



## Biodiversidad de Pteridophyta en México

### Biodiversity of Pteridophyta in Mexico

Esteban Martínez-Salas<sup>1✉</sup> y Clara H. Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Herbario Nacional de México, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado postal 70-367, 04510 México, D. F., México.

<sup>2</sup>Av. Iman 580, Helios 101, Pedregal de Carrasco, 04700 México, D. F., México.

✉ [ems@ibiologia.unam.mx](mailto:ems@ibiologia.unam.mx)

**Resumen.** Se presenta un resumen sobre la diversidad de las Pteridophyta *s. lat.* (Monilophyta y Lycophyta) y su importancia en la flora mexicana. El análisis está basado en publicaciones recientes, principalmente The Pteridophytes of México, el volumen I de la serie Flora Mesoamericana y el portal Tropicos.org., del Missouri Botanical Garden, EUA.

Palabras clave: Lycopodiaceae, Selaginellaceae, Isoëtaceae, helechos eusporangiados, helechos leptosporangiados.

**Abstract.** A summary of the diversity of the Pteridophyta *s. lat.* (Monilophyta and Lycophyta) and its importance for the Mexican flora is presented. The analysis is based on recent publications, especially The Pteridophytes of Mexico, volume I Psilotaceae to Salviniaceae of Flora Mesoamericana and from the internet portal Tropicos.org, of the Missouri Botanical Garden, USA.

Key words: Lycopodiaceae, Selaginellaceae, Isoëtaceae, eusporangiate ferns, leptosporangiate ferns.

### Introducción

**Posición taxonómica.** Los organismos que pertenecen al reino de las plantas se caracterizan por presentar cloroplastos, organelos casi siempre con pigmentos como las clorofilas, las xantofilas y los carotenoides. En sus mecanismos reproductores se presenta alternancia de generaciones, la generación haploide está constituida por los gametofitos, en los cuales se producen los gametos. La generación diploide, son los esporofitos que darán origen a las esporas, quienes al desarrollarse formarán los gametofitos.

El reino Plantae se ha dividido en 2 grupos: las Bryophyta que no presentan tejidos conductores especializados y las Tracheophyta o plantas vasculares que están provistas de ellos en el esporofito (Margulis y Schwartz, 1982). Los tejidos conductores son de 2 tipos, el xilema que conduce el agua con sustancias en disolución y el floema que distribuye los nutrientes. Ambos son tejidos complejos formados por varias clases de células, los tipos celulares principales son las traqueidas y los vasos en el xilema y los tubos y vasos cribosos en el floema; en los helechos las células de vaso están ausentes. El xilema y el floema juntos constituyen el estele. Este concepto ha cambiado

con el tiempo, pero el estudio del xilema y el floema sigue proveyendo caracteres útiles para trazar filogenias.

En las Tracheophyta el esporofito es la fase dominante y el gametofito es inconspicuo. Algunas de las Tracheophyta producen semillas y otras no lo hacen. Las Pteridophyta son plantas vasculares que no producen semillas. Difieren de las Bryophyta y de las plantas con semilla por su ciclo de vida donde tanto el esporofito como el gametofito son organismos independientes en su madurez.

**Ciclo de vida.** El ciclo de vida de una Pteridophyta consiste de una sucesión alternada de generaciones esporofíticas y gametofíticas. Esta alternancia puede estar acompañada por una multiplicación vegetativa de cualquier generación. Un gametofito puede dar origen a un esporofito sin unión de gametos y un esporofito puede dar origen a un gametofito sin producción de esporas, a estos fenómenos se les llama apogamia y aposporia, respectivamente. Usualmente el esporofito es producido por la unión de gametos originados en los gametofitos dentro de los anteridios y los arquegonios y los gametofitos a su vez son producidos por las esporas, macrosporas y microsporas procedentes de los esporangios del esporofito (la mayoría son homosporicos). En esta alternancia, el número de cromosomas se duplica cuando se unen los gametos y consecuentemente se reduce a la mitad cuando se forman las esporas.

Uno de los gametos es móvil (anterozoide) y se desplaza para alcanzar al del sexo opuesto (ovocélula),

para ésto se requiere de agua, así la distribución de las Pteridophyta depende grandemente de la presencia de este elemento. Generalmente se encuentran en ambientes muy húmedos y en la proximidad de corrientes. Algunas de sus especies son acuáticas. Sin embargo, también se distribuyen en zonas áridas pero dependen de la lluvia y las corrientes efímeras para su reproducción. Los detalles de los ciclos de vida son diferentes en cada uno de los grupos de Pteridophyta. La posición y morfología de los esporangios y las esporas son elementos utilizados para la indentificación de sus taxa (Smith, 1955).

**Morfología.** En este grupo encontramos en la misma especie individuos gametofíticos y esporofíticos. Los gametofitos son inconspicuos, la mayoría verdes, dorsoventralmente aplanados, acintados o acorazonados. Los órganos sexuales generalmente están en la superficie ventral, pero pueden ser dorsales; algunas veces, como en algunos licopodios, pueden carecer de clorofila y ser de hábito subterráneo, alimentándose por medio de micorrizas.

La mayoría de los esporofitos de las Pteridophyta presentan raíces, tallos y hojas. Pueden medir desde medio cm en *Salvinia* hasta 20 m en el género *Cyathea*. El diámetro de los individuos arborescentes es pequeño *ca.* 10 cm, aunque aparentan mucho más porque están cubiertos de raíces adventicias. Los esteles de los tallos de las Pteridophyta pueden ser protosteles, sifonosteles o dictioesteles; no ha podido establecerse una relación filogenética, tomando en cuenta solamente al estele, porque las especies de un mismo género pueden presentar diferentes clases (Smith, 1955).

La morfología de las hojas tiene gran importancia en la clasificación de este grupo; de manera que se han considerado 2 tipos. Las hojas llamadas microfilas generalmente son pequeñas, no presentan pecíolo y poseen solamente una nervadura que se desprende del cilindro central, sin que se observe alguna estructura relacionada. En las conocidas como megafilas o frondas, los haces vasculares se separan del cilindro vascular del tallo pasando por una estructura parenquimatosa hacia un pecíolo y de aquí a la lámina donde se ramifican. Cuando son jóvenes generalmente están enrolladas sobre su raquis, a esta posición característica se le llama circinada. Pueden ser láminas simples o compuestas y muy disectadas y también pueden estar especializadas para llevar los esporangios y entonces la planta exhibe dimorfismo foliar como por ejemplo *Anemia cicutaria* Poepp. ex Spreng. de la península de Yucatán. La mayoría de las especies presentan los esporangios en el envés y en los bordes de las láminas. El tamaño de las hojas varía desde algunos mm, hasta más de 20 m de longitud en los helechos con frondas de crecimiento indefinido como *Salpichlaena*.

Los intervalos de altitud y distancia en los que se distribuyen las especies son muy amplios, parece ser que factores como la temperatura o el sustrato no son muy importantes. Como ya ha sido notado por algunos investigadores, la distribución de las Pteridophyta parece estar regida principalmente por la presencia de humedad debido al modo de su reproducción.

## Diversidad

**Número de especies que se distribuyen en México.** Davidse et al. (1995) y Mickel y Smith (2004) registran 1 008 especies. En una búsqueda actualizada se encontraron 6 especies adicionales, haciendo un total de 1 014. La mayor cantidad de especies se encuentra en los estados del sureste, donde el clima es más húmedo: Oaxaca, Chiapas y Veracruz; todos estos estados tienen más de 500 especies registradas. Se considera que uno de los más ricos en microambientes es Oaxaca y también contribuye a su riqueza pteridofítica el hecho de que Mickel recolectó intensivamente en su territorio (Mickel y Beitel, 1988). En Tabasco y Puebla que también pueden considerarse húmedos es notable la pobreza de especies, hecho que se puede atribuir a la falta de recolecta.

En los estados de la península de Yucatán encontramos que se tienen muy pocos registros. Esto puede ser debido a que el suelo calizo restringe la cantidad de humedad ambiental ya que por su naturaleza, no la conserva, pero también es posible que falten recolectas en el sur de Campeche y Quintana Roo. La pteridoflora de los estados centro-norte del país es menor, influye la escasa humedad; sin embargo, presentan una diversidad importante. Por ejemplo, el Estado de México tiene registrados 19 endemismos para el país, contrastando con Oaxaca que tiene 82, Veracruz 45 y Guerrero 41. Los estados con clima más árido tienen una pteridoflora pobre pero el porcentaje de endemismos es alto, como es el caso de Nuevo León que tiene 19 endémicas para México y 7 especies endémicas exclusivas de este estado.

Se observa en las distribuciones que muchas especies están descritas solamente de los tipos y también que hay grandes discontinuidades entre las recolectas, como *Notholaena rigida* Davenp., recolectada en Tamaulipas y Nuevo León y también en Chiapas y *Huperzia beiteliana* Mickel, mencionada de San Luis Potosí y Oaxaca. Se puede especular que la distribución altitudinal no es de importancia para este grupo, porque los intervalos de su distribución son muy amplios, a veces hasta 2 000 m, como en muchas especies del género *Adiantum*.

**Nivel de endemismo.** El total de especies registradas para México es de 1 014, de ellas 188 son endémicas, lo que representa el 18% (Cuadro 1). Este porcentaje puede

considerarse como muy alto porque las Pteridophyta son un grupo que tiene dispersión a larga distancia y por su fácil propagación.

En el mundo, según estimaciones de Mickel y Smith (2004), existen 10 000 especies. Brasil, como punto de comparación, tiene registradas 1 200 en la “Lista de Espécies da Flora do Brasil 2012”. México, con 1 014 contiene alrededor del 10% de la diversidad mundial. Si tomamos en cuenta el concepto de Megaméxico utilizado por Rzedowski (1990), esta área posee el 20% de todas las especies del mundo (Mickel y Smith, 2004).

El estado con mayor cantidad de endemismos exclusivos es Oaxaca, con 13 especies, le siguen Chiapas con 8 y en tercer lugar Guerrero y Nuevo León con 7, Veracruz tiene 5 de esta categoría. Nuevo León y Veracruz son notables en cuanto a endemismo: Nuevo León poseyendo una pteridoflora pobre tiene más endemismos que Veracruz que posee mucho más especies.

*Esperanza de nuevas especies.* En nuestro país, las recolectas de pteridofitas en general son deficientes. Solamente se ha recolectado con énfasis en algunas áreas de Campeche, Chiapas, Jalisco, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz, Yucatán, el Valle de México y la cuenca del Balsas. Por otro lado, los grandes proyectos de recolecta han sido generales y no dirigidos a la pteridoflora. La recolecta de helechos es ocasional y frecuentemente se evita debido a la dificultad de identificación, ya que su morfología es diferente de las plantas con semilla.

Por otro lado, cuando se recolecta para trabajos de vegetación, la atención se dirige a los elementos que la determinan y las Pteridophyta no son dominantes.

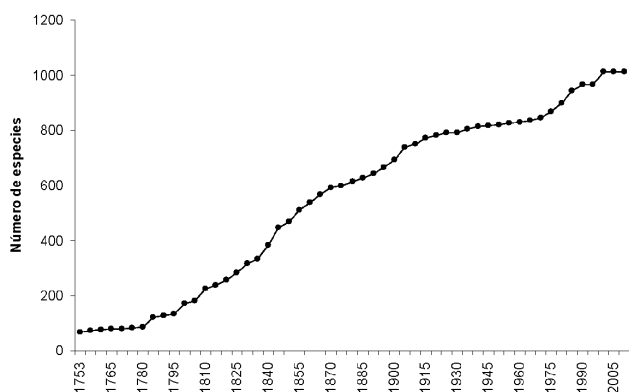
Una búsqueda reciente arroja que no existe una actividad importante enfocada al estudio de las Pteridophyta en nuestro país después de la aparición de la obra “The Pteridophyte of Mexico”, excepto algunos estudios sobre los géneros *Elaphoglossum* y *Polypodium*. Esta falta de estudios taxonómicos recientes se aprecia en la curva acumulativa de descripción de especies (Fig. 1), en donde es claro que el número de especies ha crecido de manera más o menos constante, pero no hay incremento en los últimos años. Sin embargo, el potencial de nuevos hallazgos en este grupo es muy grande. Riba (1998) estimó que el número de especies llegaría a 1 100, lo cual sugiere que estaría por descubrirse un 10% más de la pteridoflora de México.

*Patrones poblacionales.* En la zona norte y centro del país se encuentran las especies mejor adaptadas a la aridez pertenecientes a géneros como *Pellaea* y *Notholaena*. En la zona sur se distribuyen especies que dependen de mayor humedad como las que se incluyen en los géneros *Hymenophyllum* y *Trichomanes*. La vertiente del golfo de

**Cuadro 1.** Número de especies y endemismos de las familias de helechos presentes en México

<i>Familia</i>	<i>Especies en México</i>	<i>Especies endémicas</i>
Aspleniaceae	89	20
Athyriaceae	43	9
Azollaceae	2	0
Blechnaceae	19	1
Cyatheaceae	14	1
Dennstaedtiaceae	25	4
Dicksoniaceae	4	1
Dryopteridaceae	166	31
Equisetaceae	3	0
Gleicheniaceae	7	0
Grammitidaceae	37	3
Hymenophyllaceae	48	1
Isoëtaceae	6	2
Lindsaeaceae	8	0
Lophosoriaceae	1	0
Lycopodiaceae	20	1
Marattiaceae	6	0
Marsileaceae	8	0
Metaxyaceae	1	0
Ophioglossaceae	14	2
Osmundaceae	2	0
Plagiogyriaceae	1	0
Polypodiaceae	92	18
Psilotaceae	2	0
Pteridaceae	218	46
Salviniaceae	2	0
Schizaeaceae	26	10
Selaginellaceae	80	30
Thelypteridaceae	70	8
Totales	1 014	188

México comparte las especies con Florida, Las Antillas, Centro y Sudamérica. La vertiente del Pacífico comparte las especies con Arizona y hasta Costa Rica. Las partes altas del Eje Neovolcánico, la sierra Madre Oriental y las montañas de Chiapas tienen una pteridoflora común, con elementos como *Nephrolepis cordifolia* y *Ophioglossum vulgatum*. Riba (1998) numeró las especies más comunes en cada tipo de vegetación de nuestro país, determinando estos tipos según el criterio de Rzedowski (1978) y



**Figura 1.** Curva acumulativa de especies de Pteridophyta por año de descripción

también conformó una lista preliminar de los endemismos, detallando los estados donde se encuentran; sus datos coinciden con lo publicado posteriormente por Mickel y Smith (2004).

En la Nom-059-Semarnat-2010, están listadas 22 especies: todos los helechos arborescentes y algunas rarezas como *Isoetes*, *Huperzia*, *Marattia* y *Psilotum*. Sería conveniente revisar y corregir los nombres incluidos en esa lista porque algunos no corresponden al uso actual como *Cyathea bicrenata* listada como *Alsophila bicrenata* y otros son confusos; por ejemplo, en la lista aparece *Cyathea valdecrenata* y como su sinónimo *Trichipteris mexicana*, en realidad esta entidad es *Cyathea godmanii*. También *Schizaea elegans* aparece como sinónimo de *S. fluminensis*, por prioridad el nombre válido es *S. elegans* y *S. fluminensis* no ha sido registrada en México ni en Centroamérica. Igualmente una especie puede estar representada 2 veces porque se ha incluido un sinónimo como *Alsophila firma* que es válida pero también encontramos *Nephelea mexicana* como válida con un sinónimo *Cyathea mexicana*, estas 2 últimas a su vez, son sinónimos de *A. firma*.

## Literatura citada

- Davidse, G., M. Sousa, S. Knapp, C. Moran, R. Riba, F. Chiang y F. Barrie (eds.). 1995. Flora Mesoamericana vol. 1 (Psilotaceae a Salviniaceae). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 470 p.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. 2012. Disponible en <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/>; última consulta: 08.III.2011.
- Margulis, L. y K. Schwartz. 1982. Five kingdoms, an illustrated guide to the phyla of life on Earth. W. H. Freeman and Company. New York. 338 p.
- Mickel, J. T. y J. Beitel. 1988. Pteridophyte flora of Oaxaca, Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 46:1-1054.
- Mickel, J. T. y A. Smith. 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 88:1-568.
- Riba, R. 1998. Pteridofitas mexicanas. Distribución y endemismo. *In* Diversidad biológica de México, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (comps.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. p. 369-384.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México, Limusa, México. 432 p.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *In* Diversidad biológica de México, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (comps.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. p. 129-145.
- Semarnat, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- Smith, G. 1955. *Cryptogamic Botany*. Volumen II. McGraw-Hill, Nueva York, Toronto, London. 399 p.
- Smith, A. R., K. M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider y P. G. Wolf. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55:705-731.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org/>; última consulta: 4.V.2012.