

Tema 36

**Las plantas I. Briofitos.
Géneros comunes e importancia ecológica.
El paso de la vascularidad: licopodios, equisetos y helechos.
La adquisición de semillas: cicadófitos y ginkgófitos.**

INDICE

1. Introducción
2. División Bryophyta
 - 2.1. Clase Bryopsida: musgos
 - 2.1.1. *Géneros comunes e importancia ecológica*
 - 2.2. Clase Hepatopsida: hepáticas
 - 2.3. Clase Anthoceropsida: ceratófilos
3. Plantas vasculares sin semillas
 - 3.1. División Pterophyta: los helechos
 - 3.2. División Psilophyta: helechos escobilla
 - 3.3. División Sphenophyta: colas de caballo
 - 3.4. División Lycopphyta: licopodios
4. Plantas con semilla
 - 4.1. División Cycadophyta: las cicas
 - 4.2. División Ginkgophyta: el ginkgo
5. Bibliografía

1. Introducción. El reino vegetal

Las plantas, los vegetales, o más académicamente, el reino de las metáfitas comprende miles de especies diferentes que viven en cualquier condición ambiental imaginable, desde las tundras congeladas de la Antártida hasta los bosques tropicales. Las plantas son organismos eucariotas, fotosintéticos y pluricelulares, primordialmente terrestres. Tienen diferentes grados de diferenciación celular, que va desde la existencia de una capa celular externa parecida a la epidermis hasta la diversificación de tejidos que aparece en las plantas superiores.

Casi todas las metafitas son de vida aérea, de modo que han tenido que adaptarse a esta circunstancia consiguiendo estructuras que las fijen firmemente al sustrato y adquiriendo una consistencia que les permita mantenerse erguidas en el aire.

Dentro de las metafitas, se distinguen cuatro grandes grupos de plantas vivas (tabla 1):

Plantas no vasculares con generación gametofítica dominante.	División <i>Bryophyta</i> (Briófitos)	Clase <i>Bryopsida</i> (Musgos)		C R I P T Ó G A M A S
		Clase <i>Hepatopsida</i> (Hepáticas)		
		Clase <i>Anthoceroopsida</i> (Ceratófilos)		
TRAQUEÓFITAS o CORMÓFITAS	Plantas sin semillas	División <i>Pteridophyta</i> (Helechos)		
		División <i>Psilophyta</i> (Helechos escobilla)		
		División <i>Sphenophyta</i> (Colas de caballo)		
		División <i>Lycophyta</i> (Licopodios)		
Plantas vasculares con generación esporofítica dominante.	Plantas con semilla o ESPERMATÓFITAS	GIMNOSPERMAS (Plantas actuales con semillas desnudas)	División <i>Coniferophyta</i> (Coníferas)	F A N E R Ó G A M A S
			División <i>Gynkgophyta</i> (Ginkgo)	
			División <i>Cycadophyta</i> (Cicadas)	
			División <i>Gnetophyta</i> (Clamidospermas)	
		ANGIOSPERMAS División <i>Magnoliophyta</i> (Plantas con semillas encerradas en un fruto)	Clase <i>Magnoliopsida</i> (Dicotiledóneas)	
			Clase <i>Liliopsida</i> (Monocotiledóneas)	

- Por un lado tenemos las **briofitas**, que carecen de un sistema vascular o de conducción y por lo tanto, su crecimiento es limitado.
 - Los otros tres grupos poseen un tejido vascular, *xilema*, para la conducción de agua y minerales, y *floema* para la conducción de alimento, de ahí que a estas plantas se las denomine *traqueófitas* o plantas vasculares. Estos grupos son:
 - Las **pteridófitas**: plantas vasculares que se reproducen por medio de esporas.
 - Las **gimnospermas**: son plantas de semillas desnudas, las cuales generalmente se producen en un cono.
 - Las **angiospermas**: en este grupo las semillas se producen dentro de un fruto.
- A las gimnospermas y angiospermas conjuntamente se las denomina *espermatofitas* o plantas superiores, nombre que hace referencia a que producen semillas.

A lo largo de este tema describiremos las plantas no vasculares (como los Briofitos), las plantas vasculares sin semillas (como Lycopodios, Equisetos y Helechos) y algunas divisiones de plantas con semillas (Cicadófitos, Ginkófitos).

Pero antes de esto, veamos cuales son las características generales de este reino de las metafitas.

- **Origen:** Las plantas terrestres se desarrollaron a partir de **algas verdes** como antepasado común (fig. 36.1). Por varias razones, los botánicos creen que estas algas les dieron origen. Las algas verdes comparten varias características bioquímicas y metabólicas con las plantas. Ambas contienen los **mismos pigmentos fotosintéticos**, *clorofila a* y *b*, los *carotenos* y las *xantofilas*. Además, ambas almacenan sus excedentes de carbohidratos en forma de **almidón**. La **celulosa** es el componente principal de la pared celular de ambos. Por último, muchas algas verdes y plantas parten algunos detalles de la división celular, incluyendo la formación de una **pared celular**.

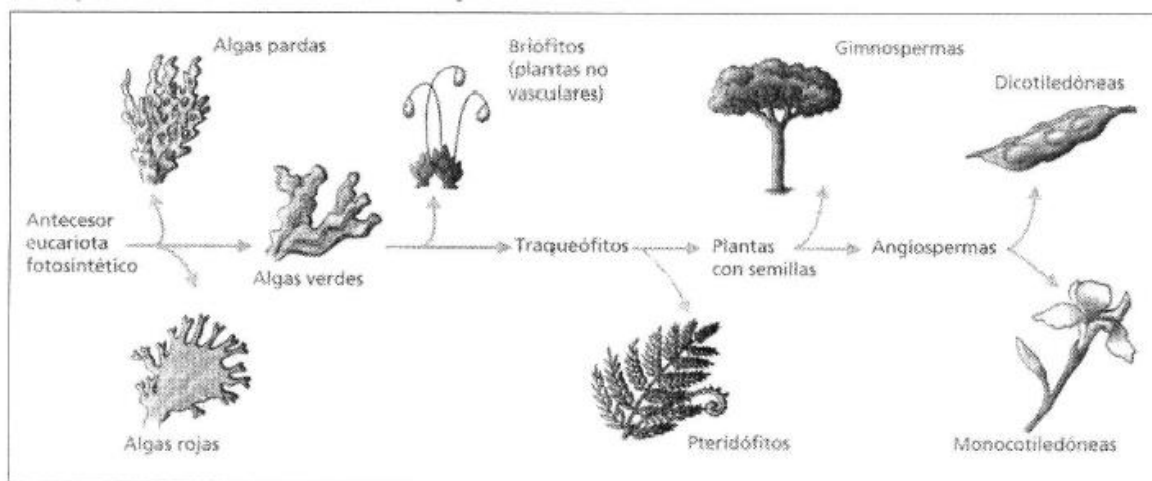


Figura 36.1.- Relaciones evolutivas entre los principales grupos de algas y de plantas.

- **Cubierta protectora:** Una de sus adaptaciones más importantes con el fin de sobrevivir en la tierra es la cubierta cerosa, llamada **cutícula**, que cubre las partes aéreas. La cutícula es esencial para la existencia terrestre porque ayuda a evitar la desecación, o deshidratación de los tejidos vegetales por evaporación. Ya que las plantas tienen sus raíces en la tierra, no pueden moverse a zonas más húmedas durante los días secos, por lo tanto, la cutícula es esencial. Las algas no poseen cutícula, pero las terrestres sí.

- **Obtención de CO₂:** las plantas fotosintéticas que viven en un medio acuático son bañadas por agua que contiene materiales disueltos, incluyendo dióxido de carbono, o carbonato. El carbonato entra por **difusión** en las células y se utiliza como materia prima para la fotosíntesis. Las plantas terrestres obtienen carbono, en forma de dióxido de carbono, de la atmósfera. Este gas debe estar disponible para los cloroplastos dentro de las células de las plantas verdes ya que la superficie externa de los tallos y hojas de las plantas están cubiertas por una capa cerosa, el intercambio de gas a través de la cutícula, entre la atmósfera y el interior de la célula, es insignificante. Para resolver el problema estas poseen unos orificios diminutos en los tejidos superficiales, llamados **estomas**, que permiten el intercambio de gases, esencial para la fotosíntesis.

- **Aparatos reproductores:** Las plantas tienen órganos sexuales multicelulares, o **gametangios**, que poseen una capa celular estéril, la cual rodea a los gametos. El

órgano sexual femenino llamado **arquegonio**, produce un solo ovulo o huevo, denominado **oosfera**. Los espermatozoides, llamados **anterozoides**, se producen en el órgano sexual masculino, llamado **anteridio**. Probablemente, los gametos originados en estos órganos están protegidos contra la desecación por la capa de células estériles. El huevo fertilizado se desarrolla hasta formar un embrión multicelular dentro del gametangio femenino.

- **Ciclo de vida:** Las plantas tienen una alternancia de generaciones muy bien definida, es decir, pasan una parte de su vida en la etapa haploide y otra parte en estado diploide. La porción haploide de su ciclo de vida es llamada **generación gametofítica** porque da origen a los gametos haploides por mitosis. La porción diploide de su ciclo de vida llamada **generación esporofítica**, da lugar a la formación de esporas, inmediatamente después de la meiosis.

La planta gametofítica haploide produce órganos sexuales masculinos, o anteridios, en donde se forma el esperma; también forma gametangios femeninos, o arquegonios. Cada arquegonio produce un solo huevo. El espermatozoide llega al arquegonio por diferentes medios, y se desliza hacia abajo por el cuello del mismo. Un espermatozoide se fusiona con el huevo fertilizado. Este proceso, llamado **fertilización**, tiene como resultado la formación de un huevo fertilizado o **cigoto**.

2. División Bryophyta

Por el conjunto de sus caracteres morfológicos, los Briofitos constituyen una división bien definida que comprende **tres clases: musgos, hepáticas y antocerotas**. Son **plantas terrestres verdes** que suelen buscar lugares húmedos para vivir. Su ciclo de desarrollo presenta una alternancia regular entre generación haploide, productora de gametos, denominada por esta razón **gametofito**, y una generación diploide, productora de esporas, denominada **esporofito**. La reducción cromosómica se produce en el momento de la formación de esporas.

Un carácter esencial de los Briofitos es la ausencia de raíces. La fijación al suelo está asegurada por unos filamentos denominados **rizoides**, que en los musgos son multicelulares y ramificados, mientras que en la mayoría de las hepáticas son unicelulares y no ramificados.

2.1. Clase Bryopsida: musgos

Generalmente, los musgos viven en colonias densas llamadas también **lechos**. Los musgos carecen de tejidos vasculares especializados, no puede decirse que posean raíz, tallo u hojas reales. Tienen pequeñas estructuras, radicales, o **rizoides** que anclan la planta al suelo y también un falso tallo o **cauloide** recto que sostiene a unas falsas hojas o **filoides**. Sin embargo, algunas especies contienen células conductoras de agua, y otras transportadoras de alimento, aunque no son tan especializadas como las de las plantas vasculares.

La **planta verde hojosa** se corresponde a la **generación gametofítica** de los musgos (fig. 36.2). Sus gametangios se encuentran en la punta de estas. Muchos musgos tienen sexos separados; poseen individuos masculinos que contienen al anteridio y femeninos que contienen el arquegonio. Otros musgos producen anteridios y arquegonios en la misma planta.

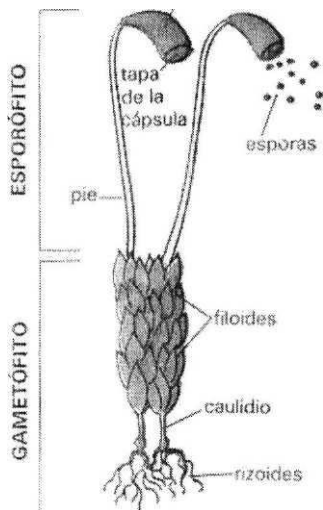


Figura 36.2.- Estructura de un musgo.

Para que se lleve a cabo la fertilización, el espermatozoide o anterozoide, que se produce en el anteridio debe fertilizar al ovulo u oosfera, contenido en el arquegonio (fig. 36.3). Si el arquegonio y el anteridio se localizan en plantas separadas dependen del agua para llevar a cabo la fertilización. Esta necesidad se considera una característica primitiva, conservada de las algas, sus ancestros.

El espermatozoide se puede transportar de los anteridios a los arquegonios por medio de gotas de lluvia. El espermatozoide se libera del anteridio sobre estas al caer en la punta de la planta gametofítica masculina.

Cuando una segunda gota de agua llega a la planta masculina, puede hacer salpicar la que ya contiene el espermatozoide hacia el aire, para que caiga sobre una planta femenina cercana. También los insectos pueden tocar el fluido con espermatozoides y sin advertirlo, transportar este líquido por una distancia considerable. Una vez que el espermatozoide cae sobre la planta femenina, puede nadar hacia abajo, por el cuello del arquegonio y fusionarse con el huevo.

El cigoto formado como resultado de la fertilización forma, por mitosis, un embrión multicelular y maduro formando el musgo esporofítico. Esta planta crece de la punta del gametofito femenino unido a este y depende de él para su nutrición. Aunque inicialmente es de color verde, y fotosintético en la madurez adquiere un color pardo dorado, y está compuesto por varias partes: un pie o tallo que ancla el esporofito al gametofito; y una capsula con cofia, que contiene las células esporágenas. Estas se convierten por meiosis en esporas haploides. Cuando maduran, la capsula se abre por distintos mecanismos, para liberarlas. El viento o la lluvia transportan estas células microscópicas a otros lugares. Si una espora cae sobre un lugar adecuado, germina y crece, formando una masa filamentosa de células verdes, llamada protonema. Este que parece un alga verde filamentosa, forma un botón. Cada botón crece, formando una planta gametofítica verde, con hojas, y el ciclo de vida continua, como ya se ha explicado.

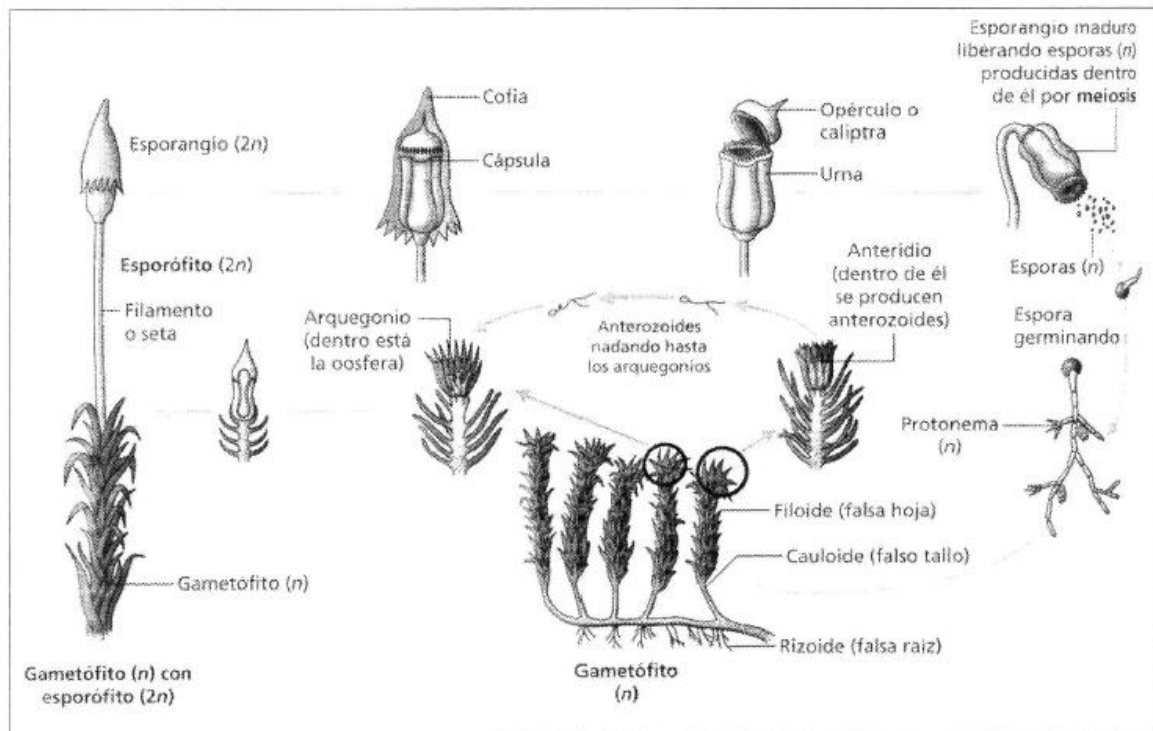


Figura 36.3.- Ciclo biológico de un musgo.

En los musgos, la generación gametofítica se considera dominante porque es capaz de vivir en forma independiente del esporofito. En cambio, la generación esporofítica siempre está adherida, depende de la planta gametofítica. Una generación gametofítica dominante se considera como característica primitiva. Muchas algas tienen también alternancia de generaciones con un gametofito dominante. Aunque todas las plantas terrestres evolucionaron de algas verdes ancestrales, los musgos no están en relación directa con las plantas superiores; estos representan una desviación evolutiva desarrollada de las algas o, quizá, de las plantas vasculares.

2.1.1. Géneros comunes e importancia ecológica

Los musgos son una parte relevante del medio en que se encuentran. Juegan un papel importante en la formación del suelo, sobre todo en la denominada sucesión primaria. Además, proporcionan alimento a los animales, en especial a las aves y a los mamíferos.

Los musgos vienen desempeñando silenciosa y modestamente en la naturaleza una función bastante más importante y compleja de lo que a primera vista puede parecer. El alto poder de absorción de agua que presentan sus rizoides y filoides, los hace muy aptos para detener, sobre las vertientes, el agua de las lluvias, y favorecer la infiltración de la misma en la tierra y la formación de los manantiales. Muy benéfica es también la acción de los musgos sobre el suelo que cubren con su manto, pues lo protegen contra el enfriamiento, conservan y aumentan la porosidad y la permeabilidad del mismo, y contribuyen no poco a enriquecer la tierra vegetal con un mantillo fecundo. Los que viven sobre las penas, las disgregan, lenta, pero seguramente, preparando así el sitio para la invasión de plantas superiores más exigentes.

Ejemplos de musgos que intervienen en estas importantes funciones ecológicas son los géneros ***Polytrichum***, ***Orthotrichum***, ***Pterogonium***, ***Bryum***, y ***Sphagnum***.

En este último género, una de sus características distintivas es la presencia de grandes células vacías en las "hojas", las cuales, en apariencia funcionan para retener agua. Estas características hacen que dicha planta tenga especial utilidad como acondicionador de los suelos. Por ejemplo, al colocarse en suelos arenosos, ayudan a retener el suelo y conservarlo húmedo. Este poder de absorción fue utilizado en el tratamiento de las heridas durante la Primera Guerra Mundial. En países septentrionales, cubren muchas veces, casi sin mezcla de otras plantas, grandes extensiones. Cada año, los brotes nuevos se añaden a las capas antiguas que mueren, y forman las turberas. De esta manera, esta planta con frecuencia se recolecta, seca y quema como combustible.

En zonas contaminadas, al mismo tiempo que las sustancias nutritivas, pueden ser absorbidos fuertes dosis de contaminantes. Esto explica que los musgos sean, como los líquenes, mucho más sensibles que las plantas superiores a la contaminación atmosférica. Por ello, son plantas muy buenas como bioindicadores.

2.2. Clase Hepatopsida: hepáticas

La morfología de algunas hepáticas es diferente de los musgos. Su cuerpo con frecuencia es el de un talo plano, en forma de hoja, lobulado. Se les llamo hepáticas porque los lóbulos de su talo en una de las mayores especies conocidas de hepáticas, **Conocephalum conicum**, semejan de manera superficial a los lóbulos del hígado humano. Por este motivo, en la época medieval muchas personas que creían que las hepáticas tenían valor medicinal en el tratamiento de las enfermedades del hígado, debido a su parecido con el hígado humano; creencia que no ha apoyado la investigación médica moderna.

Por el revés del talo de las hepáticas se encuentran rizoides semejantes a una raíz, que fijan la planta al suelo. Al igual que otras briofitas, las hepáticas carecen de tejido vascular. Son plantas pequeñas y por lo general insignificantes, limitadas a ambientes húmedos. Muchas hepáticas tienen apariencia de hoja, más que de talo lobulado algunas con forma de hoja, son superficialmente similares a los musgos con falsas hojas, falsos tallos y rizoides. Las hepáticas se reproducen de maneras sexual y asexual. Su reproducción sexual implica la producción de arquegonios (fig. 36.4), y anteridios en el talo haploide. Su ciclo de vida es en esencia el mismo que el de los musgos, aunque algunas de sus estructuras tienen apariencia distinta.

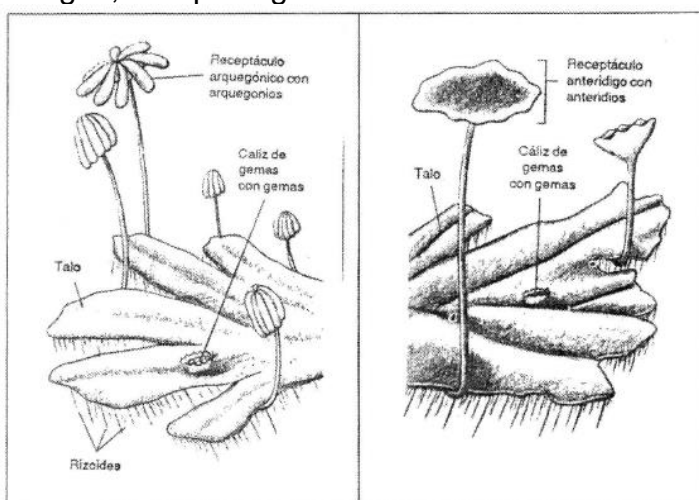


Figura 36.4.- Izquierda. Talo hepático femenino. Derecha: talo hepático masculino.

La generación esporofítica, que por lo general es un tanto esférica, está unida a la planta gametofítica.

Uno de los mecanismos de reproducción asexual de las hepáticas, consiste en la formación de pequeñas bolas de tejido llamadas gemas, las cuales nacen en una estructura en forma de salsera llamada copa de gemas, justo en el talo de la hepática. Las gotas de lluvia que se salpican, y los animales pequeños, ayudan a la dispersión de las gemas. Cuando estas caen en el lugar adecuado, cada una producirá el talo de una hepática.

Otro mecanismo de reproducción asexual de las hepáticas es por ramificación y crecimiento del talo. Conforme este continúa creciendo, los lóbulos individuales se elongan y forman extensiones más largas del talo. Cuando muere la parte más vieja de este, que originalmente une a los lóbulos individuales, cada uno de estos se convierte en una planta separada. Tanto las gemas, como la ramificación del talo, son mecanismos de reproducción asexual, porque no implican la fusión de gametos ni meiosis.

Finalmente, las hepáticas se dividen en **dos órdenes**: las **jungermaniales**, que comprenden las especies foliosas y un cierto número de talosas; y las **marcanciales**, que solo contienen especies talosas.

Los géneros más comunes de estos órdenes son: **Marchantia**, **Lunularia**, **Conocephalus**, **Riccia**, **Metzgeria** y **Pellia**.

2.3. Clase Anthoceropsida: ceratófilos

Los ceratófilos son un pequeño grupo de plantas cuyos gametofitos semejan, de manera superficial a las hepáticas taloides. Los ceratófilos pueden o no estar relacionados de cerca con otros briofitos. Por ejemplo, su estructura celular, principalmente la presencia de un gran cloroplasto único en cada célula, nos recuerda a algunas algas. Por otro lado los musgos y las hepáticas, son como las demás plantas porque tienen muchos cloroplastos en forma de disco en cada célula.

Los arquegonios y los anteridios están encerrados en el talo gametofito. Después de la fertilización, la generación esporofítica se proyecta hacia afuera del tejido gametofítico formando una espiga en forma de "cuerno" (fig. 36.5). La meiosis se lleva a cabo en el esporangio, dando lugar a la formación de esporas. Una planta gametofítica con frecuencia produce varios esporofitos.

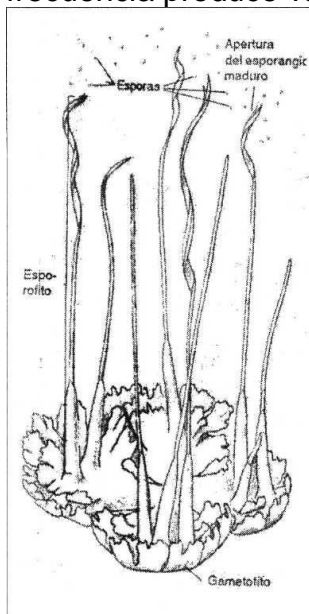


Figura 36.5.- Estructura de un ceratófilo.

El género más importante es **Anthoceros**, del cual se conoce más de ciento cincuenta especies, en su mayoría tropicales. Europeas solo hay diez, entre ellas seis españolas, las cuales aparecen sobre todo en terrenos graníticos sombríos del norte y del noroeste de la península Ibérica.

3. Plantas vasculares sin semilla

Los **helechos y otros vegetales semejantes** representan un grupo ancestral de plantas que sobreviven hasta nuestros días. Son en particular comunes en los bosques templados y tropicales, donde se encuentra una mayor variedad de estos.

La **sistemática** de los helechos y plantas afines es:

- **División Pterophyta:** helechos
- **División Psilophyta:** helechos escobilla
- **División Sphenophyta:** colas de caballo
- **División Lycophyta:** licopodios

De acuerdo con el registro fósil, el grupo de los licopodios es el más antiguo de las plantas vasculares sin semilla.

Los parientes de los helechos fueron de considerable importancia en épocas pasadas. Los datos de fósiles indican que estas plantas eran arboles inmensos. Casi todos se han extinguido, excepto algunos pequeños representantes de los grupos ancestrales.

La principal ventaja de los helechos y sus aliados sobre los musgos y otras briofitas es la **presencia del tejido vascular especializado**. Este sistema de conducción permite que las plantas vasculares crezcan más que los musgos, debido a que el agua, los minerales disueltos y los alimentos se pueden transportar a todas las células del organismo. Aunque los helechos en climas templados son relativamente pequeños, los hay arbóreos en zonas tropicales que crecen hasta una altura de 18 m. Todos los helechos y sus parientes tienen tallos con tejidos vasculares. Además, casi todos tienen también raíces y hojas.

La evolución de las hojas, como órgano principal de la fotosíntesis se ha dado de manera extensa. Hay dos tipos principales de hojas. Los **micrófilos** es probable que se desarrollaran como extensión del tejido del tallo. Estos en general son pequeños y poseen un cordón vascular. Los **megáfilos** son hojas que en apariencia evolucionaron a partir de ramas del tallo, que gradualmente se llenaron con tejido adicional, formando la mayoría de las hojas que se conocen en la actualidad. Los megáfilos poseen más de un cordón vascular, lo cual sería de esperar, si hubieran evolucionado de varias ramas.

3.1. División Pterophyta: los helechos

Los helechos representan el grupo más antiguo de plantas vasculares; ya que se han estudiado fósiles de más de 360 millones de años de edad. Casi todos son terrestres aunque algunos han vuelto a los hábitats acuáticos. No obstante, se les encuentra desde el trópico hasta el Polo Ártico, si bien la mayoría de las especies se encuentran en las zonas tropicales húmedas. En áreas templadas, habitan en bosques húmedos y en las riberas de los arroyos.

El ciclo de vida de los helechos implica una alelancia de generaciones muy en definida (fig. 36.6). La planta del helecho doméstico, representa la generación esporofítica, o diploide. Su cuerpo está compuesto de un tallo horizontal, subterráneo, llamado rizoma, que da origen a raíces y hojas o frondes.

Cuando cada fronde joven emerge de la tierra, se encuentra enrollado estrechamente, semejando la cabeza de un violín (o un cayado). Conforme estos crecen y se

expanden, se desenrollan para formar los frondes; los cuales con frecuencia se componen y dividen formando hermosas hojas complejas. Los frondes, raíces y rizomas se consideran órganos vegetales verdaderos porque cada uno presenta tejido vascular.

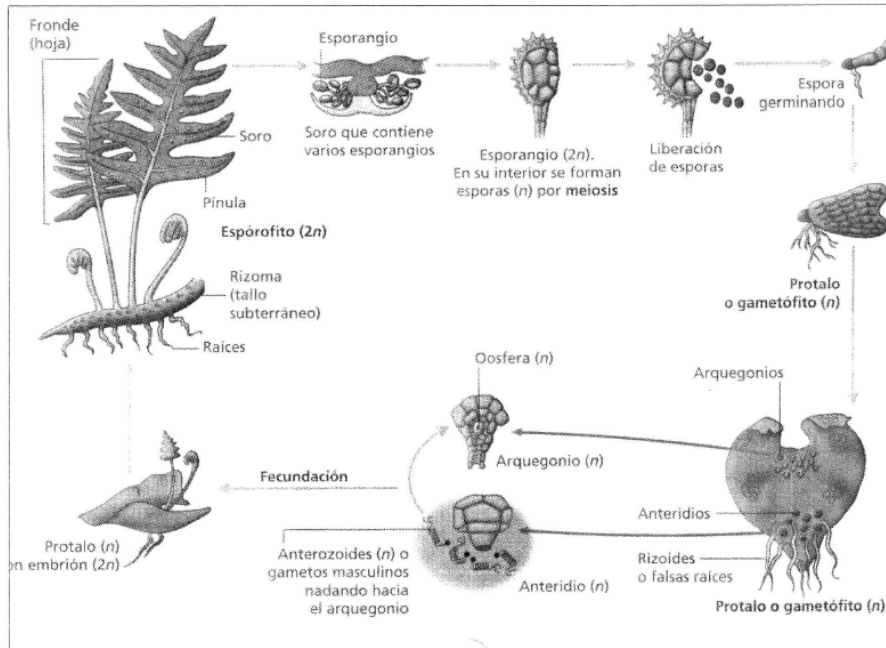


Figura 36.6.- Ciclo vital de los helechos.

El cuerpo visible del helecho está constituido por la generación esporofítica, por lo que forma esporas. La producción de estas generalmente ocurre en las frondes. Ciertas áreas de las frondes desarrollan esporangios, o capsulas de esporas, en las cuales se forman células esporágenas. Los esporangios frecuentemente nacen en racimos, llamados soros que se localizan en los frondes. En cada esporangio las células esporágenas forman esporas haploides, por meiosis. Cuando estas se diseminan y caen en un lugar adecuado, germinan y crecen por mitosis, dando lugar a la formación de una planta gametofítica madura.

A pesar de ser un helecho, la planta gametofítica madura, no guarda semejanza alguna con la generación esporofítica. Esta es una estructura pequeña, verde, con forma de corazón, que crece, plana, a ras de suelo; se denomina prótalo, carece de tejido vascular y posee pequeños rizoides, que asemejan a una raíz, y la fijan al suelo. El prótalo produce arquegonios y anteridios en su cara inferior. El arquegonio se localiza cerca de la hendidura del prótalo, y cada uno contiene un solo huevo. En el anteridio se producen múltiples espermatozoides, que se encuentran dispersos entre los rizoides.

Aunque los helechos se consideran avanzados, en comparación con los musgos, por la presencia de tejido vascular, retienen la característica primitiva de necesitar agua para la fertilización. Cuando hay una pequeña película de agua en la tierra que está por debajo del prótalo, esta proporciona un medio de transporte para los espermatozoides flagelados, que pueden entonces nadar hasta el cuello del arquegonio. Después de que uno de los espermatozoides se une con el huevo, en un arquegonio, el cigoto diploide se desarrolla por mitosis para formar un embrión multicelular. En esta etapa de su vida, el embrión esporofítico está adherido a la planta gametofítica y depende de ella. Conforme el embrión madura, formando el helecho esporofítico, el prótalo se marchita y muere.

El ciclo de vida del helecho tiene una alternancia de generaciones claramente definida, entre la planta diploide, con sus rizomas, raíces y frondes, y el prótalo

haploide. La generación esporofítica se considera dominante no solo porque su tamaño es mayor que el de la gametofítica, sino porque también persiste por un periodo más prolongado de vida, en tanto que la planta gametofítica muere poco después de la reproducción.

Una tendencia observada en plantas más avanzadas consiste en que la generación esporofítica es cada vez más dominante, y depende menos del agua para la fertilización. Casi todas las algas tienen una generación gametofítica dominante, con la producción correspondiente de gametos flagelados que pueden nadar en el agua. Para las plantas terrestres, la producción de esporas no móviles tiene mayores ventajas que la formación de gametos flagelados.

3.2. División Psilophyta: helechos escobilla

Las pocas especies existentes de helechos escobilla se encuentran principalmente en las zonas tropicales. Aunque los helechos escobilla no se parecen a los helechos se consideran semejantes por las similitudes de sus ciclos de vida. En los últimos años, su morfología ha estado bajo un escrutinio intenso, y a pesar de ello, la interpretación de los botánicos acerca de sus estructuras, está dividida. Un grupo los considera plantas vasculares muy primitivas, en tanto que el otro las considera helechos avanzados, con un alto grado de especialización.

Psilotum nudum es representativa de los helechos escobilla. Carece de raíces y hojas verdaderas, pero posee un tallo vascular. *Psilotum* posee un rizoma horizontal subterráneo, y un tallo vertical aéreo. Cuando el tallo se ramifica, siempre hace en mitades. Esta ramificación dicotómica se considera una característica distintiva. El tallo, que es verde, es el principal órgano fotosintético. Los esporangios nacen desnudos sobre el tallo, y producen esporas que pueden germinar para formar un prótalo haploide. Los prótalos de los helechos escobilla fueron difíciles de localizar porque crecen en forma subterránea. Estas estructuras son no fotosintéticas, debido a su localización subterránea, y al parecer mantienen una relación mutualista con un hongo, el cual ayuda a su nutrición.

3.3. División Sphenophyta: equisetos o colas de caballo

Estas plantas tuvieron una gran importancia hace varios millones de años, cuando eran las dominantes en la Tierra. Estas antiguas colas de caballo aún son importantes para nosotros porque contribuyen a los grandes depósitos de carbón mineral, que están hoy día en explotación. Las pocas plantas que aún existen, son pequeñas, pero muy características. Con frecuencia crecen en sitios húmedos y pantanosos. El único género de cola de caballo existente en la actualidad es *Equisetum*, que apenas cuenta con unas veinticinco especies, propias en general, de terrenos húmedos y esparcidas por casi toda la Tierra, pero con preferencia por las regiones templadas de Europa, Norteamérica y Asia. Australia no tiene ningún representante de este género. En nuestra península es frecuente el equiseto de los campos o *Equisetum arvense*.



Figura 36.7.- Aspecto de un equiseto.

Las colas de caballo poseen raíces, tallos y hojas verdaderas, las hojas se fusionan en verticilos en cada nudo y son de tamaño reducido (fig. 36.7). El tallo verde es el órgano principal de la fotosíntesis. Reciben el nombre de colas de caballo porque algunos tallos vegetativos (no reproductores) poseen verticilos de ramificación, que les dan la apariencia de una cola de caballo.

Cuando algunas de sus ramas son reproductoras, cada una posee un estróbilo principal en forma de cono. Cada estróbilo está compuesto por ramas reducidas pequeñas, que contienen a los esporangios. El ciclo de vida de las colas de caballo es similar al de los helechos.

3.4. División Lycopphyta: lycopodios

Al igual que las colas de caballo, los lycopodios fueron plantas dominantes hace algunos millones de años. Algunas especies, ahora extintas, alcanzaron un tamaño considerable. Estos árboles enormes fueron origen de importantes depósitos de carbón mineral en la Tierra.

Los lycopodios en la actualidad son plantas pequeñas y atractivas, muy comunes en los bosques. Poseen raíces verdaderas, tallos (tanto rizomas, como tallos aéreos erectos) y hojas pequeñas, con forma de escama (micrófilos). Los esporangios nacen en los estrobilos en forma de conos los cuales se encuentran en la punta de los tallos (fig. 36.8). Las plantas son siempre verdes, y con frecuencia se utilizan como ornamento navideño. En algunas áreas se encuentran en peligro de extinción por la utilización excesiva.

En la alternancia de generaciones que se ha discutido hasta ahora, las plantas producen un tipo de espora, resultante de la meiosis. Este fenómeno, llamado homosporia, se encuentra en las briofitas, colas de caballo, helechos escobilla, y en casi todos los helechos y lycopodios, por ejemplo en el género *Lycopodium*. Sin embargo, algunos helechos y lycopodios son heterosporos; estos, producen dos tipos distintos de esporas como resultado de la meiosis.

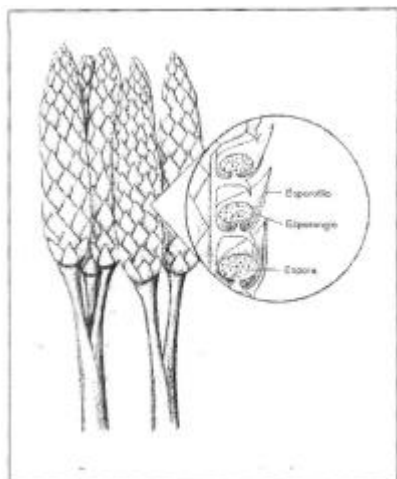


Figura 36.8.- Estrobilos de un *Lycopodium*.

La heterosporia es un adelanto importante en la evolución de las plantas porque se encuentra en los dos grupos más exitosos de la actualidad en la Tierra, las gimnospermas y las angiospermas.

Ejemplos de géneros heterosporos son *Isoetes* y *Selaginella*.

4. Plantas con semillas

El mecanismo básico de reproducción y dispersión de las plantas más exitosas de la Tierra, se realiza por medio de semillas, que se desarrollan en el gametofito femenino, y en los tejidos asociados con este. Las plantas con semilla, gimnospermas y angiospermas, representan una complejidad evolutiva en el Reino vegetal; estas comprenden las dominantes en casi todos los hábitat terrestres. De hecho, la época actual podría considerarse como la "edad de las semillas".

Las semillas son superiores, reproductivamente, a las esporas, por varias razones:

- ✓ Las esporas de una planta están compuestas por una sola célula, en tanto que aquellas contienen una planta joven, multicelular, bien desarrollada, con raíz, tallo y hojas embrionarias.
- ✓ Las semillas contienen una fuente de alimento. Después de la germinación, la planta embrionaria, contenida en ellas, se nutre con alimentos almacenados en la misma, hasta convertirse en una planta autosuficiente, en cambio, las esporas contienen una reserva muy pequeña de alimento para la planta en desarrollo, debido a que cada espora es unicelular; además, las semillas están protegidas por una capa resistente. Al igual que las esporas pueden vivir por largos periodos, con una tasa metabólica baja y germinar cuando las condiciones son favorables.

Las semillas y las plantas que las producen se han asociado íntimamente con la evolución de la civilización humana. En la prehistoria, los hombres primitivos las recolectaban y las usaban como alimento, fuente alimenticia que constituye una aportación concentrada de proteínas, grasas, carbohidratos y vitaminas, para la nutrición del ser humano. Además, como su almacenamiento es sencillo, en tanto se mantengan secas, se pueden recolectar cuando son más abundantes y guardarse para tiempos de escasez. Pocos alimentos humanos pueden conservarse en forma tan conveniente por periodos tan largos.

Los dos grupos de plantas con semilla son las gimnospermas y las angiospermas. La palabra "gimnosperma" procede de los términos griegos que significan semilla

desnuda"; en estas plantas, tales estructuras están totalmente expuestas, o nacen en las escamas de los conos. Pinos, abetos y otras coníferas son ejemplo de gimnospermas. Las palabras griegas de las cuales deriva el término "angiosperma", se traducen como "semillas encerradas en un vaso o vaina". Las angiospermas, plantas con flor, las producen dentro de un fruto. Incluyen plantas como el maíz, roble, cactus y ranúnculos.

Gimnospermas y un tejido vascular, xilema, para la conducción de alimento. Ambos tienen alternancia de generaciones, y pasan parte su vida en la etapa diploide (esporofito) y la otra parte en estado haploide (gametofito). Sin embargo, la generación gametofítica es muy reducida. Ambas son heterosporas que producen dos tipos de esporas, microsporas y megasporas.

4.1. Gimnospermas: plantas con semillas desnudas

Las gimnospermas incluyen a algunas de las plantas más interesantes del Reino vegetal. Por ejemplo, el organismo más grande del mundo (en términos de volumen) es el Sherman General, una sequoia gigante. Otra sequoia es el árbol más alto del mundo, mide aproximadamente 116 m de altura. El organismo vivo más viejo (es decir, con la vida media más prolongada), es el pino *bristlecone*. La edad de uno de estos árboles, en Nevada, ha sido estimada en 4.900 años, por medio de un análisis de anillos de crecimiento.

Las gimnospermas con frecuencia se clasifican en cuatro divisiones:

- **División Coniferophyta**, es decir, el grupo de las coníferas. Los pinos y otras coníferas son plantas leñosas, cuyas semillas están contenidas en los conos.
- **División Ginkgophyta**.
- **División Cycadophyta**: este grupo junto con el anterior representan remanentes evolutivos de tipos que fueron más importantes en el pasado.
- **División Gnetophyta**: es una colección de plantas muy poco comunes, que comparten varios avances, que no se encuentran en ninguna otra gimnosperma.

El registro fósil indica que es posible que las plantas con semilla evolucionaran, forma independiente, en varias ocasiones. Las semillas aparecieron durante el periodo Devónico, hace unos 360 millones de años. La vía exacta de evolución de gimnospermas, es incierta. Ni siquiera se sabe a ciencia cierta que todas las gimnospermas tengan un ancestro común inmediato. La primera aparición de las coníferas en el registro fósil es en el periodo Carbonífero superior, hace unos 300 millones de años.

4.2. División Cycadophyta: las cicadas

Fueron un grupo importante de plantas en la época prehistórica. El periodo Triásico, que ocurrió hace aproximadamente 248 millones de años, a veces se denomina "**Edad de las Cicadas**". Las pocas cicadas que aún existen son plantas tropicales, con apariencia de palma (fig. 36.9).

La reproducción de las cicadas es similar a la de los pinos, excepto que las cicadas son dioicas, y por lo tanto poseen una parte femenina, y una masculina, en plantas separadas. La estructura de los óvulos y las semillas es semejante a la de las semillas primitivas. También conservan la primitiva característica de motilidad de los espermatozoides.

Sin embargo, estos espermatozoides flagelados son un vestigio, ya que las cicadas producen polen, que se transporta por medio del viento, o probablemente, por insectos.

Estas plantas no necesitan agua para la fertilización. Dos cicadales actuales son los géneros **Zamia** y **Cycas**.

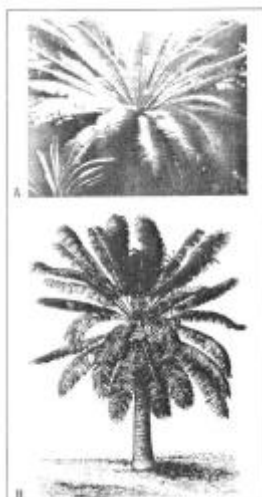


Figura 36.9: A: Zamia, B: Cycas

4.3. División Ginkgophyta: el ginkgo

Solo hay un ser vivo representante de esta división vegetal, el árbol ginkgo. Este árbol es nativo de China, donde se ha cultivado durante siglos. No se ha encontrado en estado silvestre y quizá se habría extinguido si no lo hubieran cultivado en los monasterios chinos. El ginkgo representa el género más antiguo de árboles vivos. Se han descubierto fósiles de este árbol, hasta de 200 millones de años de antigüedad, los cuales son muy parecidos al ginkgo de nuestros días.

En la actualidad, el ginkgo es común en las ciudades, concretamente la especie **Ginkgo biloba**, porque es un tanto resistente a la contaminación. Las hojas son caducifolias (fig. 39.10). Esta planta es dioica con árboles femeninos y masculinos separados. Al igual que las cicadas, el ginkgo tiene espermatozoides flagelados, un vestigio innecesario, ya que se reproduce por medio de polen llevado por el viento. Las semillas son desnudas, y no se encuentran en los conos. Solo los arboles femeninos producen semillas. Conforme estas maduran, producen un olor desagradable, que hace a los arboles femeninos indeseables. Algunos pueblos y ciudades han llegado al extremo de prohibir la siembra de ginkgos femeninos.



Figura 36.10.- Hojas de Ginkgo biloba junto a varias semillas maduras.

5. Conclusión

6. Bibliografía

- + Margulis, L. y Schwartz, K. (1985). *Cinco reinos: guía ilustrada de los phyla de la vida de la Tierra*. Ed. Labor. Barcelona.
- + Stigel et al. *El reino Vegetal*. Ed. Omega. Barcelona. - Strasburger, E. (1990). *Tratado de Botánica*. Ed. Omega. Barcelona.
- + Villee, C, Solomon, E.P., Martin, C.E., Berg, L. y Davis, P.W. (1992). *Biología*. Editorial interamericana. McGraw Hill. México.