

TEMA

36

Las plantas I. Briofitas. Géneros comunes e importancia ecológica.

El paso a la vascularidad: licopodios, equisetos y helechos.

La adquisición de semillas: Cicadófitos y Ginkofitos



ESQUEMA - RESUMEN

- 1. EL REINO METAFITAS**
- 2. BRIOFITAS**
 - 2.1. Generalidades
 - 2.2. Morfología
 - Rizooides, tallito, hojitas
 - 2.3. Reproducción y desarrollo
 - 2.4. Distribución e importancia ecológica
 - 2.5. Utilidad de las Briofitas
 - 2.6. Sistemática
 - Anthocerotae, Marchantiae, Bryatae
- 3. PTERIDOFITAS**
 - 3.1. El paso a la vascularidad
 - 3.2. Arquitectura y morfología
 - 3.3. Reproducción y desarrollo
 - 3.4. Distribución y ecología
 - 3.5. Importancia y utilidad
 - 3.6. Sistemática
 - Psilophytatae, Psilotatae, Lycopodiatae, Equisetatae, Filicatae
- 4. ESPERMATOFITAS**
 - 4.1. La adquisición de semillas
 - 4.2. Gimnospermas
 - 4.3. Sistemática
 - Ginkgoatae, Pteridospermae, Cycadatae, Bennetitatae, Gnetatae

1. EL REINO METAFITAS

Comprenden los grupos de vegetales denominados a menudo plantas verdaderas o plantas superiores, caracterizadas por la presencia de clorofila **a** y **b** en sus células y una organización del cuerpo típicamente cormofítica o protocormofítica. En este grupo se incluyen, por tanto, **Briofitas, Pteridofitas y Espermafitas**. Las dos primeras divisiones se han considerado en ocasiones como **Arquegoniadas**, por sus característicos órganos reproductores. Es muy común referirse a distintos grupos de vegetales metafíticos mediante diversos nombres, habituales en la taxonomía clásica. Por ello, para aclarar las posiciones sistemáticas, en la tabla 1. se muestran los principales grupos en los cuales suelen encuadrarse las «plantas superiores» dentro del contexto sistemático global de los «vegetales en sentido amplio». En todo caso estos grupos vegetales presentan una notable adaptación al medio aéreo, habiendo sido capaces de desarrollar evolutivamente las estructuras necesarias para tal fin, siendo un paso decisivo en esta evolución el desarrollo de la vascularidad y la adquisición de semillas para la reproducción.

<p>PROCARIOTAS</p> <p>Reino Móneras: bacterias y cianofitas.</p>
<p>CRIPTOGAMAS</p> <p>Reino Protoctistas: algas. Talofíticas.</p> <p>Reino Hongos: hongos. Talofíticos.</p> <p>Reino Metafitas:</p> <p style="padding-left: 40px;">Briofitas: musgos y hepáticas. Cormofíticas no vasculares.</p> <p style="padding-left: 40px;">Pteridofitas: licopodios, equisetos y helechos. Cormofíticas vasculares.</p>
<p>FANERÓGAMAS</p> <p>Reino Metafitas:</p> <p style="padding-left: 40px;">Espermafitas: cicadófitos, ginkófitos, coniferófitos y angiospermatófitos.</p> <p style="padding-left: 40px;">Cormofíticas con flores y semilla.</p>

Tabla 1. Sistemática vegetal

2. BRIOFITAS (VER TEMA 38)

2.1. Generalidades

Comprenden más de 20000 especies, de pequeño porte, con una amplia dispersión geográfica, siendo una característica fundamental la arquitectura de la planta, referida al *gametofito* como forma biológica persistente, presentándose rizoide, tallito y hojitas, homólogas de la raíz tallo y hojas de los grupos cormofíticos más evolucionados.

2.2. Morfología

Desde al punto de vista morfológico, el gametofito presenta las siguientes partes características (figura 1: A, B, C, D):

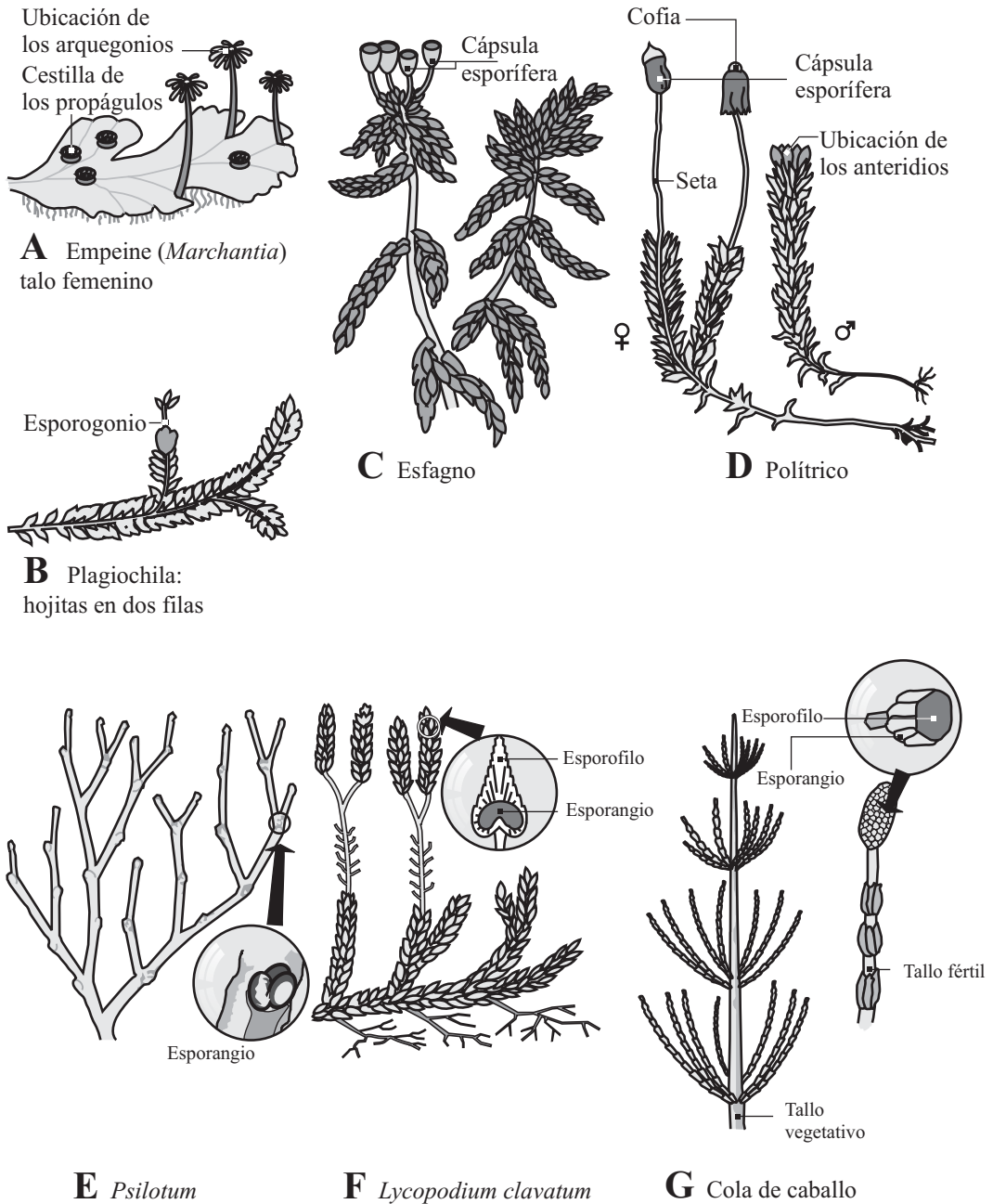


Figura 1. Morfología de Briofitas y Pteridofitas

Rizoides: filiformes, muy sutiles, y dispuestos en forma de penacho, formados por células largas dispuestas en una sola serie. Si bien morfológicamente presentan notables diferencias con las raíces de las plantas superiores, las funciones que realizan los rizoides son semejantes: fijación y absorción.

Tallito: generalmente se alza del penacho de rizoides, si bien en ocasiones puede estar dispuesto sobre el suelo, llevando rizoides en su cara inferior. El tallito alcanza su mejor expresión en los musgos, en comparación con las hepáticas. El tallito desempeña la función de soporte de las *hojitas* (es las cuales se encuentran los anteridios y arquegonios) y del *esporofito* y asimismo la función de conducción, por ósmosis o mediante células especializadas. En sección transversal presenta epidermis, estrato cortical y cilindro central.

Hojitas: en los musgos se encuentran más diferenciadas que en las hepáticas, pudiendo disponerse en varias series a lo largo del tallito, y pudiendo presentar diversas modificaciones morfológicas. En muchas hepáticas pueden presentarse *propágulos* (para la multiplicación vegetativa) en el borde o en la nerviación de las hojas.

2.3. Reproducción y desarrollo

La reproducción de las Briofitas se efectúa mediante esporas las cuales al propagarse en sustratos húmedos producen un *protonema*, filiforme o laminar, en el cual se desarrollan tallitos y hojitas. En la axila de las hojitas o en el ápice de los tallitos, aparecen los órganos reproductores gametofíticos, *anteridios* y *arquegonios*. Según la disposición de los mismos puede haber especies monoicas o dioicas.

Tras la fecundación, a partir del cigoto diploide se desarrolla el *esporofito*, inserto sobre el tallito generalmente mediante un filamento, que recibe, en los musgos, en nombre de **seta**, en el extremo del cual se encuentra la **teca** o **cápsula**, en la cual se producen las esporas.

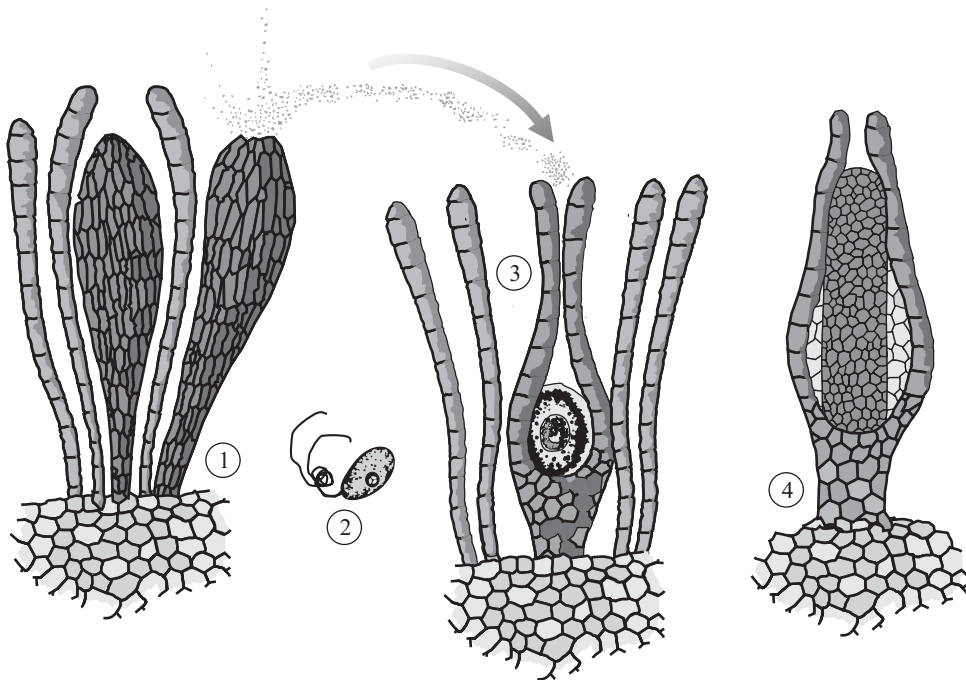
Se trata, por tanto, de un ciclo reproductor *alternante*, diplo-haplo-fásico, con una fase gametofítica y otra esporofítica (figura 2). La limitada evolución hacia formas superiores de los Briofitos explica que todavía sea dominante el gametofito, forma más o menos permanente, sobre el esporofito, forma efímera.

2.4. Distribución e importancia ecológica

Este grupo vegetal habita en todos los continentes, con independencia de la latitud y del clima, con especies adaptadas a medios diversos: acuáticas, corticícolas, terrícolas...

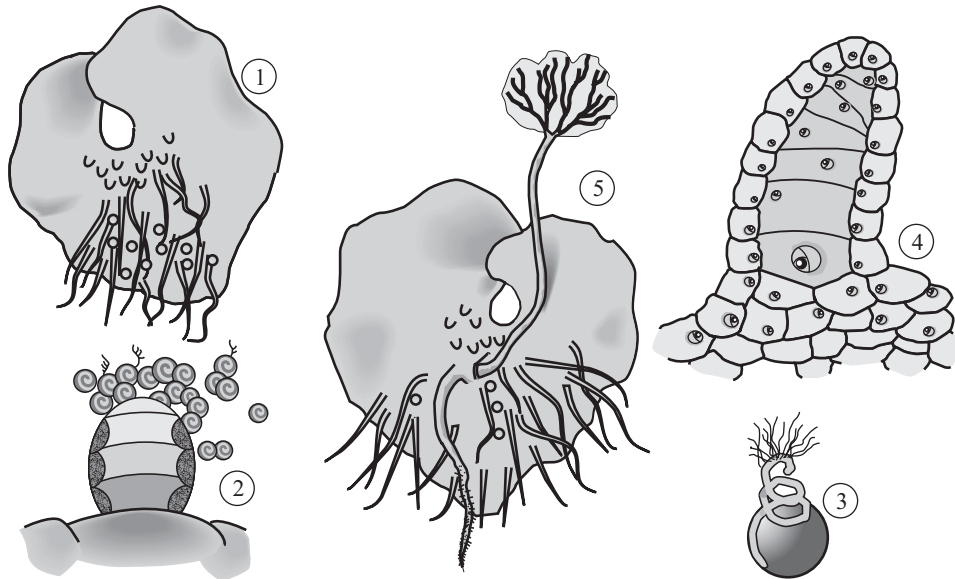
Destacan algunas especies como los *esfagnos* (*Sphagnum spp*) que viven en los terrenos encharcados llamados turberas. Las Briofitas alcanzan la mayor riqueza en especies en los países intertropicales, siendo escasas por el contrario en las zonas frías, dónde sólo dan lugar a formaciones particulares como la tundra y las turberas altas. Se adaptan fácilmente a medios adversos, por su frugalidad, siendo con algas y líquenes los primeros colonizadores de nuevos hábitats. Sin embargo, su medio característico es el bosque, asociándose ecológicamente con especies de las zonas umbrías.

El sistema de capilares que habitualmente presentan en el tallo y las hojas hacen que las Briofitas puedan almacenar una cantidad importante de agua, que puede incrementarse incluso por la presencia de **sacos acuíferos**, en algunas hepáticas. Por ello puede considerarse que la ac-



Representación esquemática de los órganos de reproducción de los musgos:

1. Anteridios y paráfisis; 2. Espermatozoides (muy aumentados);
3. Arquegonio con ovocélula; 4. Arquegonio en el cual la ovocélula fecundada ha originado el embrión.



Representación esquemática de los órganos de la fecundación de un helecho:

1. Joven prótalo con anteridios, arquegonios y rizoides, visto por la cara inferior;
2. Anteridio maduro del que salen los espermatozoides;
3. Un espermatozoide;
4. Arquegonio maduro con ovocélula;
5. Prótalo después de la fecundación, con la primera hojita del esporófito.

Figura 2. Ciclo reproductivo de Briofitas y Pteridofitas

ción de los bosques tendente a equilibrar el balance hídrico se debe principalmente a la capacidad de las Briofitas de retener importantes cantidades de agua.

Por último también puede considerarse la importancia de las Briofitas como indicadores ecológicos, particularmente de la acidez del suelo (*Sphagnum* necesita reacción ácida, mientras que *Eucladium* la precisa básica). Algunos musgos forestales son buenos indicadores del estado del humus, y asimismo otras especies (*Pottia*) pueden vivir como halofitos en suelos salinos.

2.5. Utilidad de las Briofitas

A pesar de ciertos estudios sobre posibles productos de tipo antibiótico producidos por los musgos, en general las especies de este grupo no presentan aplicaciones concretas. Únicamente los esfagnos, y la *turba* que ayudan a producir, tienen utilidad práctica. Sin embargo, dentro de este apartado, debe considerarse la importancia que supone, en los estudios evolutivos, disponer de organismos con un nivel de evolución y de organización que puede ser considerado «puente» entre Talofitas y Cormofitas.

2.6. Sistemática

El grupo de las Briofitas no es de los más amplios dentro del Reino vegetal, y sus especies se agrupan en tres clases:

Anthocerotae: incluye unas 100 especies, que pueden considerarse como reliquias de los grupos iniciales de las plantas terrestres. El género más destacado es *Anthoceros*.

Marchantiae: las hepáticas comprenden alrededor de 9000 especies, con estructura foliosa o talosa. Algunos géneros comunes son:

Sphaerocarpus: muy empleado en experimentos genéticos.

Marchantia polimorpha: habitual en los lugares húmedos.

Conocephalum: común en rocas y suelos húmedos.

Monocarpus, *Riccia*, *Ricciocarpus* (flota en el agua), *Blasia*, *Takakia*, *Frullania*.

Bryatae (figura 3): son los musgos, y comprenden más de 14000 especies, caracterizadas por su protonema folioso bien desarrollado. Tienen importancia los siguientes:

Sphagnum: rico en especies, que tiene importancia en la formación de las turberas.

Andraea: con 120 especies que viven en las rocas silíceas de alta montaña en zonas frías.

Ceratodon: propio de suelos arenosos.

Leucobryum: crece en suelos ácidos de bosques.

Fissidens: con 800 especies es uno de los géneros de musgos con mayor número de especies.

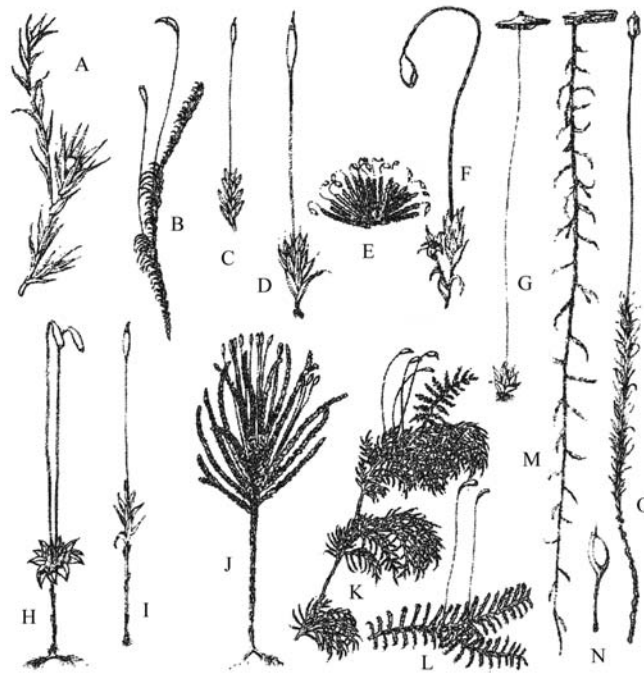
Barbula y *Tortula*: abundan en las rocas y en el suelo.

Splachnum: vive sobre el estiércol de rumiantes.

Tetraphis pellucida: vive sobre madera en descomposición.

Mnium: es frecuente en el suelo de los bosques.

Polytrichum: vive en los suelos de bosque y de turbera, llegando a alcanzar hasta 40 cm de altura.



A: *Archidium phascoides*, B: *Dicranum scoparium*, C: *Fissidens bryoides*, D: *Tortula muralis*, E: *Grimmia pulvinata*, F: *Funaria hygrometrica*, G: *Splachnum luteum*, H: *Rhodobryum roseum*, I: *Tetraphis pellucida*, J: *Climacium dendroides*, K: *Hylacomium splendens*, L: *Cratoneuron commutatum*, M: *Papillaria depepei*, N: *Buxbaumia aphylla*, O: *Polytrichum commune*

Figura 3. Bryatae

3. PTERIDOFITAS (VER TEMA 38)

3.1. El paso a la vascularidad

Las Pteridofitas son plantas cormofitas con su morfología claramente diferenciada en raíz tallo y hojas, presentando, además, un auténtico *sistema vascular* (ver tema 30).

Filogenéticamente se reconocen en las especies de este grupo afinidades con las Briofitas, tales como la presencia de arquegonios, la alternancia de generaciones y una importante afinidad por los medios húmedos.

La aparición de la vascularidad, propia de las Pteridofitas y Espermafitas, frente a las Briofitas no vasculares, surge debido a dos factores:

- La conquista del medio aéreo.
- El aumento del tamaño del aparato vegetativo permanente (esporofito).

De acuerdo con ello algunos vegetales han tenido que evolucionar hacia organizaciones anatómicas y fisiológicas más complejas. Éstas deben permitir, la toma del alimento en forma disuelta del suelo, mediante un tejido absorbente, y la distribución por toda la planta de productos diversos, tanto los tomados del medio como los resultantes del metabolismo, mediante un tejido vascular.

3.2. *Arquitectura y morfología*

En el pasado existieron importantes formas arbóreas y arbustivas, caracterizando el paisaje vegetal de ciertas áreas y épocas geológicas, especialmente durante el Carbonífero. Actualmente predomina el porte herbáceo, si bien todavía existen algunas especies arbustivas y arbóreas (figura 1: E, F, G). Las Pteridofitas presentan formas variadas, caracterizadas por su raíz, tallo y hojas, los cuales presentan multitud de modificaciones, entre las que destaca la común presencia de tallos subterráneos o *rizomas* e incluso de tallos articulados con hojas dispuestas en verticilos (equisetos). De todas maneras, el tipo morfológico habitual, en los helechos, está basado en hojas más o menos subdivididas (frondes) y percederas, surgiendo del tallo subterráneo más o menos perenne.

3.3. *Reproducción y desarrollo*

El ciclo biológico de las Pteridofitas es de tipo diplo-haplo-fásico (figura 2). Las esporas se forman generalmente sobre el envés de las hojas, llamadas *frondes*, dentro de esporangios agrupados en estructuras llamadas *soros*. Las esporas maduras se desarrollan al llegar a un medio húmedo, dando lugar a un *protalo*, que es un gametofito de vida efímera, en el cual se constituyen los gametangios.

Pueden encontrarse casos de gametofitos dioicos, procediendo en este caso de dos tipos de esporas: macrospora (♀) y microspora (♂). En el ciclo reproductor de las Pteridofitas se aprecia ya la tendencia evolutiva a una reducción de la fase gametofítica, efímera y vinculada a ambiente muy húmedo. En este sentido debe interpretarse esta tendencia evolutiva como una adaptación a la producción en masa de individuos adaptados (fase esporofítica) con momentos de cruzamiento sexual para restablecer un cierto grado de diversidad genética.

3.4. *Distribución y ecología*

Como ya se ha dicho, las Pteridofitas han tenido gran relevancia en épocas pasadas, tras su colonización del medio aéreo. Hoy es un grupo en franca regresión, por competir en desventaja con las plantas vasculares más avanzadas, las Espermafitas, capaces de reproducirse mediante flores y de propagarse mediante semillas.

De todas maneras muchas especies de Pteridofitas siguen siendo pobladoras habituales de bosques y lugares, en general, húmedos, en todas las latitudes aunque la mayor diversidad de especies, así como los mayores tamaños de licopodios y helechos se alcanzan en las zonas húmedas intertropicales. Compiten, al igual que algunos musgos, con las fanerógamas en el estrato herbáceo y arbustivo, pudiendo llegar incluso a establecerse relaciones de antibiosis con otras especies (*Pteridium aquilinum*).

3.5. Importancia y utilidad

La mayor relevancia de los helechos, y de las Pteridofitas en general, radica en su importancia en el registro fósil. Las Psilofitales son consideradas como las primeras plantas que colonizaron el medio aéreo con éxito, independizándose en gran medida del agua, especialmente en las fases vegetativas de su vida, y menos en las reproductoras. Su importancia como fósiles se extiende también claramente al período Carbonífero, del cual datan importantes yacimientos de carbón, antracita y hulla, actualmente en explotación.

Desde el punto de vista de su utilidad directa, cabría destacar el aprovechamiento ornamental de algunas especies, incluidas las arbóreas y muchas plantas de interior. Asimismo se han descrito sustancias con valor medicinal en diversos géneros: *Equisetum*, *Asplenium*, *Dryopteris*, *Polipodium* y *Osmunda*. Por el contrario, desde una perspectiva agrícola muchas especies de Pteridofitas suponen un gran problema como malas hierbas de los cultivos.

3.6. Sistemática (figura 4)

Las Pteridofitas comprenden numerosas clases y subclases, incluidas las fósiles, siendo las más destacadas:

Psilophytatae: es un grupo extinguido, del cual se originaron el resto de las Pteridofitas. Aparecieron en el tránsito del Silúrico al Devónico, desapareciendo al final de este período. Las Psilofitales han sido las primeras plantas en independizarse completamente del medio acuático, siendo, por tanto, las plantas aéreas más antiguas.

Psilotatae: guardan ciertas semejanzas con las anteriores, presentando únicamente dos géneros tropicales, *Psilotum* y *Tmesipteris*, con dos especies cada uno.

Lycopodiatae: es uno de los grupos de Pteridofitas superiores y comprende diversos órdenes con representantes actuales y extinguidos (**O. Lepidodendrales**), pudiendo destacarse:

= **O. Lycopodiales**: comprende unas 400 especies, de tipo herbáceo, perennes y sin crecimiento secundario en grosor. Una de las especies más comunes en la flora europea es *Lycopodium clavatum*. Géneros fósiles son:

Drepanophycus: la planta terrestre más antigua de Europa central.

Protolopidodendron y *Lycopodites*: semejantes al actual *Huperzia*.

= **O. Selaginellales**: comprende unas 700 especies, generalmente tropicales, semejante a los licopodios. La especie más común en Europa es *Selaginella helvetica*, mientras que en los trópicos y en diversas zonas de América habitan otras especies de este género.

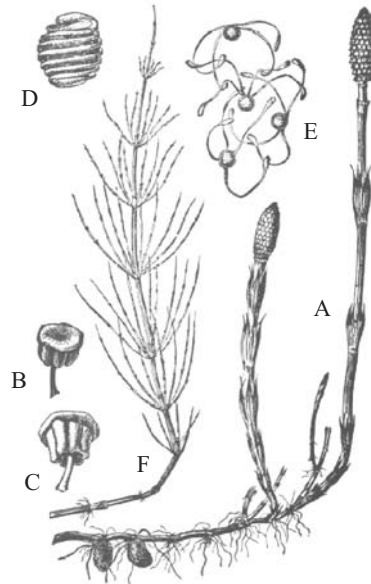
= **O. Isoetales**: dentro del género *Isoetes* existen unas 60 especies herbáceas, perennes, unas sumergidas y otras habitantes de suelos muy húmedos.

Cyathea crinita



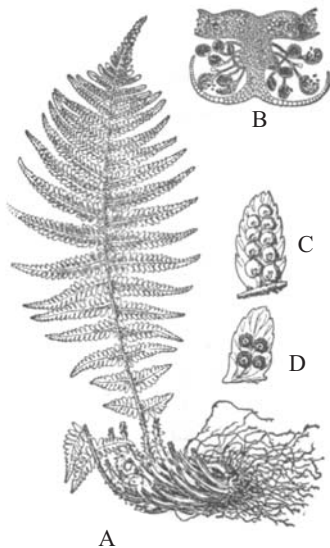
Equisetum arvense

A: vástagos fértiles, B, C: esporangios
D, E: esporas, F: vástago estéril



Dryopteris filix-mas

A: planta adulta, B: sección de un soro
C, D: soros



Phyllitis scolopendrium



Figura 4. Pteridofitas

Equisetatae: actualmente este grupo está representado únicamente por el género *Equisetum*, que incluye 32 especies. Sin embargo, es un grupo con gran importancia en el registro fósil, siendo algunos de sus representantes más característicos *Calamites*, *Annularia* y *Archaeocalamites*.

Filicatae: presentan característicamente grandes megafilos denominados frondes, peciolados, provistos de nervaduras abundantes y con numerosos esporangios en el envés. Este grupo, que comprende los **helechos**, presenta gran complejidad, por lo cual pueden distinguirse diversos niveles de organización:

- = *Primifilices*: representan la unión con las Psilofitatas, apareciendo en el Devónico medio, para extinguirse en el Pérmico inferior.
- = *Eusporangiatae*: comprende unas 80 especies, destacando las europeas *Ophioglossum vulgatum* de prados húmedos y *Botrychium* de pastizales secos. Asimismo existen especies con tallo leñoso, que fueron más abundantes en el Carbonífero y Pérmico.
- = *Leptosporangiatae*: se incluyen en este nivel de organización la mayoría de las especies de la Clase, unas 9000, con distribución cosmopolita y con preferencia por los lugares sombríos, incluyendo desde especies enanas (*Didymoglossum*) a otras con porte arbóreo (*Cythaea*, *Dicksonia*). Algunos de los helechos más comunes de este nivel organizativo son:
 - Osmunda*: helecho real.
 - Polypodium*, *Polystichum*, *Pteridium* y *Dryopteris*: son helechos europeos muy extendidos en campos y bosques.
 - Blechnum*, *Matteuccia*, *Bolbitis*.
- = *Hydropterides*: en este grupo se incluyen únicamente algunos helechos herbáceos que habitan en las aguas y en los suelos palustres como *Salvinia*, *Marsilea*, *Azolla* y *Pilularia*.

4. ESPERMATOFITAS (VER TEMA 38)

4.1. La adquisición de semillas

Las Espermatofitas son las plantas vasculares de organización cormofítica en las cuales la evolución las ha llevado a una completa adaptación al medio aéreo, con gran independencia, aunque no total, del agua. Un factor fundamental en esta evolución ha sido la adquisición de semillas, que permite al vegetal una mayor eficacia en el proceso de reproducción y de dispersión de la especie.

El origen de las semillas puede establecerse en algunas especies del **O. Lepidodendrales** del Carbonífero (*Miadesmia* herbácea, *Lepidocarpon* arbórea) que presentaban ya estructuras semejantes a las semillas, por lo cual a menudo se reúnen en el grupo de las «Lepidospermales», precursoras, por tanto, de las Espermatofitas actuales. En ellas la microspora penetraba en la única megaspóra del megaesporangio, desarrollándose después sobre la planta madre y convirtiéndose en semilla, cuya cubierta estaba formada no sólo por la pared del megaesporangio, sino también por la envoltura externa. Los megaesporangios se disponían formando **estróbilos** de modo que resultaban piñas o conos semejantes a los de las Gimnospermas actuales.

Algunas de las características de las semillas que le proporcionan ventajas a la planta productora, respecto a aquellas que no las presentan, son las siguientes:

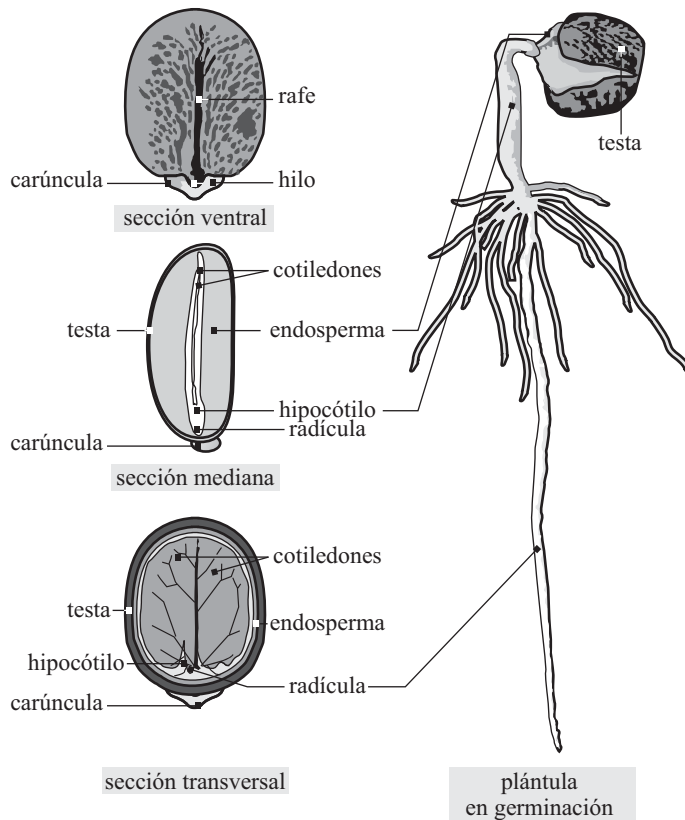
- Persistencia en el medio.
- Resistencia las variaciones ambientales.

- Independencia del agua.
- Capacidad de difusión, mediante estructuras especiales.
- Acumulación de sustancias de reserva, para la germinación.

4.2. Gimnospermas

Las Espermafitas pueden clasificarse en dos niveles de organización: Gimnospermas y Angiospermas. Las Gimnospermas han sido los primeros vegetales en presentar semillas filogenéticamente y son plantas de porte únicamente leñoso de morfología y arquitectura variable, caracterizadas por tener los óvulos (gametofitos ♀♀) situados sobre una hoja carpelar modificada plana, no encerrados en un ovario, y sin presencia de estilo y estigma. Tras su fecundación estos óvulos desnudos darán lugar a semillas pero no a frutos (figura 5).

Las Gimnospermas aparecen al final de la Era Primaria, y su radiación adaptativa tiene lugar durante las Eras Secundaria y Terciaria. Filogenéticamente representan una seria alternativa de colonización del medio aéreo, más consolidada que la de las Pteridofitas. Su nivel de evolu



Semilla y germinación de *Ricinus communis*

Figura 5. Las semillas