Arroyo 2012); este tipo de ambientes son reconocidos mundialmente por albergar una alta riqueza de pteridofloras altamente adaptadas (Kessler 2010). El resto de las sierras del centro y norte de la ciudad que presentan matorral xerófilo contienen un menor número de especies (sierra de Santa Catarina con 13 especies y sierra de Guadalupe con 10), probablemente como producto de un clima semiárido, aunado a un fuerte impacto ambiental antrópico (figura 2).

Distribución en delegaciones

La distribución de los licopodios y helechos en las distintas delegaciones políticas está ligada a las características ambientales que poseen y también reflejan el esfuerzo de recolecta (figura 4). Se observa que cerca de 75% de los helechos y licopodios habitan únicamente en tres delegaciones (principalmente en Magdalena Contreras, Coyoacán y Cuajimalpa) y que sólo ocho especies se extienden en más de siete delegaciones: una Lycopodiophyta (*Selaginella pallescens*) y siete Polypodiophyta (*Asplenium monanthes*, *A. praemorsum*, *Cheilanthes bonariensis*, *Dryopteris cinnamomea*, *Phlebodium pseudoaureum*, *Polypodium thysanolepis*, *Woodsia mollis*); ninguna de las especies se distribuye en toda la entidad (figura 5).

Una característica relevante de las delegaciones que concentran el mayor número de helechos es que aún cuentan con una amplia cobertura de bosques templados subhúmedos y húmedos. Probablemente Milpa Alta y Tláhuac tienen también un alto número

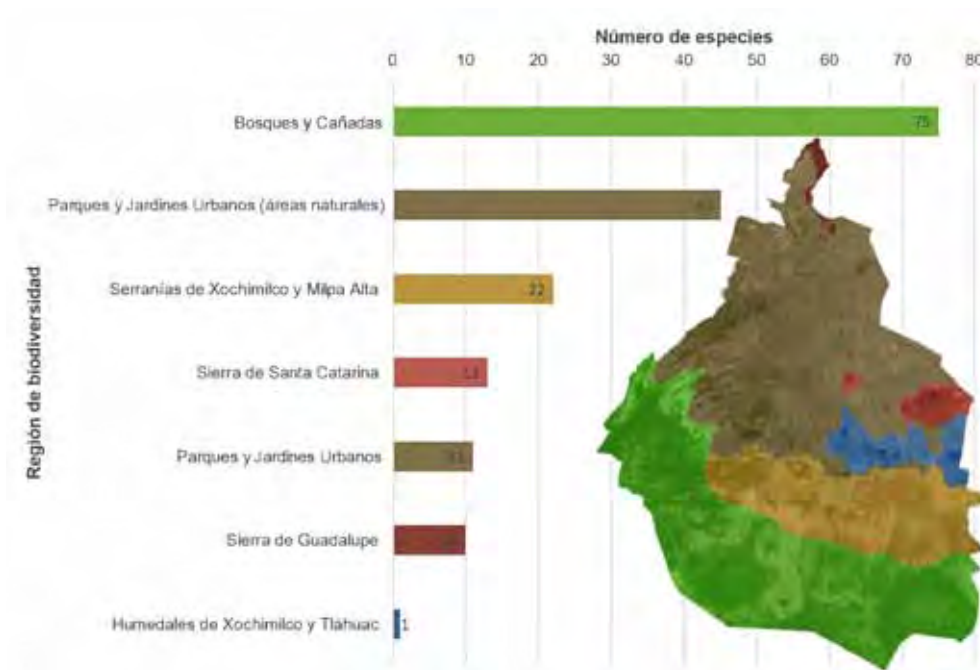


Figura 2. Riqueza de helechos y licopodios por regiones de la entidad. Fuente: elaborado por los autores.

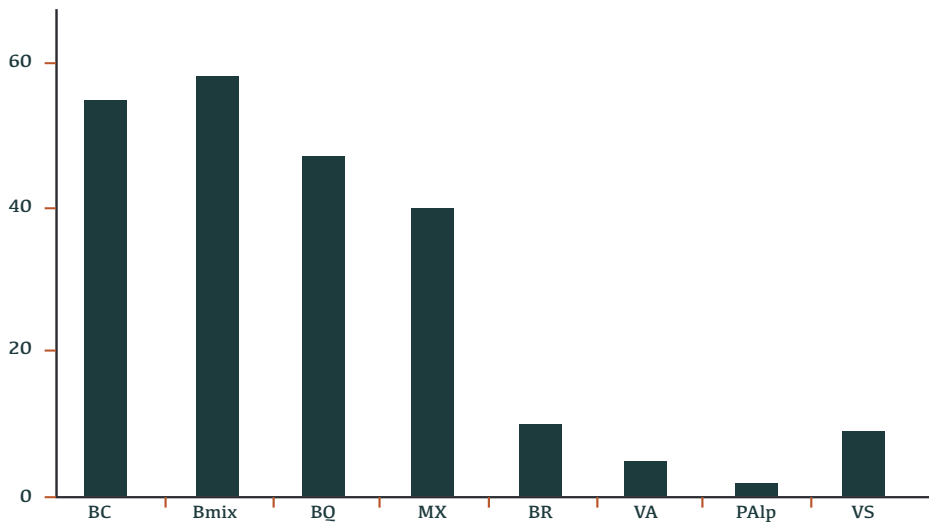


Figura 3. Relación de la cantidad de especies en cada tipo de vegetación. BC, bosque de coníferas; Bmix, bosque mixto (*Pinus-Quercus*); BQ, bosque de *Quercus*; MX, matorral xerófilo; BR, bosque ripario; VA, vegetación acuática; PALp, pastizal alpino, VS, vegetación secundaria. Fuente: elaborado por los autores.

de especies, pero las recolectas no han sido intensas en la región y actualmente presentan un alto grado de perturbación. Aunque en las delegaciones Iztapalapa y Gustavo A. Madero existen sierras de baja altitud, la baja representación de helechos está ligada al clima semiárido predominante en ellas. Muchos de los helechos conocidos de estas áreas son colecciones históricas, provenientes de cuando existían matorrales xerófilos con elementos tropicales como el cuajote (*Bursera fagaroides*) y la tronadora (*Tecoma stans*; Bopp-Oeste 1956); sin embargo, en la actualidad estas zonas están fuertemente impactadas o con reforestaciones inadecuadas de eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), que inhiben el crecimiento de helechos.

Importancia y conservación

En general, los licopodios y helechos se consideran buenos indicadores de los cambios ambientales que puedan afectar a los ambientes naturales debido a la sensibilidad, principalmente del gametófito, a los parámetros microclimáticos y edáficos (Page 1979). Además brindan servicios ambientales de: a) soporte, dado que generan condiciones para el

establecimiento de otras especies, sobretodo en cañadas y bosques húmedos (Kessler *et al.* 2001), donde juegan un papel importante en la estabilización y formación de suelos (Richardson y Walker, 2010); b) provisión, ya que algunas especies son utilizadas en México con fines medicinales, como colas de caballo y carricillos (*Equisetum* spp.; Pérez-Gutiérrez *et al.* 1985), doradillas y flores de peña (*Selaginella* spp.) y el helecho macho (*Dryopteris pseudofilix-mas*), ampliamente vendidos en sitios como el mercado de Sonora (Fernández y Ramos 2001, Linares-Mazari *et al.* s.a.); desde el punto de vista económico, destaca el uso como follaje en la floristería y como plantas de ornato; otro caso especial es *Azolla*, un helecho acuático fijador de nitrógeno utilizado en cultivos de arroz y como gallinaza; c) regulación, en los bosques húmedos los helechos epífitos juegan un papel importante en el ciclo hidrológico (Ambrose 2004, Tejero-Díez 2009), y d) culturales, pues han formado parte de la arquitectura de jardines interiores o de sombra (Foster 1993).

Por otra parte, una forma de vislumbrar el estado de conservación de las especies en este grupo de plantas es la abundancia de cada una de ellas mediante la representación existente en los herbarios. A partir del análisis de la

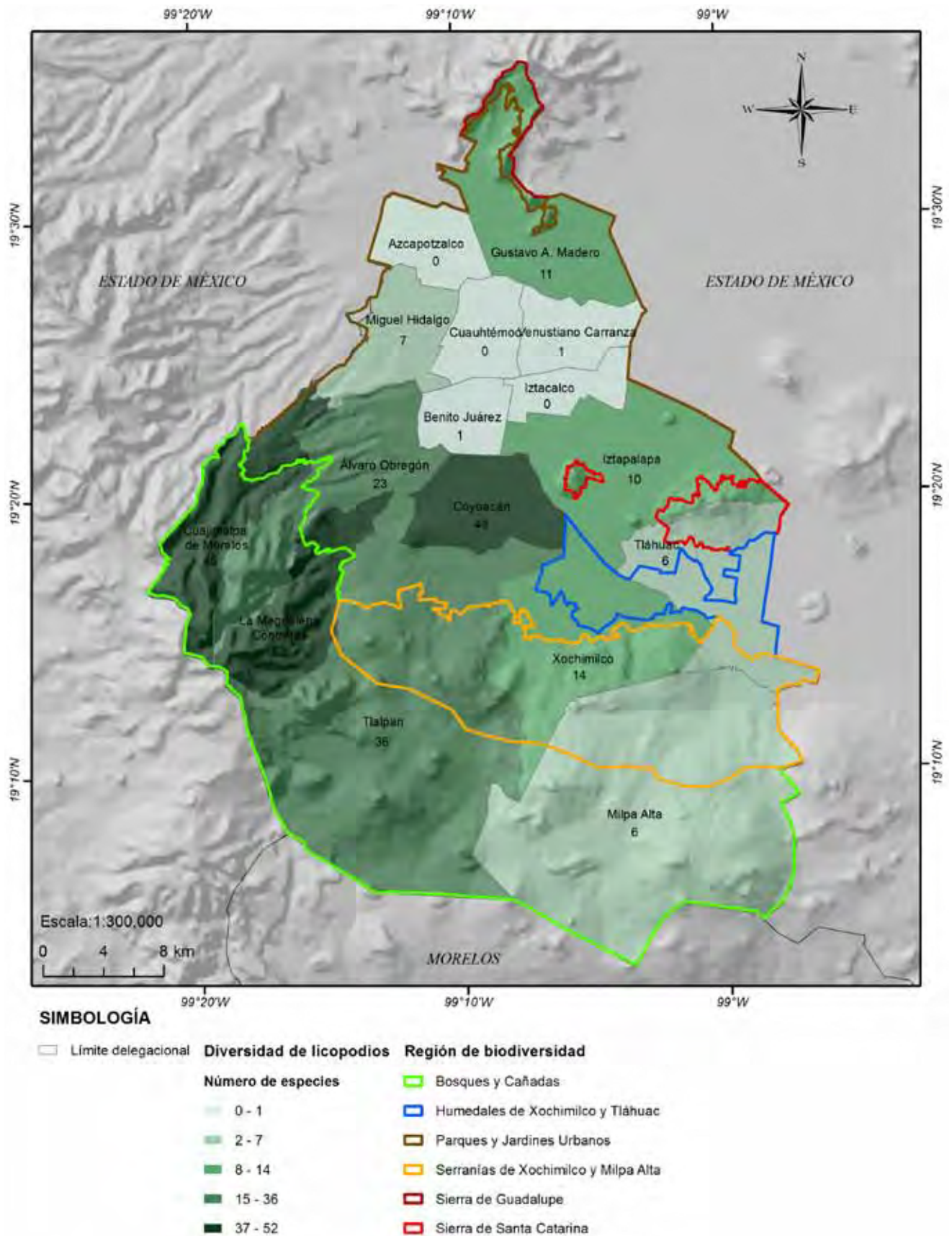


Figura 4. Riqueza de helechos y licopodios por delegación. Los tonos oscuros representan mayor riqueza; los claros, menor cantidad de especies. Fuente: elaborado por los autores.

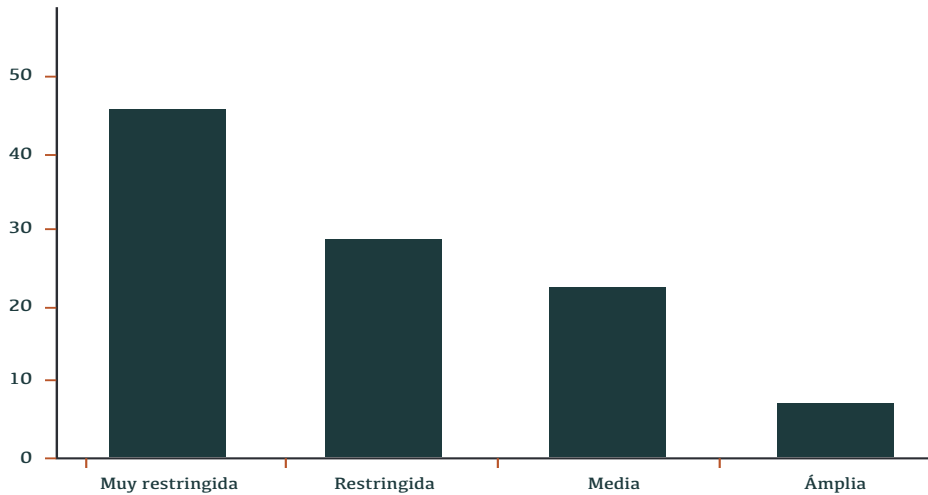


Figura 5. Tipo de distribución de especies considerando el número de delegaciones en las que se encuentran. Fuente: elaborado por los autores.

información sobre las especies presentes en la entidad, recopilada de los registros mostrados en Arreguín-Sánchez y colaboradores (2004), Mickel y Smith (2004) y la base de datos del herbario IEB (Instituto de Ecología, A.C., y Centro Regional del Bajío 2000; figura 6), se puede indicar que 75 especies (69.4%) cuentan con muy pocas recolectas, de éstas 24 (22.2%) se pueden presumir extintas, o al menos sumamente esporádicas, ya que sólo se conocen de colecciones históricas anteriores a 1959; 34 (31.5%) se podrían considerar como muy raras, dado que están representadas por una a tres recolectas, 17 (15.7%) son raras, ya que tienen de cuatro a seis especímenes y, las 33 especies restantes (30%), se pueden considerar como comunes debido a su gran abundancia, entre estas últimas destacan *Asplenium monanthes* (35 colectas), *Cheilanthes myriophylla* (30), *C. bonariensis* (25) y *Pleopeltis thyssanolepis* (25), todas de Polypodiophyta.

De todas las especies enlistadas en el apéndice 10, solamente *Nephrolepis cordifolia* se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de “en peligro de extinción”; aspecto que no debe aplicar en el contexto del país y de la Ciudad de México debido a que se trata de una especie introducida, cultivada y potencialmente invasora (Tejero-Díez y Torres-Díaz 2012).

Como los helechos y lycopodios no han sido debidamente incorporados en las diferentes listas de especies en riesgo, tanto internacionales como la nacional (Mehltreter 2010), es necesario contar con una evaluación local para su conservación y aplicaciones normativas a este nivel. Con la sumatoria de los valores asignados a cada una de las clases de frecuencia de la distribución (figura 5) y abundancia (figura 6) obtenidos y discutidos en este trabajo, es posible ofrecer una evaluación de la vulnerabilidad al impacto ambiental de las especies de pteridobiontes en la ciudad, donde se observa que solamente cuatro especies (3.7%) carecen de riesgo, 32 (29.6%) presentan un riesgo bajo y 47 (43.5%) son vulnerables; esto sin considerar a las especies posiblemente extintas (figura 7).

Conclusión

Los datos anteriores muestran que la Ciudad de México cuenta con una riqueza de pteridobiontes medianamente buena. Esta riqueza está concentrada en unas cuantas áreas boscosas de las delegaciones de Tlalpan, Magdalena Contreras, Álvaro Obregón, Cuajimalpa y en los matorrales del Pedregal de San Ángel que han sido más o menos preservadas. Si se considera que los helechos son buenos

indicadores ambientales por su sensibilidad a la pérdida de humedad, aumento de insola- ción y disminución de microambientes (alla- namiento del medio natural), es preocupante observar que buena parte de esta riqueza (22%) ya ha desaparecido y que al menos 43.5% tiene un fuerte riesgo de disminuir sus poblaciones o de extinguirse en caso de conti- nuar con el impacto antrópico sobre las áreas naturales.

Sin embargo, ya que ninguna de estas espe- cies se encuentra en las listas oficiales de pro- tección, se considera preponderante promover

localmente su conservación mediante una normatividad y otras acciones correspondien- tes. Es contradictorio que, aunque la ciudad cuenta con importantes centros de investiga- ción botánica, existan tan pocos estudios flor- ísticos que permitan un conocimiento suficiente del estado de su pteridoflora. Con excepción de la zona del Pedregal de San Ángel, que ha sido monitoreada constantemente (Rzedowski 1954, Castillo-Argüero *et al.* 2004, Cano-Santana *et al.* 2008), el resto de las zonas de vegetación apenas cuenta con algún estudio ecológico publicado formalmente. Una de las

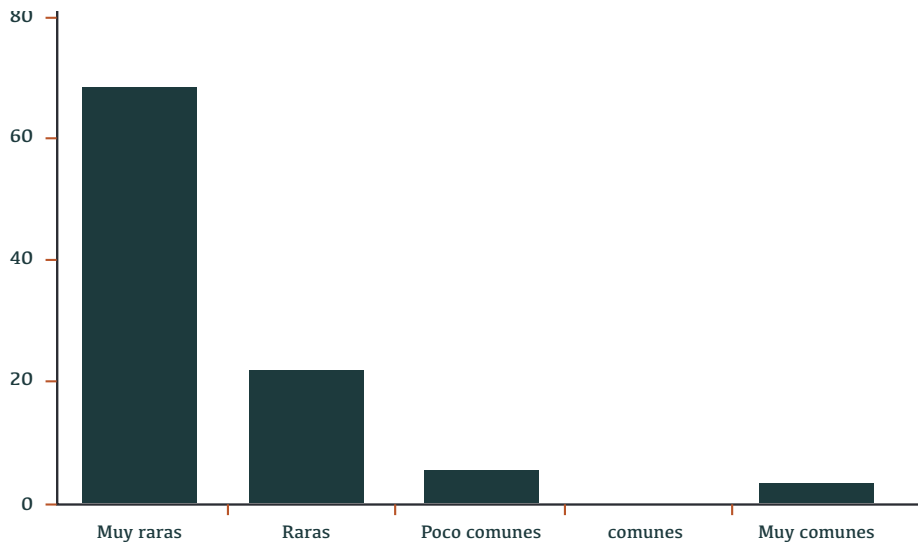


Figura 6. Abundancia de las especies a partir del número de colectas. Fuente: elaborado por los autores.

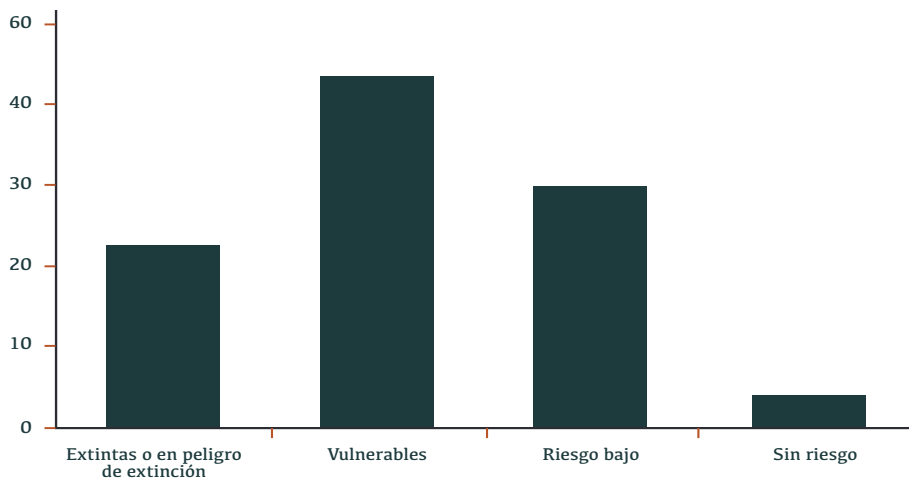


Figura 7. Número de especies en las diferentes categorías de vulnerabilidad. Fuente: elaborado por los autores.

prioridades al respecto es promover estudios florísticos y ecológicos que permitan averiguar la diversidad y estado de conservación de cada

región (por ejemplo Cantoral *et al.* 2009 en la zona de la Magdalena Contreras) así como la forma adecuada de manejo.

Referencias

- Ambrose, A.R. 2004. *Water-holding capacity of canopy soil mats and effects on microclimates in an old-growth redwood forest: A report to Save-the-Redwoods League*. Tesis de Maestría en Ciencias, Humboldt State University. Arcata, CA.
- Arreguín-Sánchez, M.L., R. Fernández-Nava y D.L. Quiroz-García. 2004. *Pteridoflora del valle de México*. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México.
- Bhattarai, K.R., O.R. Vetaas y J.A. Grytnes. 2004. Fern species richness along a central Himalayan elevational gradient, Nepal. *Journal of Biogeography* 31:389-400.
- Bopp-Oeste, M. 1956. *Contribución al estudio de la flora fanerogámica de los cerros situados al norte de la Ciudad de México. Sierra de Guadalupe. Cerros Chiquihuite, Ticoman y Zacatenco*. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Cano-Santana, Z., S. Castillo Argüero, Y. Martínez-Orea y S. Juárez-Orozco. 2008. Análisis de la riqueza vegetal y el valor de conservación de tres áreas incorporadas a la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Distrito Federal (México). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 82:1-14.
- Cantoral, E., L. Almeida, J. Cifuentes, *et al.* 2009. La biodiversidad de una cuenca en la ciudad de México. *Ciencias* 94:28-33
- Castillo-Argüero, S., G. Montes-Cartas, M.A. Romero-Romero, *et al.* 2004. Dinámica y conservación de la flora del matorral de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (D.F. México). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 74:51-75.
- De Ávila, A. 2012. Yerba del coyote, veneno del perro: la evidencia léxica para identificar plantas en el Códice de Cruz Badiano. *Acta Botanica Mexicana* 100:489-526.
- Fernández, R. y D. Ramos. 2001. Notas sobre plantas medicinales del estado de Querétaro, México. *Polibotánica* 12:1-39.
- Foster, F.G. 1993. *Ferns to know and grow*. Timber Press. Oregon.
- González-Hidalgo B., A. Orozco-Segovia y N. Diego-Pérez. 2002. Florística y afinidades fitogeográficas de la Reserva Lomas del Seminario (Ajusco Medio, Distrito Federal). *Acta Botanica Hungarica* 44 (3-4):297-316.
- Hemp, A. 2002. Ecology of the pteridophytes on the southern slopes of mt. Kilimanjaro. I. Altitudinal distribution. *Plant Ecology* 159:211-239.
- Hietz, P. 2010. Ferns adaptations to xeric environments. pp. 140-176. En: *Fern Ecology*. K. Mehlreter, L.R. Walker y J.M. Sharpe (eds.). Cambridge University Press. Cambridge.
- Hoogland, R.D. y J.L. Reveal. 2005. Index nominum familiarum plantarum vascularium. *The Botanical Review* 71(1/2):1-291.
- INECOL. Instituto de Ecología, A.C. y Centro Regional del Bajío. 2000. Herbario IEB Base de datos de REMIB/CONABIO. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Kessler, M. 2001. Pteridophyte species richness in Andean forest in Bolivia. *Biodiversity and Conservation* 10:1473-1495.
- Kessler, M. 2010. Biogeography of ferns. pp. 22-60. En: *Fern Ecology*. K. Mehlreter, L.R. Walker y J.M. Sharpe (eds.). Cambridge University Press. Cambridge.
- Kessler, M., B.S. Parris y E. Kessler. 2001. A comparison of the tropical montane pteridophyte floras of mount Kinabalu, Borneo, and Parque Nacional Carrasco, Bolivia. *Journal of Biogeography* 28:611-622.
- Linares-Mazari, E., R. Bye, T. Balcazar, V. Torres y L. Martínez. s.a. Contribución al conocimiento de las plantas medicinales del Mercado Sonora del Distrito Federal, México. En: *Memoria del Primer Simposio de Herbolaria*. Academia de la Industria Farmacéutica, México.
- Luévano-Arroyo, A.E. 2012. *Regeneración natural de plántulas de encino (Quercus spp.) en un área conservada de la barranca de Tarango*. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Tlalnepantla.
- Matuda, E. 1956a. *Los helechos del Valle de México y alrededores*. *Anales del Instituto de Biología de la UNAM, serie Botánica* 27:49-168.
- Matuda, E. 1956b. *Los helechos del Estado de México*. Dirección de agricultura y ganadería. Gobierno del Estado de México. Toluca.

- Mehlreter, K. 2010. Fern conservation. pp. 323-359 En: *Fern Ecology*. K. Mehlreter, L.R. Walker y J.M. Sharpe. Cambridge University Press. Cambridge..
- Mickel, J.T. 2012. Curador emérito del New York Botanical Garden. Comunicación personal, junio.
- Mickel, J.T. y A.R. Smith. 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 88:1-1054.
- Mooser, F. 1975. Historia geológica de la cuenca de México. pp.7-38. En: *Memorias de las obras del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal*. Departamento del Distrito Federal. México D.F. Tomo I.
- Moran, R.C. 1995. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forest. pp. 359-363 En: *Biodiversity and Conservation of neotropical montane forest*. S.P. Churchill, H. Balslev. E. Forero y J.M. Luteyn (eds.). The New York Botanical Garden. Bronx, Nueva York.
- . 2004. *Natural history of ferns*. Timber Press. Oregon.
- Page, C.N. 1979. The diversity of ferns: An ecological perspective. pp. 10-56 En: *The experimental biology of ferns*. A.F. Dyer (ed.). Academic Press. London.
- Pérez-Gutiérrez, R.M., G. Yescas-Laguna y A. Walkowski. 1985. Diuretic activity of Mexican *Equisetum*. *Journal of Ethnopharmacology* 14:269-272
- Richardson, S.J. y L.R. Walker. 2010. Nutrient ecology of ferns. pp. 111-139 En: *Fern Ecology*. K. Mehlreter, L.R. Walker y J.M. Sharpe. Cambridge University Press. Cambridge.
- Rivera-Hernández, J.E. y A. Espinosa-Henze. 2007. Flora y vegetación del Distrito Federal. pp. 231-253. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Monroe y D. Espinosa (eds.). UNAM. D.F.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel (Distrito Federal, México). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 8:59-129
- . 1959. Las colecciones botánicas de Wilhelm (José Guillermo) Schaffner en San Luis Potosí. I. *Acta Científica Potosina* 3:99-121
- Rzedowski, G.C. de, J. Rzedowski, et al. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2ª Edición. INECOL/CONABIO, Pátzcuaro, México.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- Sharpe, J.M., K. Mehlreter y L.R. Walker. 2010. Ecological importance of ferns. pp. 1-21 En: *Fern Ecology*. K. Mehlreter, L.R. Walker y J.M. Sharpe (eds.). Cambridge University Press. Cambridge, .
- Smith, A.R., K.M. Pryer, E. Schuttpelz, et al. 2008. Fern classification. pp. 417-467 En: *Biology and evolution of ferns and lycophytes*. T.A. Ranker y C.H. Haufler (eds.). Cambridge University Press. Nueva York.
- Smith, A.R. y J.D. Tejero-Díez. 2014. *Pleopeltis* (Polypodiaceae), a redefinition of the genus and new combinations. *Botanical Sciences* 92(1): 43-58.
- Tejero-Díez, D. 2009. Los helechos epífitos: adaptaciones en Polypodiaceae. Red de Información sobre plantas epífitas. Artículo de divulgación No.1. En: <http://www3.inecol.edu.mx/epifitas/ARCHIVOS/documentos/dtd_2009.pdf>, última consulta: 2 de julio de 2012.
- Tejero-Díez, D. 2010. Pteridófitas. pp. 144-155 En: José Mariano Mociño y Martín de Sessé: *La Real Expedición Botánica a Nueva España*. J. Labastida, E. Morales, J.L. Godínez, F. Chiang, M.H. Flores, A. Vargas y M.E. Montemayor (coords). Siglo XXI Editores, UNAM. Vol. XI.
- Tejero-Díez, J.D. y M.L. Arreguín-Sánchez. 2004. Lista con anotaciones de los pteridófitos del Estado de México, México. *Acta Botanica Mexicana* 68:1-82.
- Tejero-Díez, J.D. y M.P. Granillo-Velázquez. 2008. *Plantae: Introducción al estudio de las plantas con embrión*. UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Estado de México.
- Tejero-Díez, J.D. y A.N. Torres-Díaz. 2012. *Phymatosorus grossus* (Polypodiaceae) en México y comentarios sobre otros pteridobiontes no-nativos. *Acta Botánica Mexicana* 96:111-124
- Tryon, R. M. 1986. The biogeography of species, with special reference to ferns. *The Botanical Review* 52(2):117-155.
- Young K. R. y B. León. 1989. Pteridophyte species diversity in central Peruvian Amazon, importance of edaphic specialization. *Brittonia* 41:388-395.