



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

LICENCIATURA DE BIOLOGÍA

Unidad de aprendizaje “Pteridophytas y Gimnospermas”

MONOGRAFÍA SOBRE LA FAMILIA Lycopodiaceae

Autores:

Dra. Laura White Olascoaga

Toluca, México, 2018

INDICE.....	2
PRESENTACIÓN.....	
ORIGEN.....	4
CLASE	
LYCOPODIOPSIDA.....	6
LICOPODIACEAE.....	7
CLAVE PARA LOS GÉNEROS DE LA FAMILIA	8
GÉNERO <i>Huperzia Bernh.</i>	9
GÉNERO <i>Lycopodium</i>.....	11
GÉNERO <i>Lycopodiella</i>	13
CONCLUSIONES.....	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17

PRESENTACIÓN

Las plantas terrestres (Embriophyta), es un grupo monofilético de organismos caracterizados por formar durante su ciclo de vida, una estructura conocida como embrión. Su pared celular es de celulosa. Presentan una alternancia de generaciones con presencia de un gametofito (n), y un esporofito (2n). Esporas cubiertas con esporopolenina. Los esporangios y los gametangios son pluricelulares y están protegidos por capas de tejido estéril. El gameto femenino está siempre retenido (condición oogámica) y las esporas son meiosporas (Judd *et al.*, 2002; Bremer *et al.*, 2003; <http://www.ciens.ucv.ve:8080>).

Las embriofitas comprenden dos grupos bien definidos. Organismos que carecen de tejidos de conducción bien desarrollados (xilema y floema), y la fase gametofítica es dominante sobre la fase esporofítica (Briophytas). Por otra parte, organismos con tejidos de conducción (xilema y floema) y la fase dominante es la esporofítica sobre la gametofítica (Soltis *et al.*, 2005; Raven y Eichhor, 2012).

Con el desarrollo de tejidos de conducción especializados como xilema y floema, posiblemente en el silúrico, se originan las plantas vasculares, como las lycopodiophyta, monilophytas, gimnospermas y angiospermas, caracterizadas por presentar un estele, y una reproducción mediante esporangios y esporas (Judd *et al.*, 2002; Bremer *et al.*, 2003; Raven y Eichhor, 2012).

Dentro de la división lycopodiophyta, encontramos particularmente a la familia Lycopodiaceae, con tres géneros, *Hypersia* sp, *Lycopodium* sp. y *Lycopodiella* sp. El presente trabajo, pretende dar a conocer más ampliamente a la familia Lycopodiaceae, su origen, evolución, y características. Esto con el objetivo de ser una ayuda al discente y al docente en el estudio de la unidad de aprendizaje **Pteridofitas y Gimnospermas**.

ORIGEN

Hace aproximadamente 450 m.a, (durante el período silúrico), la superficie de la tierra comenzó a tornarse “verde”. Las plantas habían comenzado a colonizar tierra firme. Los primeros registros de microfósiles agrupan a plantas denominadas Rhyniophytas. Organismos sencillos, de 7 cm de alto, carentes de hojas y raíz. Tallos fotosintéticos, ramificación dicotómica y esporangios terminales. Con un sistemas de conducción especializados con xilema y floema (Soltis *et al.*, 2005; Nabors, 2006).

Los procesos evolutivos permitieron que para finales del silúrico, las Rhyniophytas diera lugar a dos grupos bien definidos y diferentes de organismos, las Trimerophytophytas y las Zosterophyllophyta. Las primeras fueron un linaje evolutivo que dio origen a las actuales monilophytas, gimnosperma y angiospermas. Las Zosterophytas por otra parte, dieron lugar a las actuales Lycopodiophytas.

Las Zosterophytas son plantas extintas, con aproximadamente 7 géneros. Tallos con enaciones y ramificación dicotómica o modificada. Esporangios eusporangiados, homospóricos, laterales o terminales, globosos o reniformes, con dehiscencia distal. Uno de los géneros representativos es *Zosterophyllum*, organismo presumiblemente acuático (Figura 1). Este grupo de Zosterophytas, para el devónico dio origen a las Lycophytas (Soltis *et al.*, 2005; Nabors, 2006).



Figura 1. *Zosterophyllum* sp (<https://www.studyblue.com>).

La división Lycopodiophyta, dentro de las embriophytas, es la más antigua dentro del grupo. Es un clado monofilético de aproximadamente 400 millones de años de antigüedad, el cual incluye organismos actuales y extintos (Judd *et al.*, 2002; Bremer *et al.*, 2003; Raven y Eichhor, 2012).

Para el devónico, las Lycophytas aparecen en el registro fósil. Uno de los principales representantes de este grupo fue *Asteroxylon* sp. el cual se caracterizaba por tener tallo de 40 cm de alto y 5mm de diámetro. Los tallos tenían ramificaciones dicotómicas, monopodiales y estaban cubierto con enaciones simples en arreglo helicoidal y sin lígula. Tallo actinostélico, esporangios grandes, de hasta 7 mm de ancho, con forma de riñón y abiertos con dos aletas iguales y la presencia de esporas triletes (Wang *et al.*, 2002; Wilson y Fischer, 2011; <https://memim.com/asteroxylon.html>) (Figura 2).

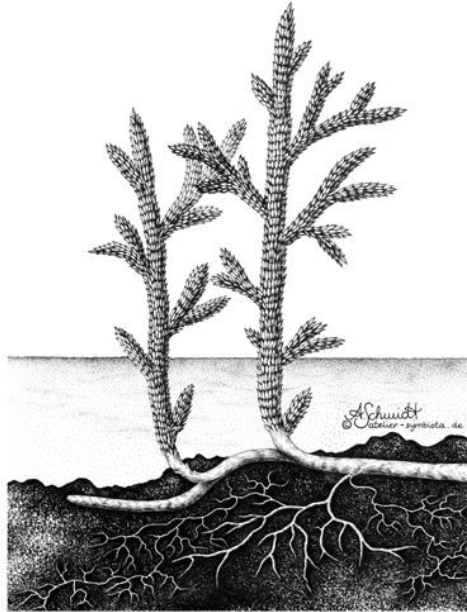


Figura 2. *Asteroxylon* sp. uno de los primeros licopodios del devónico (<http://www.atelier-symbiote.de>).

Para el carbonífero, la evolución de las Lycophytas permitió que se originaran una de las estructuras más importantes dentro de las plantas; el xilema secundario. Esta condición anatómicas permitió que éste grupo durante el período carbonífero tuvieran su clímax evolutivo. Evolucionaron hacia grandes árboles de hasta 40m. de altura y 2m. de ancho, con mucha corteza y poca madera, de crecimiento rápido, que originaban bosques espesos en zonas costeras. Los tallos de estas plantas estaban cubiertos por hojas. Uno de los principales ejemplos es *Lepidodendron* y *Sigillaria* (Wang *et al.*, 2002; Wilson y Fischer, 2011) (Figura 3).

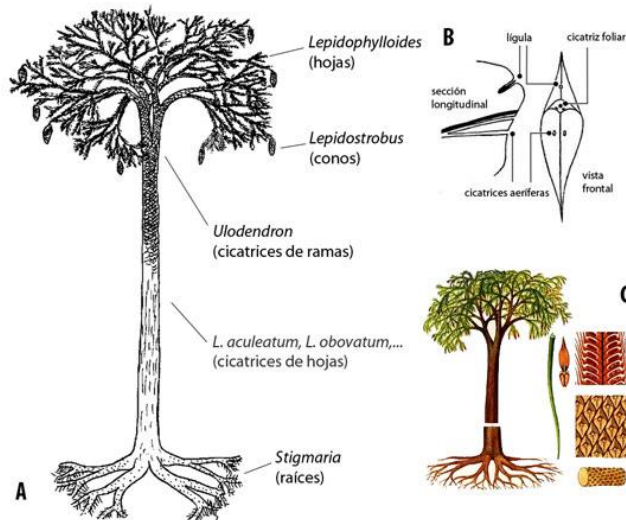


Figura 3. *Lepidodendron* sp. uno de los primeros lycopodios arborescentes del carbonífero (<https://www.asturnatura.com>).

CLASE LYCOPODIOPSIDA

En esta clase se ubican tanto a organismo fósiles, como actuales. Son plantas herbáceas y arbóreas con crecimiento secundario. Presentan tallos con ramificaciones dicotómicas (isótomas o anisótomas). Con esteles protostéllicos o sifonostéllicos. Hojas de tipo micrófilas, dispuestas en espiral, de tamaño pequeño en los géneros vivientes, mientras que en los fósiles son grandes, cada una posee un solo nervio, que en el punto de emergencia a partir de la estela no presenta intersticio foliar (Wang *et al.*, 2002; Bremer *et al.*, 2003; Alcazar, 2004; Wilson y Fischer, 2011).

Los esporangios se disponen en la cara adaxial de hojas especializadas o esporofilos, comúnmente agrupadas en estróbilos terminales. Las esporas generalmente son triletes, pueden ser homosporicas o heterosporicvas en este caso ambos protalos (macroprotalos y microprotalos) son endospóricos, ayudando a la protección contra la desecación (Wang *et al.*, 2002; Alcazar, 2004; Wilson y Fischer, 2011).

En la actualidad la clase Lycopodiopsida posee tres familias, Lycopodiaceae Isoetaceae y Selaginellaceae, aproximadamente 6 géneros y 1350 especie; poseen una distribución cosmopolita (Wang *et al.*, 2002; Alcazar, 2004; Wilson y Fischer, 2011) (Figura 4).



a) *Selaginella lepidophylla* Spring.

Fotos L. White- Olascoaga



b) *Isoetes lacustris* <http://news.s3.amazonaws.com>

Figura 4. Otros ejemplos de especies pertenecientes a la clase Lycopodiopsida.

LYCOPODIACEAE

Hierbas perennes terrestres, saxícolas, epifíticas, a veces palustres. Tallos delgados protostélicos, ramificados dicotómicamente. Tallos erectos o postrados, radicantes en la base o a lo largo de éstos. Trofofilos y esporofilos homófilos o heterófilos, pequeños, simples, uninervios de disposición espiralada, pseudoverticilada o tetrástica. Esporofilos agrupados o no en estróbilos, sésiles o pedunculados, terminales o laterales. Esporangios solitarios ubicados en la cara adaxial, axilares o próximos a la base del esporofilo, pie corto reniformes a subglobosos, uniloculares, dehiscentes transversalmente por 2 valvas, iguales o desiguales. Esporas de 1 tipo (homospóricas), muy numerosas, triletes, globoso-tetraédricas. Gametofito monoico, tuberoso, micorrízico, raro parcialmente superficiales y fotosintéticos. Anterozoides biciliados. $n=14$ -ca. 275. Cosmopolitas. Viven en climas variados, desde el nivel del mar hasta los 5500 m s.m. Crecen en regiones templadas, templado-frías o en altas montañas (Figura 5) (Moran, 1995; Gladys, 1996; Mendoza-Ruiz y Pérez-García, 2009; Arana y Øllgaard, 2012).

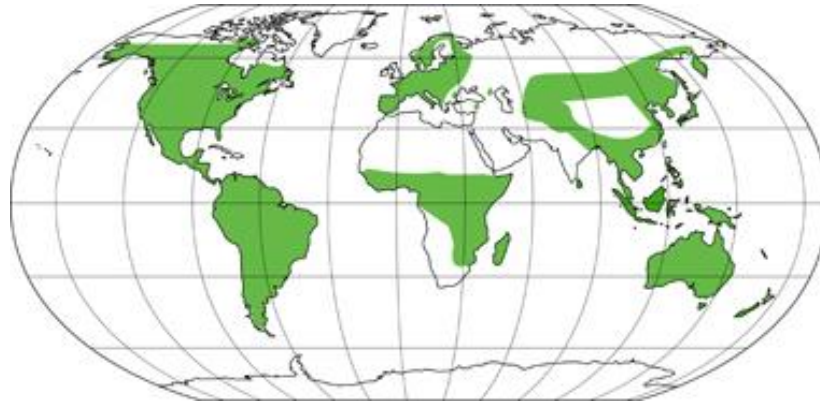


Figura 5 Distribución la familia Lycopodiaceae. (<http://www.thecompositaehut.com>).

La familia Lycopodiaceae ha sufrido considerables cambios en su clasificación. Algunos autores han reconocido un solo género colectivo, *Lycopodium*. Más adelante Øllgaard (1987, 1990, 1992) segregó el género en cuatro. Otros autores han propuesto hasta 11 géneros (Holub, 1964, 1975, 1983, 1985, 1991; Wagner & Beitel, 1993) o 13 secciones. En la actualidad esta familia, de distribución mundial, está compuesta por tres subfamilias: Huperzioideae, Lycopodielloideae y Lycopodioideae (Wagner & Beitel, 1992, Øllgaard, 1995, 2012), 16 géneros y aproximadamente 450 especies Arana y Øllgaard, 2012.

En este trabajo se prefiere seguir el criterio de Ollgard (1988), quien considera 4 géneros, con más de 350 especies. Correspondientes al Neotrópico 3 de ellas, *Lycopodium* con 40 sp, *Huperzia* con 300 sp y *Lycopodiella* con 40. Faltando solo *Phylloglossum* que es exclusivo de Australia, Tasmania y Nueva Zelanda y no se presenta en la República Mexicana (Ollgaard, 1992; Moran 1995; <http://www.thecompositaehut.com>)

CLAVES PARA LOS GÉNEROS DE LA FAMILIA

1. Tallos principales ascendentes y dicotómicamente ramificados; esporófilo sin formar un estróbilo manifiesto..... 1. ***Huperzia***
1. Tallos principales no dicótomos, postrado-radicantes, con ramas laterales cortas; esporófilos agrupados en estróbilo terminal..... 2
2. Estróbilos en grupos de 1-4, con pedúnculos largos..... 3. ***Lycopodium***
2. Estróbilos solitarios, a veces con pedúnculos largos, o bien estróbilos péndulos.....
.....2. ***Lycopodiella***

GÉNERO *Huperzia* Bernh.

El género *Huperzia* Bernh. es cosmopolita, con aprox. 300 especies en el mundo (Øllgaard 1995). Aunque fue descrito en 1801, se mantuvo en la sinonimia de *Lycopodium* L. por mucho tiempo. Holub (1983) eleva el nombre *Huperzia* de nuevo a la categoría de género y realiza numerosas combinaciones (Moran, 1995; Gladys, 1996; Rojas-Alvarado, 2005; Arana, y Øllgaard, 2012).

Hierbas terrestres, epifíticas, saxícolas, decumbentes a erectas. Raíces originadas en las porciones apicales del tallo, migrando hacia abajo por la corteza para emerger a nivel del sustrato. Tallos erectos o decumbentes en su porción basal. Ramificación dicotómica e isotoma, ejes foliosos. Trofofilos y esporofilos isomorfos raramente dimorfos (Figura 6).



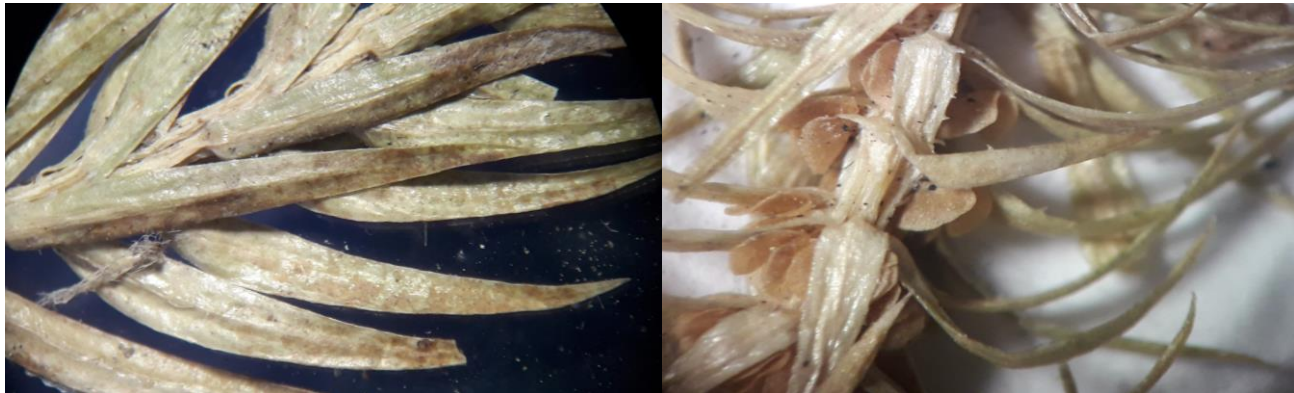
a)



b)

Figura 6 a) Tallos erectos, isotomos <https://www.womenfitness.net>. b) Tallos decumbentes isotomos <https://www.flickr.com/photos/72793939@N00/35064937473>

Esporofilos y hojas vegetativas similares. Hojas vegetativas con márgenes enteros o denticulados, disminuidamente rugosos o erosos (Figura 7).



a) Hojas vegetativas

b) Esporofilos

Figura 7. Hojas vegetativas y esporofilos de *Hupersia* Foto White-Olasoaga

Esporangios agrupados en los extremos, sin organizar estróbilos, reniformes, isovalvados, pie corto y delgado. Esporas triletes, ruguladas a foveoladas-fosuladas, de 20-60 μm . Gametofito subterráneo, micorrízico, cilíndrico-radiado o bilateral (Gladys, 1996; Rojas-Alvarado, 2005; Arana, y Øllgaard, 2012) (Figura 8).



a) Esporangios y esporofilos

b) esporangio

Figura 8. Esporangios de *Hupersia* Foto White-Olasoaga

GÉNERO *Lycopodium*

Plantas pequeñas a medianas 10-50 (150) cm. longitud. Terrestres, epifíticas, saxícolas o raramente palustres. Ejes ramificados anisodicotómicamente, diferenciados en prostrados, subterráneos o epígeos, subáfilos o foliosos, radicales y en los erectos foliosos; protostélicos, en general. Raíces ramificadas en los extremos (figura 9).



Figura 9. Hábito de *Lycopodium* sp. <http://www.hiddenforest.co.nz/> y <http://fundacionphilippi.cl/>

Trofofilos pequeños, de 2 a 20 mm. long., sin lígula, uní nervios, iguales o diferentes, de disposición espiralada, pseudoverticilada o decusada. Esporofilos diferentes a los trofofilos, sésiles o pedunculados, a veces decurrentes, agrupados en estróbilos dispuestos sobre ejes principales o laterales (Figura 10).



Figura 10. Trofilos de *Lycopodium* sp. <http://www.botanicayjardines.com>

Esporangios solitarios y uniloculares, en la axila de los esporofilos o sub-basales, oblongo a orbiculares, reniformes, dehiscentes mediante dos valvas isovalvados a levemente anisovalvados, con pedicelo corto y engrosado, axilares. (Figura 11).



Figura 11. Estróbilo de *Lycopodium* sp. <http://www.homeopathyforwomen.org>

Esporas numerosas, globoso-tetraédrica, variadamente esculpturadas (reticuladas, corrugadas, punteadas) de 30-45 μm . Prótalos subterráneos, hialinos, micorrízicos, raramente superficiales y verdes, cónicos o cilíndricos, en pocos casos dorsiventrals y chatos. Anteridios inmersos en el prótalo; anterozoides biciliados Gladys, 1996 (figura 12).

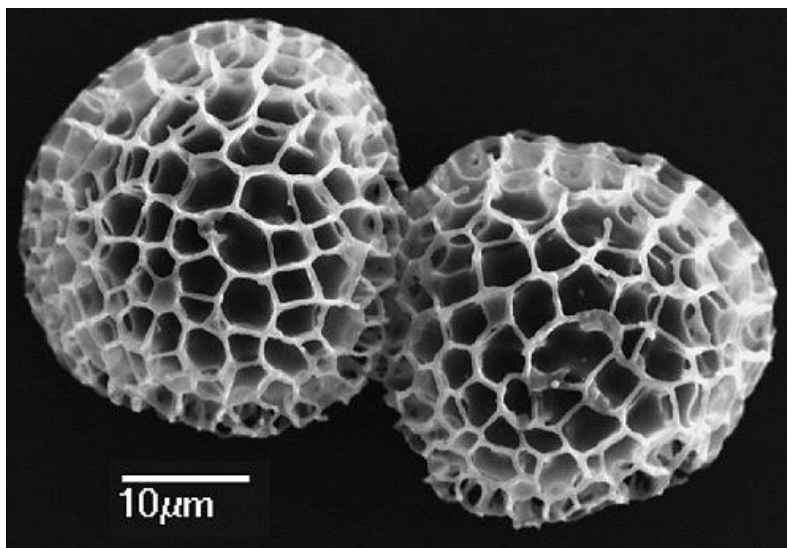


Figura 12. Esporas de *Lycopodium* sp. <http://mx.globedia.com>

GÉNERO *Lycopodiella*

Plantas terrestres o raramente epifitas o rupícolas. Tallos horizontales ya sea postrados con las ramas estrobilíferas erectas, simples o rastreros arqueados o curvados con las ramas principales erectas, ramificadas (raramente ascendentes), ramitas isófilas o raramente anisófilas (Figura 13).



Figura 13. Hábito de *Lycopodiella* sp. <https://gobotany.newenglandwild.org/>

Estructuras fértiles: esporofilas subpeltadas, con un ala media basiscópica o con las bases de esporofilas coalescentes casi envolviendo a los esporangios; esporangios sobre la base de los esporofilos o axilares, marcadamente anisovalvados o isovalvados; células de la epidermis del esporangio con paredes delgadas, rectas, no lignificadas, con engrosamientos nodulosos o semilunares, lignificados; esporas rugosas. Presenta unas 40 especies de distribución cosmopolita



Figura 14. Estróbilo de *Lycopodiella* sp. <http://noosasnativeplants.com.au>

CONCLUSIONES

Los licopodios son organismos, que han habitado en el planeta desde hace más de 400 millones de años. Son indispensables para el funcionamiento de los ecosistemas tropicales y templados. Sin embargo, la pérdida de los diferentes hábitats en los que se establece, aunado a la agricultura, están ocasionando que estas especies estén en peligro de extinción. Su adecuado manejo y uso nos permitirá seguir disfrutando de sus ventajas y características, no nada más nosotros sino también las futuras generación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arana M. y B. Ollgaard. 2012. Revisión de las Lycopodiaceae (Embriopsida, Lycopodiidae) en Argentina y Uruguay. *Darwiniana*. 50(2): 266-295pp.
2. Alcazar, F. 2004. El Carbonífero del norte de León: Un paraíso para el buscador de fósiles de plantas. [Citado 11 agosto 2018]. Disponible en: <http://www.um.es/eubacteria/fosiles.pdf>
3. Bremer, K., B. Bremer y M. Thulin. 2003. Introduction to Phylogeny and Systematics of Flowering Plants. Department of Systematic Botany Evolutionary Biology Centre. Uppsala University, 100 p.
4. Gladys M.O. 1996. Lycopodiaceae P. Beauv. Ex Mirb. Aportes Botánicos de Salta. Argentina 4(16): 199pp.
5. Holub, J. 1964. *Lycopodiella*, nový rod radu Lycopodiales. *Preslia* 36: 16–22.
6. Holub, J. 1975. *Diphasiastrum*, a new genus in Lycopodiaceae. *Preslia* 47: 97–110.
7. Holub, J. 1983. Validation of generic names in Lycopodiaceae: with a description of a new genus *Pseudolycopodiella*. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* 18: 439–442.
8. Holub, J. 1985. Transfer of *Lycopodium* species to *Huperzia* with a note on generic classification in Huperziaceae. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* 20: 67–80.
9. Holub, J. 1991. Some taxonomic changes within Lycopodiales. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* 26: 81–94.
10. Judd, W., C.S. Campbell, E. Kellogg y P.F. Stevens y M.J. Donoghue. 2002. *Plant systematics: a phylogenetic approach*, Second Edition. Sinauer Assoc, USA.

11. Mendoza-Ruiz A. y B. Pérez-García. 2009. *Helechos y licopodios de México*. Gobierno Federal, CONABIO, Casa abierta al tiempo. 287pp.
12. Moran R.C. 1995. 4. *Lycopodiopsida*. En: Davidse, G., Sousa S., M. Knapp, S. y Chiang, F. Eds. *Flora Mesoamericana volumen 1, parte 1 Psilotaceae a Salviniaceae*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología; Missouri Botanical Garden; The Natural History Museum (London).
13. Nabors, M. W. 2006. *Introducción a la Botánica*. Pearson 1er. Edición. 744pp. (también disponible online (alquiler) en: <http://conten.pearson.es>).
14. Øllgaard, B. 1987. A revised classification of the Lycopodiaceae s. lat. *Opera Botanica* 92: 153-178.
15. Øllgaard, B. 1990. Lycopodiaceae, en K. Kubitzki (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants I*, pp 31-39. Berlin & Heidelberg: Springer-Verlag.
16. Øllgaard, B. 1992. Neotropical Lycopodiaceae, an overview. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79: 687–717.
17. Ollgaard B. 1995. 4. *Lycopodiaceae*. En: Davidse, G., Sousa S., M. Knapp, S. y Chiang, F. Eds. *Flora Mesoamericana volumen 1, parte 1 Psilotaceae a Salviniaceae*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología; Missouri Botanical Garden; The Natural History Museum (London).
18. Øllgaard, B. 2012. New combinations in Neotropical Lycopodiaceae. *Phytotaxa* 57: 10-22.
19. Rojas ALVARADO A. 2005. Novedades en *Huperzia* Bernh. (Lycopodiaceae) ee Costa Rica Lankesteriana 5(2):109-113. 2005.
20. Raven, F. E. y S. Eichhorn. 2012. *Biology of plants*. W. H. Freeman; Eighth Edition edition 880 p.
21. Soltis, D.E., P.S. Soltis, P.K. Endress y M.W. Chase. 2005. *Phylogeny and Evolution of Angiosperms*. Sinauer, Sunderland, Mass.
22. Wang, S., B. Tian y G. Chen. 2002. Anatomical structure of leaf cushion of *Lepidodendron lepidophloides* Yao. *Acta Botanica Sinica*. 44(3): 362-366.
23. Wilson J.P. y W. W. Fischer. 2011. Hydraulics of *Asteroxylon mackei*, an early Devonian vascular plant, and the early evolution of water transport tissue in terrestrial plants. *Geobiology*. 9, 121-130.

24. Laboratorio de Química Analítica. <http://www.ciens.ucv.ve:8080>.
25. Asteroxylon - memim.com (<https://memim.com/asteroxylon.html>)
26. Laboratorio de Sistemática de Plantas Vasculares Uruguay (<http://www.thecompositaehut.com>)