

Un viaje a través de los helechos: su adaptación y éxito

Los helechos destacan por sus características morfológicas únicas, como la ausencia de flores y frutos, su prefoliación circinada, así como sus hojas de variadas formas (enteras o ampliamente divididas) y tamaños (desde pocos milímetros hasta más de dos metros). Los encontramos en suelos, rocas, ramas, en nuestros hogares e incluso entre las grietas urbanas. Aunque carecen de flores y frutos, no toleran bien el sol y requieren de abundante agua, los helechos persisten en entornos desafiantes. Este artículo explora la peculiar supervivencia de los helechos, estableciendo cómo un grupo con necesidades tan específicas puede prosperar en condiciones tan diversas.

Palabras clave:
Diversidad, Monilophyta,
plantas vasculares,
supervivencia.

JESSICA G. LANDEROS-LÓPEZ^{1*} Y CÉSAR I. CARVAJAL-HERNÁNDEZ²

¹Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, José María Morelos 44, Zona Centro, 91000, Xalapa, Veracruz

²Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana, Doctor Castelazo Ayala S/N, Industrial Animas, 91190, Xalapa, Veracruz
* jessgll@hotmail.com

Nacen los helechos

Los helechos (Monilophyta) son uno de los grupos de plantas más antiguos del planeta, con más de 400 millones de años de historia. Su evolución ha sido marcada por la sobrevivencia a eventos catastróficos y adaptaciones exitosas. A diferencia de sus predecesores, que no contaban con un sistema especializado de transporte de agua y nutrientes, los helechos evolucionaron durante miles de años hacia formas más complejas, desarrollando raíces, tallos y hojas con un sistema vascular (Vázquez-Torres *et al.* 2012). Hace aproximadamente 350 millones de años, los primeros helechos eran arborescentes, alcanzando alturas de hasta 30 metros y dominando numerosos ecosistemas (Vázquez-Torres *et al.* 2012). Sin embargo, durante la extinción masiva en el Cenozoico hace 65 millones de años, los cambios climáticos y la competencia con plantas con semillas los llevaron a su declive. A pesar de ello, grupos como los leptosporangiados lograron diversificarse, adaptándose a bosques dominados por plantas con semillas y ambientes con poca luz, logrando ser actualmente los que tienen mayor representación a nivel mundial (Pryer *et al.* 2004). Este tipo de helechos presentan una ventaja, ya que al deshidratarse el esporangio las esporas pueden ser liberadas de forma brusca, asegurando una mejor dispersión. Por otra parte, linajes como la familia Pteridaceae (p. ej. de los

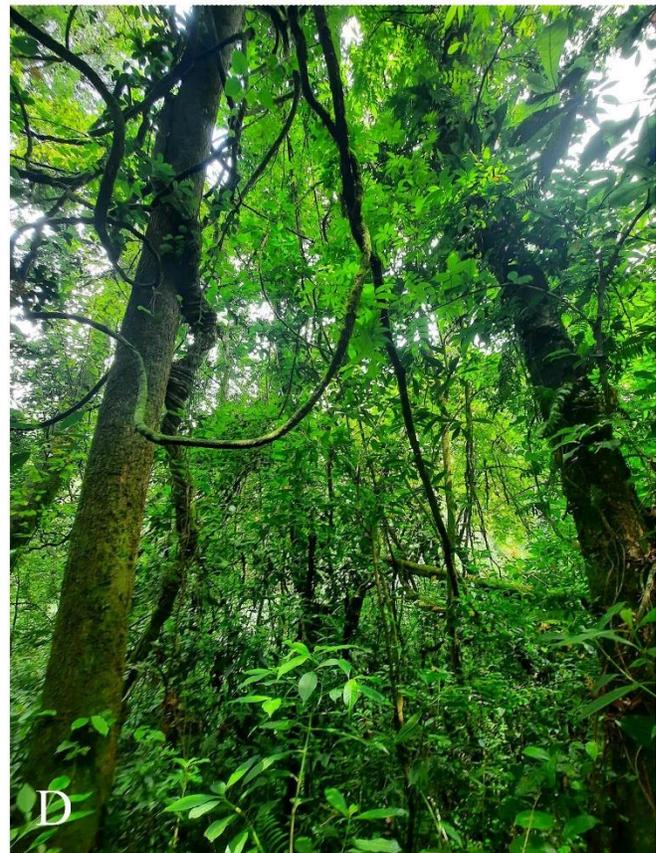
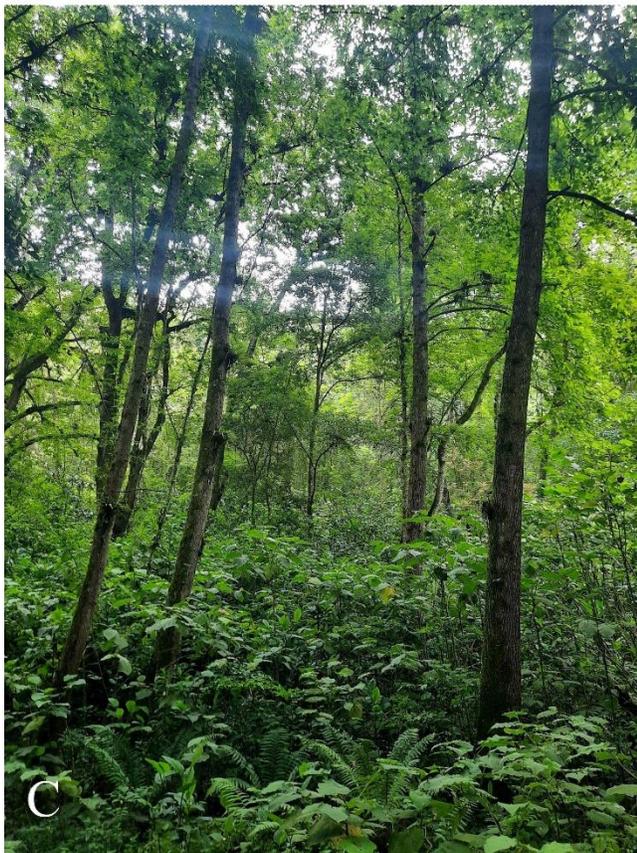
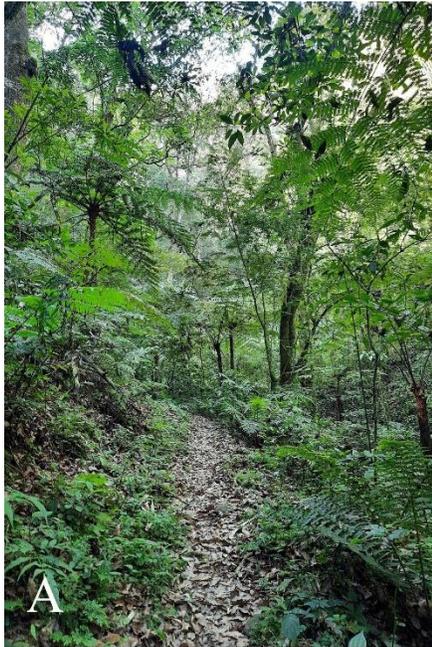


Figura 1. Bosques húmedos del centro de Veracruz que alcanzan una humedad atmosférica promedio de entre 70 y 90 %.
(Fotografías: J.G. Landeros-López).

géneros *Cheilanthes* y *Pteris*) se adaptaron a entornos más secos, sobreviviendo también en ambientes semiáridos (Pryer *et al.* 2004). Así, la mayoría de las especies actuales de helechos en realidad provienen de los grupos sobrevivientes a aquella extinción masiva y, aunque los encontramos con mayor frecuencia en ambientes húmedos, es esa capacidad de adaptación lo que explica su presencia en diversos entornos.

La humedad: una necesidad limitante

La supervivencia de los helechos en el planeta a menudo sorprende debido a su marcada dependencia hacia la humedad. Aunque todas las plantas requieren agua para su crecimiento, los helechos, de manera análoga a los anfibios en el reino animal, destacan por su necesidad extrema de ambientes húmedos, ya que la mayoría de las especies están presentes en bosques húmedos de montaña y selvas, o cerca de cuerpos de agua (Figura 1). Esta dependencia se atribuye principalmente a su pasado evolutivo y a su mecanismo poco eficiente para gestionar el estrés hídrico, ya que, en comparación con plantas de aparición más reciente como las plantas con flor, los helechos presentan una menor respuesta de cierre de estomas cuando existe una baja disponibilidad hídrica en el ambiente, lo que les provoca una mayor pérdida de agua (Brodrigg *et al.* 2005, 2009). Esto afecta su capacidad de sobrevivir en condiciones de sequía, y por ello suelen preferir ambientes húmedos.

No obstante, para enfrentar esta necesidad de humedad, los helechos han desarrollado estrategias adaptativas. Por ejemplo, se encuentran comúnmente en áreas sombreadas bajo el dosel de los árboles, evitando la radiación solar directa. Los helechos epífitos aprovechan el agua que escurre de la corteza de los árboles y la humedad del entorno gracias a su rizoma (Krömer *et al.* 2007). Además, muchas especies también poseen escamas o pelos vegetales en las hojas y en los rizomas para protegerse de la radiación solar y retener más agua (Kesslet *et al.* 2007) (Figura 2). Así que, aunque su dependencia a la humedad es innegable, estas estrategias han demostrado ser eficaces, permitiéndoles desafiar las limitaciones impuestas por su necesidad.

Sin flor y sin semilla: con esporas

Los helechos presentan un método de reproducción particular en las plantas vasculares. A lo largo de su vida atraviesan dos fases: el gametofito, donde ocurre la reproducción sexual, y el esporofito, donde la reproducción es asexual y mediante esporas (Arana y Bianco 2011) (Figura 3). El helecho que conocemos visualmente, con sus frondas, es el esporofito. Aunque tienen una gran variedad de formas, en la mayoría de las especies podemos observar unas estructuras oscuras en la parte inferior de las hojas; éstas son llamadas esporangios, que son los que albergan las esporas, las cuales suelen agruparse en otras estructuras de mayor tamaño llamadas soros,

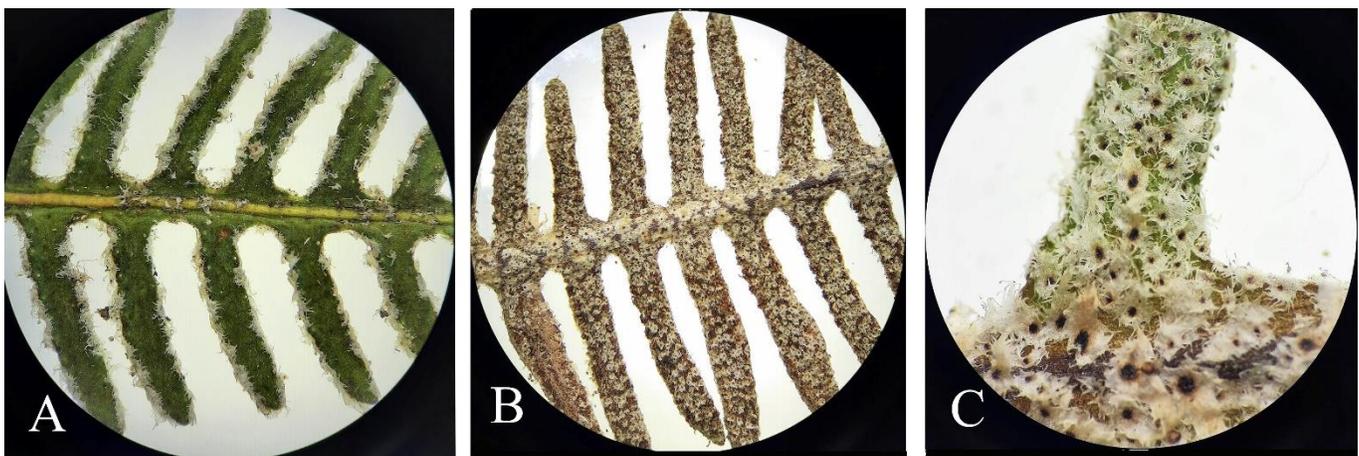


Figura 2. Fotografías de escamas cubriendo el envés en una fronda de la especie *Pleopeltis furfuracea* (Schltdl. & Cham.) A.R. Sm. & Tejero (Polypodiaceae). (Preparación y Fotografías: J.G. Landeros-López).

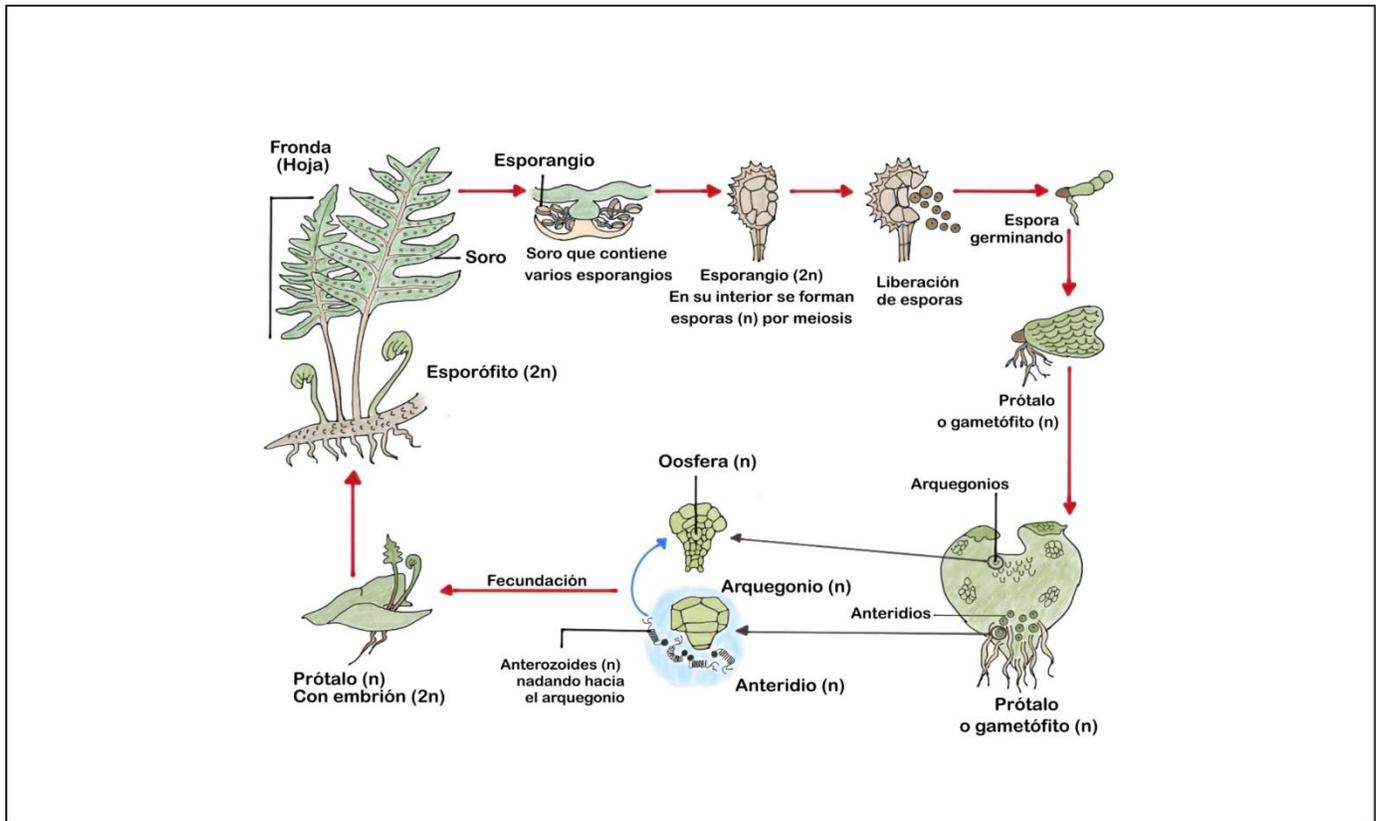


Figura 3. Esquema representativo de la reproducción de helechos. (Imagen tomada de Romero Zarco 2022).

que incluyen una gran diversidad de formas (Arana y Bianco 2011) (Figura 4). Cuando las esporas caen en condiciones apropiadas, germinan y pasan a su fase gametofítica, formando una estructura independiente y pequeña llamada prótalo. En el prótalo se encuentran los órganos sexuales: arquegonio (femenino) y anteridio (masculino). Su vida es breve y culmina con la fecundación, que solo ocurre en presencia de agua. Después, el óvulo fecundado da origen a un nuevo esporofito con rizoma y frondas (Figura 3). Esta forma peculiar de reproducción se considera "primitiva", ya que la producción de semillas se considera más exitosa, en teoría (Evert y Eichhorn 2013). No obstante, la presencia de esporas permite a los helechos prescindir de la dependencia de otros organismos vivos para la reproducción y les confiere una ventaja para sobrevivir.

Su relevancia en los ecosistemas

La importancia de los helechos radica en las diversas funciones que desempeñan en su entorno na-

tural y en su notable capacidad de adaptación. Más del 80% de los helechos que conocemos actualmente se diversificaron después de la expansión de las angiospermas, lo que sugiere una respuesta ecológica oportunista a la dominación de éstas, aprovechando la capacidad que tienen de vivir bajo la sombra y en ambientes húmedos (Schneider *et al.* 2004), demostrando su habilidad para sobrevivir en un entorno transformado y en diversos contextos ambientales. Por otro lado, su importancia ecológica es fundamental, ya que contribuyen al equilibrio hídrico de los ecosistemas al absorber agua directamente de la atmósfera (Mehltreter *et al.* 2010). Además, participan en el ciclo de nutrientes al almacenar agua y material orgánico, gracias a la forma peculiar de embudo que adoptan algunas especies, que también sirve como refugio para diversos insectos y pequeños vertebrados (Walker *et al.* 2010) (Figura 5B). Asimismo, algunas especies (p. ej. de los géneros *Pteris*, *Pteridium* y *Sticherus*) (Figura 6) también son excelentes colonizadores de hábitats perturbados, fa-

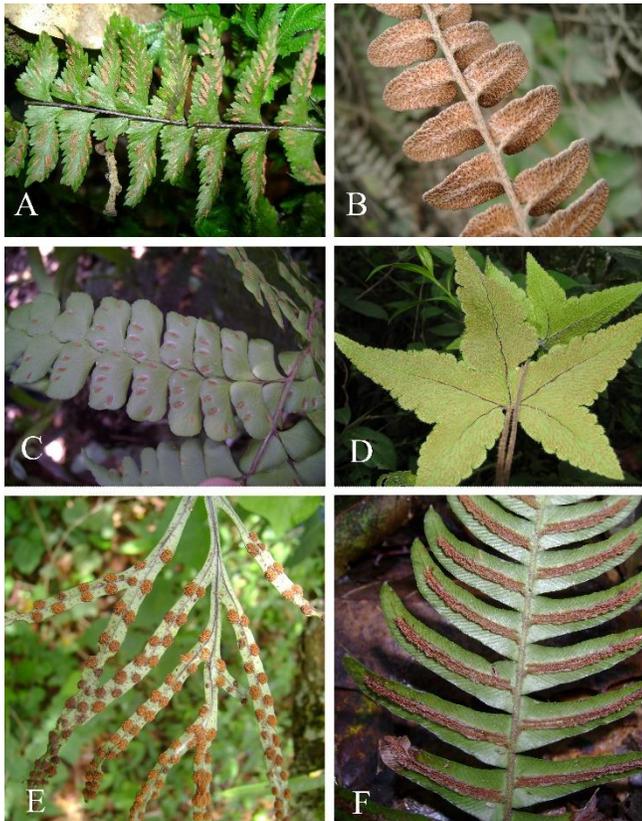


Figura 4. Ejemplos de la diversidad de soros en helechos. **A.** *Asplenium miradorensis* Liebm (Aspleniaceae), **B.** *Astrolepis crassifolia* (Houlston & T.Moore) D.M.Benham & Windham (Pteridaceae), **C.** *Didymochlaena truncatula* (Sw.) J. Sm. (Didymochlaenaceae), **D.** *Hemionitis palmata* L. (Pteridaceae), **E.** *Pleopeltis angusta* Humb. & Bonpl. ex Willd. (Polypodiaceae), **F.** *Blechnum occidentale* L. (Blechnaceae). (Fotografías: C.I. Carvajal-Hernández).

cilitando la sucesión de bosques y retención de suelos (Hietz 2010). Además, algunas de sus características morfológicas (p. ej. presencia de escamas en las hojas) o fisiológicas (p. ej. la particularidad de sus estomas primitivos) reflejan su sensibilidad a los cambios ambientales. Por lo que este grupo puede considerarse como indicador ambiental, ya que su presencia puede reflejar el nivel de perturbación o de conservación de los ecosistemas (Tejero-Díez *et al.* 2011). Por ende, su papel multifacético subraya su importancia continua en los ecosistemas naturales.

En conclusión

Aunque los helechos comparten funciones fundamentales con otras plantas, se destacan por sus diferencias estructurales, ciclos de vida y otros aspectos ecológicos que, lejos de considerarse debilidades,

son la clave de su persistencia. Su capacidad reproductiva mediante esporas les otorga independencia biótica, alta capacidad migratoria aérea, así como flexibilidad para colonizar diferentes ambientes (Page 2002). Al mismo tiempo, su habilidad para colonizar espacios con poca luz y alta humedad les otorga mayor longevidad en sus frondas y una alta resistencia a enfermedades bajo niveles saturados de humedad, mientras que su capacidad de epifitismo les permite sobrevivir en ambientes pobres en nutrientes (Page 2002). Asimismo, destaca su versatilidad, pues hay una gran diversidad de helechos, desde los pequeños que crecen en grietas de rocas hasta los grandes helechos arborescentes (Figura 5C), permitiéndoles adaptarse a una amplia gama de condiciones ambientales. Por lo tanto, desde una perspectiva más amplia, su éxito radica en su longevidad y adaptabilidad, con más de 10 mil especies que han logrado establecerse en diversos ecosistemas sin requerir modificaciones significativas en su funcionamiento, convirtiéndose en el segundo grupo de plantas vasculares más diverso del mundo.

Glosario de términos

Esporangio: Cavidad donde se originan y están contenidas las esporas en plantas que no tienen semillas.

Estomas: Hace referencia al aparato estomático, el cual está conformado por dos células oclusivas que delimitan un poro, una serie de células adyacentes y una cavidad subestomática. Los estomas se encuentran en la epidermis de las hojas y su función principal es el intercambio de agua y gases (CO_2 y O_2) entre los tejidos internos de la planta y el exterior.

Fronda: Hoja de un helecho, en su mayoría se trata de hojas compuestas.

Leptosporangios: Del griego “esporangio delgado”, hace referencia a los helechos que tienen los esporangios unidos a la hoja por una sola capa de células, en lugar de dos o varias capas como ocurre en los eusporangios.

Rizoma: Tallo horizontal que produce brotes hacia arriba y raíces hacia abajo, puede ser subterráneo o anclarse a alguna superficie.

Sistema vascular: Conjunto de tejidos especializados encargados del transporte de agua, nutrientes y sustancias orgánicas a través de la planta.

Soros: Agrupación de esporangios localizados en el envés de las hojas.



Figura 5. Diversidad de formas en helechos. **A.** *Doryopteris pedata* (L.) Fée (Pteridaceae), **B.** *Niphidium crassifolium* (L.) Lellinger (Polypodiaceae), helecho en forma de embudo, **C.** *Alsophila firma* (Baker) D.S.Conant (Cyatheaceae), helecho arborescente, **D.** *Hemionitis palmata* L. (Pteridaceae), **E.** *Lastreopsis effusa* (Sw.) Tindale (Dryopteridaceae), **F.** *Polypodium polypodioides* (L.) Watt (Polypodiaceae). (Fotografías: C.I. Carvajal-Hernández y J.G. Landeros-López).



Figura 6. *Sticherus bifidus* (Willd.) Ching (Gleicheniaceae) colonizando áreas sin vegetación. (Fotografías: C. I. Carvajal-Hernández).

Referencias

- Arana M.D. y Bianco C.A. 2011.** *Helechos y Licofitas del centro de Argentina.* Universidad Nacional del Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 86 pp.
- Brodrribb T.J., Holbrook N.M., Zwieniecki M.A. y Palma B. 2005.** Leaf hydraulic capacity in ferns, conifers and angiosperms: impacts on photosynthetic maxima. *New Phytologist* 165(3): 839-846. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01259.x>
- Brodrribb T.J., McAdam S.A., Jordan G.J. y Feild T.S. 2009.** Evolution of stomatal responsiveness to CO₂ and optimization of water-use efficiency among land plants. *New Phytologist* 183(3): 839-847. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02844.x>

- Evert R.F. y Eichhorn S.E. 2013.** *Raven Biology of Plants*. W. H. Freeman and Company, New York, United States of America. 900 pp.
- Hietz P. 2010.** Fern adaptations to xeric environments. In: Mehltreter K., Walker L.R., Sharpe J.M. Eds. *Fern ecology*, pp. 140–176. Cambridge University Press, New York.
- Kessler M., Siorak Y., Wunderlich M. y Wegner C. 2007.** Patterns of morphological leaf traits among pteridophytes along humidity and temperature gradients in the Bolivian Andes. *Functional Plant Biology* 34(11): 963-971. <https://doi.org/10.1071/FP07087>
- Krömer T., Kessler M. y Gradstein S.R. 2007.** Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology* 189: 261-278. <https://doi.org/10.1007/s11258-006-9182-8>
- Mehlreter K., Walker L.R. y Sharpe J.M. 2010.** *Fern ecology*. Cambridge University Press., Cambridge, New York, United States of America. 474 pp.
- Page C.N. 2002.** Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Review of palaeobotany and palynology* 119(1-2): 1-33. [https://doi.org/10.1016/S0034-6667\(01\)00127-0](https://doi.org/10.1016/S0034-6667(01)00127-0)
- Pryer K.M., Schuettpelz E., Wolf P.G., Schneider H., Smith A.R. y Cranfill R. 2004.** Phylogeny and evolution of ferns (monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergences. *American Journal of Botany* 91(10): 1582-1598. <https://doi.org/10.3732/ajb.91.10.1582>
- Romero Zarco C. 2022.** Índice de los guiones para el programa de Botánica II (Grado de Biología, Universidad de Sevilla) < <https://asignatura.us.es/afloveg/Temas-Bot-II/Indice-Bot-II.htm> > (consultado: 30 enero 2024).
- Schneider H., Schuettpelz E., Pryer K.M., Cranfill R., Magallón S. y Lupia R. 2004.** Ferns diversified in the shadow of angiosperms. *Nature*, 428(6982): 553-557. <https://doi.org/10.1038/nature02361>
- Tejero-Díez J.D., Torres-Díaz A., Mickel J.T., Mehlreter K.V. y Krömer T. 2011.** Helechos y licopodios. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) Eds. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. pp 97-115. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.
- Vázquez-Torres M., Carvajal-Hernández C.I., Aquino-Zapata A.M., Armenta-Montero S. y Frontini-León P. 2012.** *Los helechos de Xalapa y sus alrededores*. Universidad Veracruzana, Colección La Ciencia en Veracruz, Xalapa, Veracruz, México. 190 pp.
- Walker L.R., Mehlreter K. y Sharpe J.M. 2010.** Current and future directions in fern ecology. In: Mehlreter K., Walker L.R., Sharpe J.M. Eds. *Fern ecology*, pp. 360–374. Cambridge University Press, New York.

Desde el Herbario CICY, 16: 152-158 (8-agosto-2024), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Rodrigo Duno de Stefano, Patricia Rivera Pérez y Lilia Lorena Can Itzá. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 8 de agosto de 2024. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.