

Tema 36. Las plantas I. Briofitas. Géneros comunes e importancia ecológica. El paso a la vascularidad: Lycopodios, Equisetos y helechos. La adquisición de semillas: Cicadófitos y Ginkófitos.

1º E.S.O. Bloque 3. 1º Bach. Bloque 5.

36.1. Talo y cormo como proceso filogenético de diferenciación.

36.2. Ph. Briófitas. Características específicas.

36.2.1. El Talo en las Briófitas.

36.2.2. Ciclo reproductor.

36.2.3. Sistemática

36.3. Ph. Pteridófitas. Características específicas.

36.3.1. Ciclo reproductor.

36.3.2. Estructura anatómica del esporofito.

36.3.3. Sistemática:

36.4. Características generales de las Gimnospermas

36.4.1. Clasificación:

36.1. Talo y cormo como proceso filogenético de diferenciación.

En el curso de la evolución, la estructura vegetal gana en complejidad y en organización. En función de los datos aportados por la Paleobotánica y los suministrados por el estudio de las especies existentes en la actualidad se puede reconstruir el curso evolutivo de los vegetales.

La primera utilización del término "Talo" (haciendo referencia al cuerpo vegetativo de los líquenes) se debe a Zacharías (1880). Más tarde este concepto fue utilizado para denominar cualquier cuerpo vegetativo no diferenciado en órganos (raíz, tallo y hojas); denominándose Talófitos a los vegetales que presentan Talo, y Cormófitos a aquellos vegetales cuyos tejidos se estructuran formando elementos conductores bien diferenciados, presentando raíz, tallo y hojas.

En sentido amplio, se entiende por tejido celular, a toda asociación íntima de células de características morfológicas y fisiológicas similares. Mientras que los tejidos formados por filamentos tubulosos que se entrecruzan y sueldan entre sí, se denominan pseudotejidos o falsos tejidos.

Las células de los talos son relativamente homogéneas, esféricas o cilíndricas, en las cuales se realizan casi las mismas funciones, con excepción de algunas dedicadas a la reproducción; para denominarlas se suele utilizar el término parénquima.

La evolución ha hecho que algunas Talófitas presenten formas muy adaptadas, análogas a las Cormófitas, pero de vida acuática con órganos análogos (rizoide, taloide), formados por pseudotejidos de células plurinucleadas por lo que resulta difícil una clara división de funciones.

Los talos, como consecuencia del necesario aumento de superficie, se ramifican comenzando por un desarrollo de diferenciación polar del ápice y del pie, éste se fija al sustrato por sustancias mucilaginosas y pécticas. Cuando el talo es alargado, el crecimiento se reduce a zonas específicas (puntos vegetativos) que pueden situarse, en el ápice (crecimiento apical o termina), o en una o varias zonas intermedias (crecimiento intercalar). En los puntos vegetativos están las células encargadas del crecimiento que, según la ramificación (lateral o dicotómica) se tabican transversalmente o longitudinalmente.

La diferenciación funcional de las distintas zonas del Talo, hace que se altere la uniformidad parenquimática, modificándose la forma, contenido y membrana de las células, iniciándose así diversas clases de tejidos: Los externos asimiladores, y los internos conjuntivos y de reserva. Dada la vida acuática de las Talófitas no hay diferenciación de tejidos conductores, no obstante en Feofíceas existen análogas modificaciones.

La célula apical de crecimiento se presenta como indicadora filogenética, en el Cormo más antiguo (Arquegoniadas), con algunas excepciones (ciertas Lycopodinas en las que en lugar de la célula apical hay un grupo de ellas, pudiéndose hablar ya de meristemos). Los meristemos se van diferenciando cada vez más, llegándose a distinguir varios sectores, encargados de producir el resto de los tejidos vegetales de las Cormofitas más evolucionadas (Angiospermas), algunas veces un sector meristemático especial es el encargado de la formación de la cofia o piloriza de la raíz.

En muchas Cormófitas se forman meristemos secundarios que hacen engrosar el cormo adulto (tallos y raíces). Estos meristemos se inician en la Pteridofitas, y dan carácter a las más antiguas ya que desaparecen en las más modernas, al igual que sucede con las Angiospermas más modernas (Monocotiledóneas).

El Talo y el Cormo no caracterizan de forma absoluta a Talófitas y Cormófitas, ya que algunas de éstas presentan fases de desarrollo alternante que es de morfología y estructura taloide (Gametofito o protalo). Las Talófitas autótrofas, elaboran proteínas y grasas como productos de reserva al igual de como lo puede hacer una planta superior Cormófitas, lo mismo sucede con el proceso de la respiración en autótrofos y heterótrofos.

No obstante las Talófitas suelen presentar algunas funciones que no poseen las Cormófitas, como la de la fijación del Nitrógeno atmosférico, la realización de fermentaciones, catalizar algunas reacciones inorgánicas, contienen, además, pigmentos similares a la clorofila. Los movimientos de los vegetales (taxias, tropismos y nastias) se presentan en todos los vegetales.

En resumen:

Se denomina **Talo** a una organización del cuerpo de los vegetales en la que todas sus células son aparentemente similares y desempeñan las mismas funciones (excepto las de los aparatos reproductores). Se trata de vegetales pluricelulares, generalmente acuáticos o ligados a ambientes muy húmedos, con una pared celular celulósica, de quitina o de ambas, con un grado de diferenciación variables y que en la mayoría de los casos no llegan a formar verdaderos tejidos. Responden a la organización tipo Talo tres grupos principales de plantas: Algas, Hongos y Líquenes.

Se denomina **Cormo** a una organización del cuerpo de los vegetales según la cual existen varios tipos de células, y cada uno de estos tipos está adaptado a desempeñar una función diferente en la vida de la planta. Sabiendo que se denomina tejido a un conjunto de células de morfología parecida que desempeñan la misma función, podemos decir sencillamente que la organización de tipo Cormo o las Cormófitas se caracterizan por la presencia de diferentes tejidos. Esta compleja estructura interna se refleja externamente en que en el cuerpo de estas plantas se diferencian tres órganos claros: raíz, tallo y hojas.

La aparición de los distintos tejidos está directamente relacionada con el cambio evolutivo de un hábitat acuático a otro terrestre.

En las Cormófitas se ha conseguido una estabilidad de la economía hídrica merced a la impregnación de las paredes celulósicas de determinados tejidos con sustancias impermeables como la suberina y la cutina. Se desarrollan de esta forma un tejido superficial protector o epidermis gracias al cual se reduce la transpiración. El intercambio de gases no está impedido debido a la existencia de los estomas de la epidermis. Como consecuencia de esta impermeabilización aparecen en las cormofitas tejidos absorbentes y conductores del agua y de otras sustancias elaboradas en la fotosíntesis.

Finalmente aparecen tejidos cuyas células presentan sus paredes esclerificadas y que ejercen un efecto sostén del cuerpo vegetativo, y no una función protectora.

Las plantas que presentan este tipo de organización son las Fanerógamas o Espermásfitas (plantas con flores), y las Cormófitas inferiores (Pteridofita). Las Cormófitas se caracterizan porque tienen los órganos vegetativos siempre diploides (esporofíticos), son autótrofas (algunas parásitas). La complejidad de su estructura les ha permitido adaptarse a todos los hábitats, y así encontramos cormófitas en ambientes desérticos y en los húmedos, fríos y cálidos, en tierra firme y en el agua.

36.2. Ph. Briófitas. Características específicas.

Las Briófitas ocupan una posición intermedia respecto de Talófitas y Cormófitas, pues si muchos de ellos poseen tallos y hojas, todavía carecen, en cambio, de verdaderas raíces. Además, tallos y hojas presentan una estructura muy primitiva y no son homologables a los tallos y hojas de los auténticos cormófitos.

Su aparato vegetativo se reduce a una laminilla verde o a un pequeño eje, a cuyo alrededor hay otras laminillas verdes que no son verdaderamente hojas. Poseen **arquegonios pluricelulares** en forma de botella, en cuyo interior se aloja la **oosfera** o gameto femenino. Poseen **anteridios pluricelulares** en cuyo interior se encierran los anterozoides o gametos masculinos de forma espiralada y con flagelos.

En su ciclo vital hay **alternancia de generaciones**, ya que a una fase haploide, sexual o **Gametofito** (GF), sigue otra fase **esporofítica** (EF), asexual y diploide, mucho más corta que la anterior.

En realidad cada briófita se compone de dos organismos antitéticos, ensamblados: la plantita verde de vida autónoma (GF), sobre la que se forman anteridios y arquegonios, haploide, y el pequeño organismo

diploide nacido de la fecundación de la oosfera (EF), que vive parásito del GF y engendra esporas haploides tras la oportuna meiosis.

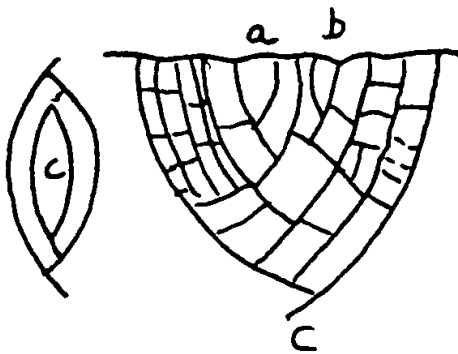
Algunos briófitos crecen en el agua; pocos, sobre rocas secas, y más son los que se desarrollan en la corteza de los árboles; pero la mayoría prosperan en los lugares húmedos.

36.2.1. El Talo en las Briófitas.

El cuerpo vegetativo de las Briófitas, cuya adaptación a la vida terrestres es aún deficiente en muchos aspectos, ocupa una posición intermedia entre los talos típicos de las algas acuáticas, que crecen por medio de células apicales o aristas de crecimiento, y el cormo bien constituido de las plantas superiores. Por ello muchos musgos aparecen solamente en zonas muy húmedas (por ejemplo, las hepáticas *Marchantia* en las fuentes; o la abundante flora de musgos de los bosques húmedos de montaña, etc.). Sin embargo, como gracias a su organización primitiva los musgos pueden resistir prolongados periodos de sequedad en estado de vida latente, y además, debidos al incompleto desarrollo de los tejidos protectores superficiales, pueden absorber agua a través de toda su superficie a partir de una atmósfera saturada de vapor de agua, algunos de ellos pueden vivir en lugares muy secos, como rocas y muros, con sólo la humedad del rocío y otras precipitaciones.

También en el talo de las Briófitas (que suele constar de muchas capas de células) el vértice del punto vegetativo, apical en todos los casos, está formado muchas veces por una sola célula.

En los talos cintiformes, como los de la figura, esta célula apical tiene forma de cuña, lo mismo que las algas de configuración similar, y recibe el nombre de bilateral, porque mediante tabiques oblicuos, que se originan alternativamente a la izquierda y a la derecha, produce segmentos por los dos lados, los cuales a base de nuevas divisiones van dando lugar al talo.

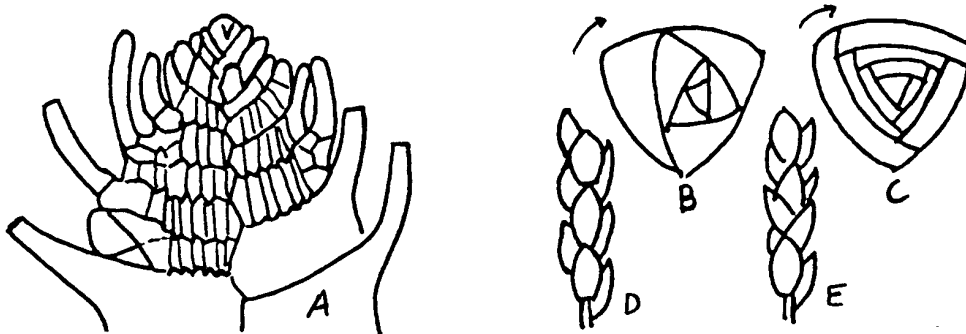


B y C punto vegetativo de una hepática. B visión frontal de la célula apical bilateral (a) y de sus dos primeros descendientes. C visión lateral: (a) = célula apical del eje madre; (b) = célula apical del eje hijo, formada a partir de (a)

Las **hepáticas** están provistas de muchos puntos de ramificación; ésta es en apariencia dicótoma pero no se basa en una división igual de la célula apical, sino que se debe a la formación temprana de nuevas células apicales en segmentos derivados de la célula apical primaria.

Las hepáticas más diferenciadas (Jungermaniales) presentan "hojitas" extremadamente tenues, en general uniestratificadas, carentes de nervio, las cuales se insertan sobre un "tallo" capilar y ramificado. Pero ambos órganos son sólo análogos respecto a los correspondientes a los cormófitos y carecen de diferenciación interna. En las hepáticas, las ramas laterales se originan al lado de la hojitas y en los musgos por debajo de las mismas.

Algunas hepáticas y muchos musgos crecen erectos. Estos talos erguidos crecen generalmente mediante células apicales triláteras, que presentan forma de pirámide trigonal con el vértice orientado hacia abajo. Tales células producen segmentos dirigidos hacia abajo en disposición regular (ver la figura adjunta)



A = sección longitudinal de la zona apical del tallo de un musgo; v = célula apical trilátera. B y D disposición esquematizada de las hojas del musgo: B = región apical vista desde arriba; D = ordenación consiguiente de las hojas. Idem. de C y E con disposición helicoidal de las hojas.

Cada segmento crece y se divide mediante tabiques paralelos (periclinales) y perpendiculares (anticlinales) a la superficie del órgano, hasta llegar a formar, además de tejidos fundamentales y corticales, el primordio de una hojita y el de una ramita lateral. Las hojitas suelen ser monoestratificadas y crecen primero por medio de una célula apical bilateral, la cual al cabo de algún tiempo detiene su actividad. Entonces el crecimiento en superficie continúa por medio de la división de segmentos ya formados.

En la mayoría de los musgos, como la segmentación de la célula apical trilátera se produce de acuerdo con un sentido de rotación regular, los primordios de las hojitas aparecen en el tallo a lo largo de una línea helicoidal (la cuarta hoja estará encima de la primera aunque la segmentación es progresivamente asimétrica).

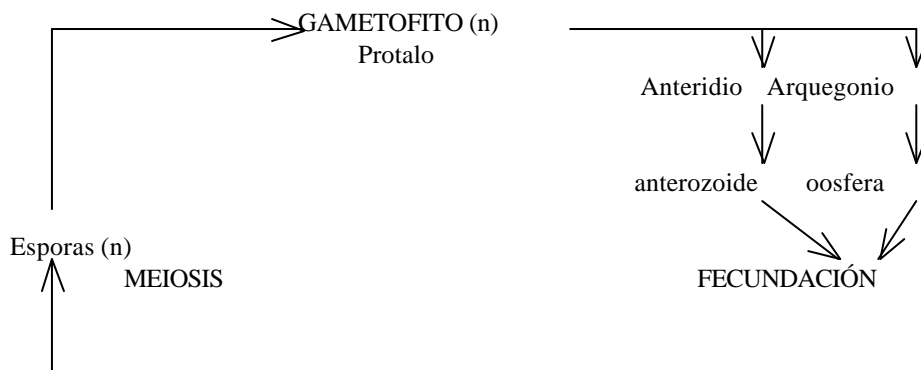
En vez de raíces, que no existen en las briófitas, tienen débiles rizoides (pelos sencillos, separados de la cara inferior del talo por un tabique, en las hepáticas; filamentos celulares más o menos ramificados en musgos). Como la absorción de agua se produce a través de toda la superficie del talo, los rizoides sirven para la fijación al suelo.

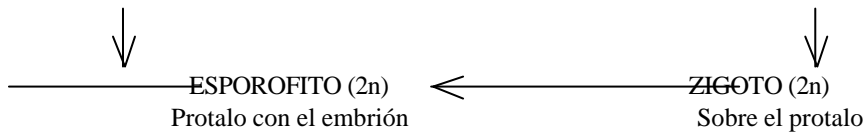
Los briófitos más evolucionados presentan **cordones conductores primitivos**, formados por células alargadas, dispuestas de manera concéntrica y que se asemejan al nervio medio de las hojas.

36.2.2. Ciclo reproductor.

Elijimos como ejemplo representativo el de los Musgos. Sus esporas unicelulares haploides engendradas por meiosis en el esporogonio (interior del esporangio), producen, al germinar el **protonema**. Y éste forma los **pies foliados**.

En extremo de estos pies foliados se desarrollan los **anteridios** y los **arquegonios**, bien en el mismo pie (monoicos) o en pies diferentes (dioicos). Estos órganos formaran sus correspondientes gametos (anterozoides y oosferas). Con ayuda del agua, se abren los anteridios y dejan libres a los anterozoides que, con ayuda de sus flagelos, se dirigen al arquegonio, produciéndose la fecundación. Tras la fecundación se desarrolla el cigoto formando el esporogonio, el cual, en su base, forma un haustorio o pie, mediante el que se nutre a expensas de la plantita foliada.





36.2.3. Sistemática

♦ Clase Musgos.

Al tratarse de un grupo muy diversificado presenta gran variedad de formas. Crecen en suelos secos e incluso sobre el agua. Abundan más en los bosques que en los espacios abiertos; en las regiones templadas que en los trópicos, y en la sombra que en los lugares soleados. En los lugares secos se disponen en forma de céspedes o almohadillas muy apretadas, mientras que en los suelos húmedos de los bosques forman masas afieltradas. En las zonas altas y pantanosas constituyen las **turberas**, y en forma de césped continuo pueblan las tundras árticas.

Su aparato vegetativo consta del **protonema** y la **planta foliada**. El protonema constituye la forma joven del talo; comprende un conjunto de filamentos ramificados comparable al micelio de un hongo, si bien aquí posee cloroplastos. La planta foliada está constituida por un eje filiforme, simple o ramificado, alrededor del cual se insertan, frecuentemente siguiendo una línea helicoidal, unas pequeñas expansiones laminares que parecen hojas en miniatura.

Los pies foliados se forman sobre el protonema, pero a medida que se desarrollan, emiten rizoides pluricelulares independizándose del protonema.

Entre los principales géneros de musgos se cuentan: El **Sphagnum**, cuyas especies son palustres y contribuyen a formar la **turba**; el **Polytrichum** (P. commune o musgo común) y el Funaria (F. hygrométrica), muy comunes. Otros dignos de mención son: **Barbula muralis** (sobre los muros y paredes), B. muralis, Brinu, Fontinalis (aparece junto a manantiales de agua), Hypnum, Bryum, etc.

♦ Clase Hepaticae (Hepáticas)

Algunas hepáticas crecen en el agua o flotan en su superficie, pero la casi totalidad aparecen extendidas sobre tierra, sobre troncos o cortezas húmedas, adhiriéndose a su superficie por medio de numerosos pelos algodonosos unicelulares (rizoides), por los que también absorben agua y sales. Algunas son aplanadas y ramificadas, del tamaño que puede alcanzar hasta ocho centímetros. La mayoría tienen un talo foliáceo, constituido por láminas con el aspecto de hojas pequeñas, sin nervaduras. El esporogonio queda incluido en el arquegonio hasta su maduración. Forman pequeños céspedes en los sitios húmedos y sombríos.

Entre las principales especies destacan: la **Marchantia polymorpha**, en la que los pies masculino y femenino están separados y se reproduce asexualmente mediante propágulos, que se forman en cavidades especiales con forma de copa; se encuentra en los bosques abiertos húmedos, en la ribera de los pantanos y tapizando paredes húmedas. Mucho más sencilla y de menor tamaño es la Riccia natans, porque flota en primavera en la superficie de estanques y pozos profundos. Otra hepática foliosa es la Scapania undulata. Otros géneros y especies dignos de mención son Haplomitrium, Frullaria, Anheia petraea, etc.

36.3. Ph. Pteridófitas. Características específicas.

Helechos, equisetos y lycopodios son los nombres comunes correspondientes a las tres clases más importantes de las Pteridófitas, cuyas características principales son: cormófitas sin flores, vascularidad y con anteridios y arquegonios. Los helechos constituyen los ejemplos más representativos de este grupo, que toma su nombre a causa de que las hojas de muchos de ellos se asemejan a las plumas.

Es una división extensa y muy diversificada. Se trata de un grupo muy antiguo, cuya historia es bien conocida gracias al registro fósil. Las Pteridófitas fueron dominantes en la Tierra hasta la aparición de plantas con semillas.

Como las briófitas tiene alternancia de generaciones heteromorfa: el GF (n) o protalo suele vivir unas cuantas semanas. El EF, a diferencia de briófitas, es independiente, generalmente perenne, con raíces, tallo y hojas. Por lo tanto, el EF, es la parte visible de la planta.

Desde el punto de vista morfológico, el EF de las Pteridófitas es un organismo perfectamente adaptado a las condiciones terrestres. Presenta una película impermeabilizante, tienen una organización cormofítica, y, por tanto, un **verdadero sistema vascular**. Sus haces vasculares están formados por **traqueidas**, aunque en algunas formas más evolucionadas pueden aparecer tráqueas. A lo largo de la historia del grupo y de forma puntual aparece un cámbium que permite un crecimiento secundario en grosor.

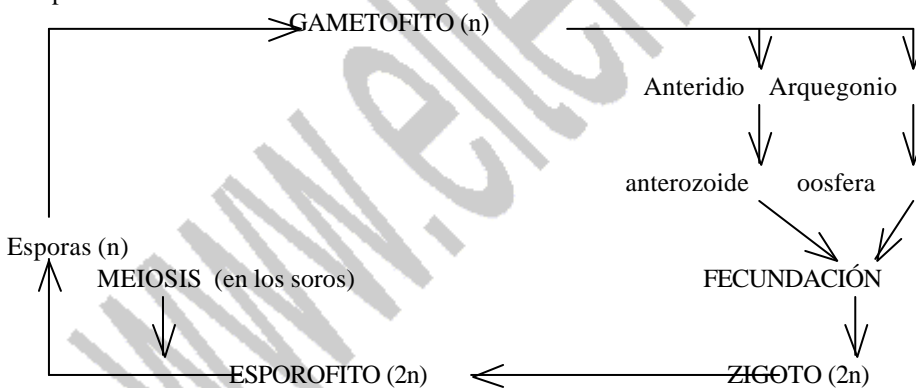
Generalmente el protalo o GF tiene una vida breve, su estructura es muy simple y puede presentar traqueidas.

A grandes rasgos, el grupo de las Pteridófitas está muy diversificado, extensamente interrelacionado, siendo por eso difícil dar una idea de su evolución. Representan una agrupación de plantas en el inicio de la adaptación a la vida terrestre y que hoy parece en retroceso. La mayoría son plantas terrestres, y sólo unas pocas son acuáticas o epífitas. Por su organización se les puede considerar como intermedios entre Briófitas y Gimnospermas.

36.3.1. Ciclo reproductor.

Nos referimos al ciclo de los helechos. En sus hojas o frondes se producen esporangios, que producen esporas por meiosis. Estas esporas, caídas en un medio húmedo, germinan y todas ellas dan lugar a un GF o protalo, que en los helechos corrientes tiene forma de hojita acorazonada con rizoides, productores de los arquegonios que contienen la oosfera u óvulo, y anteridios pluricelulares que producen anterozoides ciliados. Estos gametangios están situados en la parte inferior del GF, por lo que es necesaria la presencia de agua para que el anterozoide nade hasta el cuello del arquegonio, penetre en él y produzca el huevo o cigoto.

A partir del cigoto se forma el embrión, uno solo por cada GF, pues los restantes desaparecen y se destruyen si había ocurrido su fecundación; inicialmente se desarrolla a expensas del GF que lo ha originado. Cuando adquiere determinado tamaño, el GF muere y queda el EF, haciendo ya vida independiente.



36.3.2. Estructura anatómica del esporofito.

Desde un punto de vista morfológico, el EF es un organismo perfectamente adaptado a las condiciones terrestres. Es independiente del GF (a diferencia de las Briófitas). Tiene una epidermis con cutícula impermeabilizante. Los haces vasculares presentan traqueidas e incluso, en las formas más evolucionadas, tráqueas.

Consta de un tallo subterráneo de desarrollo horizontal (rizoma), provisto de abundantes raíces. Sus hojas se denominan **frondes**, y al brotar presentan una curiosa disposición, arrolladas en forma de cayado (prefoliación circinada). Las hojas jóvenes se presentan enrolladas en la yema y van desplegándose a medida que se abre; esta posición las protege eficazmente mientras son tiernas.

En el envés de las hojas aparecen los órganos productores de las esporas (esporangios), reunidos en grupos llamados **soros**, los cuales suelen estar protegidos por una membrana de forma variables (indusio) que se origina a expensas del tejido epidérmico de la hoja.

36.3.3. Sistemática:

♦ Clase Psilotatas. (+)

Plantas de organización muy simple. Contenían un rizoma basal, fijado por rizoides unicelulares, sin verdaderas raíces. El tallo aéreo se supone verde ya que contenía estomas, era dicotómico y sin hojas. Presentaban traqueidas, esporangios terminales con gruesas paredes. Las esporas estaban cutinizadas (otra característica típicamente terrestre). El ejemplo mejor conocido es la *Rhymia* mayor que llegó a alcanzar hasta 50 m. de altura. La conservación de algunos ejemplares es tan perfecta, que permite el estudio de su anatomía interna. Probablemente el GF estaba restringido al rizoma, ya que en algunos de ellos se han observado arquegonios.

Otros géneros son *Ateroxylon* y *Psilotum*.

♦ Clase Lycopodiatas:

Para algunos forman el phylum Lycopodophyta. Sólo hay cinco géneros y 1100 especies vivas. Aunque actualmente son un componente minoritario de la vegetación, el registro fósil permite afirmar que fueron muy abundantes durante el Carbonífero, sobre todo las formas arbóreas. Las especies actuales son herbáceas.

Su distribución es mundial, pero más frecuentes en hábitats húmedos y en regiones tropicales. Sus EF tienen raíces adventicias, ramificación dicotómica y hojas pequeñas dispuestas helicoidalmente. Traqueidas y floema con ocasional engrosamiento secundario. Los esporangios están ubicados sobre las hojas que se suelen presentar agrupadas en forma de piña o de cono.

En **Selaginella** el EF produce dos tipos de esporangios: Los macrosporangios (producen cuatro macrosporas) y los microsporangios (varias docenas de microsporas). Macrosporas y microsporas desarrollan GF por separado, las macrosporas femeninos y masculinos las microsporas. Abunda en las regiones tropicales. La *S. lenticulata* y *S. seleniginoides* abundan en los Pirineos.

Otro género de interés es el **Lycopodium** cuyas hojas se disponen en espiral. Sus esporas se producen con abundancia. Se venden en farmacia como polvo de licopodio con aplicaciones análogas al talco. Su GF es subterráneo, grueso y carnoso, carece de clorofila y vive en simbiosis con un hongo. Destacan las especies *L. alpinum* y *L. selago*.

Otros ejemplares dignos de mención son el *Lepido* espermacias, *Isoetes lacustris* e *I. lacris*.

♦ Clase Equisetatas.

Los equisetos constituyen, para algunos, el phylum (Sphenophyta). El EF herbáceo, perenne es muy similar en todas las especies, y tiene un rizoma horizontal, enterrado que origina tallos aéreos articulados, con entrenudos largos y nudos de donde salen los verticilos de las ramas y de las hojas. Su superficie externa es estriada, su epidermis posee estomas y está impregnada de sílice (antiguamente se les utilizaba para pulir por lo que eran llamadas hierbas de platero). El GF (protalo) suelen ser únicos y unisexuales. El agua sigue siendo necesaria para la fecundación.

Su EF posee tallos verdes y erectos con ramas dispuestas en espiral (verticilos) y ramificación monopódica; algunos tallos son fértiles y tienen un único estróbilo (grupo de esporangios) productor de esporas en el extremo. Sus hojas son muy pequeñas (escumiformes), forman una vaina alrededor del tallo y son aclorófilas; su tejido vascular contiene traqueidas y floema.

El único género vivo es el **Equisetum** que agrupa a 15 especies (las llamadas **colas de caballo**), repartidas sobre todo por zonas templadas del Hemisferio Norte, tanto en zonas húmedas como en secas.

En el *Equisetum* palustre los estróbilos de esporangios nacen en los extremos de los tallos ramificados, en el *E. maximum* aparecen sobre tallos especiales, a veces antes incluso de que aparezcan los tallos aéreos; esta especie, por su aspereza, se utilizó para la limpieza de cocinas. El *E. arvense* (equiseto común) presenta pequeñas hojas dispuestas helicoidalmente alrededor del tallo con estróbilos productores de esporas en el extremo de algunos tallos.

Entre el registro fósil del Carbonífero se cuentan el *Sphenophyllum*, que llegaron a alcanzar alturas de hasta 15 m y *Calamites* del carbonífero..

♦ **Clase Filicatas. Helechos.**

Para algunos forman el phylum Filicinophyta. Son los que nos han servido de referencia para la descripción de las Pteridofitas.

Los helechos, en la actualidad y en nuestros climas, alcanzan pequeña talla, por lo general inferior a un metro; en regiones tropicales existen helechos arbóreos como el *Dicksonia* antártica. Durante el Paleozoico, constituyeron los mayores vegetales, pudiendo alcanzar hasta 100 m, siendo la causa de los actuales yacimientos de antracita y de hulla. Destacan los géneros *Lepidodendron*, *Sigilaria*.

El EF de los helechos actuales posee grandes frondes con nerviación pennada. Sus esporangios se agrupan en soros, formados a partir de una protuberancia del fronde. Los esporangios, que aparecen protegidos por una expansión membranosa llamada indusio, son grandes, pedicelados y con anillo (fila de células que divide el esporangio en dos y permite la liberación de las esporas). El GF o protalo suelen ser laminares, fijados ventralmente por rizoides.

Se trata de un grupo extenso, de unas 700 especies, repartidas por todo el mundo, pero más frecuentemente viven en los bosques de sombra, entre las especies arbóreas, y también en zonas húmedas y sombrías, márgenes de los arroyos, etc.

- **Eusporangiadas.** A este grupo pertenecen los helechos más primitivos, sus grandes esporangios se forman a partir de un grupo de varias células, producen gran cantidad de esporas. La mayoría de sus especies son fósiles, como representantes actuales del grupo destacamos las especies ***Botrychium*** lunaria y *Ophioglossum vulgatum*.
- **Leptosporangiadas.** Sus esporangios se forman a partir de una única célula inicial. La cantidad de esporas que produce es reducida. Comprende unas 9000 especies, de morfología y tipo de crecimiento muy variado, en este grupo aparecen representados la mayoría de las especies características. El criterio de clasificación que se les aplica suele estar en relación con la presencia o ausencia de indusio.

- a) Con indusio
 - Fam. Asplideas: ***Dryopteris filix-mas***, *D. cristatum*
 - Fam. Asplíneas: ***Asplenium***, ***Ceterach***, *Blechnum*, etc.
- b) Con seudoindusio: Fam. Pterideas: ***Pteridium aquilinum***, *Adiantum capili-veneri*, etc.
- c) Sin indusio: Polipodiáceas, Achoschitráceas, etc.

El ***Dryopteris filix-mas***, ***Polypodium vulgare*** (helecho macho), se cría en lugares umbrosos, en fisuras de peñascos o junto a muros sombríos. Su rizoma tiene sabor a regaliz y constituye un purgante de acción suave.

36.4. Características generales de las Gimnospermas

Aquí nos limitaremos a citar las características específicas, ya que son objeto de un estudio más detallado en el tema siguiente.

La evolución de la alternancia de generaciones, desde helechos a espermatófitos se caracteriza de manera general por:

- Aumento de tamaño del EF diploide.
- Reducción del GF haploide, más frágil.
- Heterosporia.
- Disminución del nº de macrosporas.
- Permanencia de la macrospora en el esporangio, y fecundación de éste.
- Dependencia del GF femenino, que permanece unido, orgánica y fisiológicamente, al EF.
- Formación de semillas.
- Independencia del agua como medio de transporte de los microgametos.
- Reducción de los microgametos.

El EF es la única generación independiente y conspicua, y la alternancia de generaciones sólo se produce de forma aparente.

Las Gimnospermas son Cormófitas. Presentan tejidos, aunque aún no poseen auténticos vasos leñosos, sino traqueidas (células alargadas que se comunican entre sí mediante poros areolares. Son árboles o arbustos que poseen una red de tubos resiníferos y la mayoría poseen hojas persistentes. Su flores son, por lo general, unisexuales y carecen de periantio; están dispuestas en inflorescencias, y la polinización es fundamentalmente anemógama.

36.4.1. Clasificación:

Para algunos los cuatro phyla de Gimnospermas son: Coniferophyta, Cycadophyta, Ginkgophyta y Gnetophyta.

□ **Phylum o División Cicadophyta:**

Este grupo se caracteriza por la estructura compleja de sus órganos laterales vegetativos y fértiles. Las hojas vegetativas (trofófilos) se desarrollan según un plan estructural pinnado. Los estambres (microsporófilos) comprenden varios grupos de sacos polínicos (sinangios) y los carpelos (megasporófilos) llevan varios primordios seminales. Los estambres y los carpelos se reúnen en braquiblastos de crecimiento limitado.

Inicialmente tenían escasa ramificación, pero los grupos más modernos tienen formas muy ramificadas. Traqueidas con poros aerolados. Sus hojas frecuentemente pinnadas pueden transformarse en acintadas. Actualmente, el grupo está representado sólo por unas pocas especies consideradas como fósiles vivientes.

◆ **Clase Bennettitales (+)**

Sólo está representada por fósiles del Triásico superior y Cretácico inferior. Tenían carpelos muy simples, con un sólo primordio seminal inserto directamente sobre el eje de la flor. Hermafroditas y con periantio desarrollado (eran **polinizadas por insectos**), pero sus tallos indivisos remataban en un penacho de hojas pinnadas. El embrión poseía dos cotiledones. Se les considera antecesoras de las Angiospermas

◆ **Clase Cycadatae.**

Surgieron al final del Paleozoico y alcanzaron su esplendor en el Mesozoico, al final de la cual sucumbieron, perdurando una pequeña representación de especies que viven en países tropicales y que se utilizan en jardinería.

Son plantas leñosas, sin conductos resiníferos, con tronco sin ramificar, y las hojas (coriáceas) en el extremo del tallo, dándole un aspecto similar al de las palmeras. Unisexuales, dioicas. La familia más representativa son las Cycadáceas (**Cycas revoluta**) y Zamiáceas (Dioon, Zamia, Encephalartos).

En el ápice del tallo de **Cycas revoluta** se forman esporófilas que originan flores femeninas, que forman macrosporangios (óvulos en el sentido botánico del término). Los EF o pies de plantas masculinos, producen también en el extremo del tallo microsporófilas (estambres), productores de microsporas. Estas microsporas, transportadas por el viento caen sobre los macrosporangios u óvulos, donde se fijan.

Mientras tanto en el interior del macrosporangio, la microspora ha formado un protalo de varios miles de células, en cuyos extremos se forman algunos arquegonios muy reducidos que contienen el óvulo rodeado de líquido. Las microsporas o granos de polen caídos sobre los macrosporangios germinan, producen un tubo polínico por donde vierten dos espermatozoides ciliados que fecundan los óvulos de los arquegonios. El cigoto da un embrión que queda en el interior (semilla).

□ **Phylum o División Ginkgophyta**

Hoy día presenta una única especie, el **Ginkgo biloba**, originaria de China y Japón. Puede alcanzar los 20-25 m. de altura. Aparece cultivada en muchos parques y jardines, su madera es muy apreciada en ebanistería y sus semillas tostadas se utilizan como alimento en Extremo Oriente.

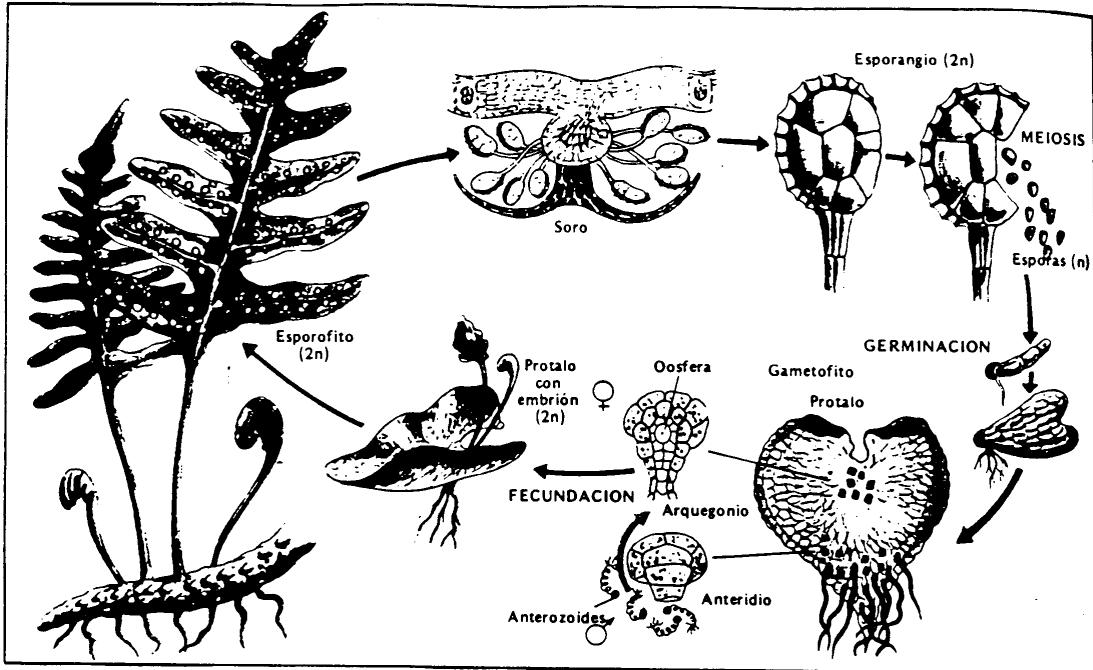
Es un árbol muy ramificado, con dos tipos de ramas: unas muy cortas, que llevan los órganos reproductores, y las otras, mucho más largas. Las hojas son caducas y en forma de abanico. La estructura del tallo es similar al de las Coníferas (Ver tema siguiente). El parénquima posee conductos resiníferos, teniendo crecimiento secundario en grosor.

Unisexuales, dioicos, con fecundación mediante gametos masculinos ciliados. Su semilla posee un tegumento carnosos y un estrato interno semejante a un hueso, dentro del cual se encuentra el embrión con dos cotiledones y abundante tejido nutritivo.

Los microsporófilos se reúnen en ejes largos, dispuestos lateralmente de manera laxa, con numerosas formaciones estaminales, cada una de las cuales tiene dos sacos polínicos. Los macrosporófilos se encuentran en las axilas de las brácteas situadas en la mitad de los braquiblastos, donde también se disponen las hojas vegetativas. Cada macrosporófilo contiene dos óvulos, de los que sólo se fecunda uno.

La polinización y la fecundación pueden estar separadas varios meses (algo parecido a lo que les sucede a los pinos), El embrión se suele desarrollar tras la caída de la semilla al suelo.

Ciclo biológico del helecho.



Ciclo biológico de Selaginella.

