

EL CORMO. INTRODUCCIÓN.

Las plantas vasculares se originaron de las acuáticas. En el paso del medio acuático al medio terrestre es importante ya que una serie de cambios evolutivos les permiten vivir en el medio terrestre.

- Problemas de las plantas que viven en medio terrestre:

Balance hídrico. (Pérdida de agua)

Las plantas vasculares desarrollan una cutícula que la recubre y no hay intercambio de agua. También aparecen estomas, estructuras que posibilitan el intercambio gaseoso.

Alimentación.

Desarrollan estructuras especializadas en la absorción de agua y sales minerales. Raíces.

Sistemas de conducción, vasos conductores que permiten el traslado de las sustancias a las hojas implica la división = especialización de tejidos.

Problema mecánico.

Desarrollan tejidos en las cuales se deposita una sustancia que es la lignina, permite la conducción y da rigidez a la planta. (Tráquea y traqueidas se depositan fundamentalmente)

Problema de reproducción y dispersión.

Las estructuras reproductoras van perdiendo cilios y flagelos con cubiertas protectoras. Se desarrollan formas que facilitan la dispersión de esporas, viento, insectos, pájaros,...

1º Características generales de las plantas vasculares.

- Cormo: Eje de las plantas vasculares, constituidas por la raíz y el vástago.
 - Ciclo digenético: Generación esporofítica dominante sobre la gametofítica.
 - Eje formado por raíz y vástago. (Tallo más hojas)
 - Cuerpo vegetativo formado por tejidos muy diferenciados y con distintas funciones.
 - La evaporación disminuye por la presencia de cutícula y está regulada por estomas.
 - Transporte de agua y sales nutritivas facilitado por la existencia de vasos conductores. (traqueófitas)
 - Plastos con clorofilas a, b y carotenoides.
 - Producto de reserva: almidón.
 - Paredes de celulosa.
 - Crecimiento a lo largo de toda la vida de la planta por la existencia de meristemos (células especializadas con capacidad de división)
 - Células reproductoras dentro de estructuras pluricelulares y embriones protegidos por cubiertas resistentes.

Esporo: Fito = Planta que forma esporas.

Angio = Vasija, estructura en las que se forman esporas.

Cito = célula que forma esporas.

2º Origen.

El género Coleochaetae se considera el origen de las plantas vasculares, tiene un ciclo digenético amórfico.

En el ciclo de Cole hay un desarrollo predominante de la parte erguida y se reduce la postrada en la generación gametofítica y la esporofítica reduce su complejidad.

En las plantas primitivas vasculares:

El gameto femenino nunca sale al exterior de la generación gametofítica donde tiene lugar la gamia y ahí se desarrolla el cigoto. Se desarrollan embriones totalmente protegidos (evolución) Embrión que es generación esporofítica y que vive a expensas del gametofito. Da lugar a una estructura compleja que finalmente se hace independiente y adquiere sus propios nutrientes.

Retención del cigoto.

- La gamia tiene lugar en el interior de la generación gametofítica. Se considera parásito del esporofito.
- Predominio de la parte erguida en la generación esporofítica. Despliega las estructuras fotosintéticas. Aumento de las divisiones en longitud.

Caracteres usados en estudios taxonómicos.

- Datos morfológicos: Examórficos = Macromorfológicos

= Micromorfológicos

- Lámina de la hoja: Contorno y arquitectura interna
- Epidermis y cutícula: células epidérmicas, estomas y tricomas.
- Morfología de la semilla.
- Morfología / anatomía del tallo.
- Morfología de la raíz.
- Caracteres florales.
- Anatomía.
- Embriología.
- Palinología.
- Biología de la reproducción (polinización, dispersión, etc.)
- Citología, Cariología.
- Genética y citogenética, afinidad cromosómica en meiosis, aislamiento reproductor,... análisis de secuencias homólogas de ADN, hibridación de ADN,...
- Fitoquímica y serología.
- Fitopatología.
- Fisiología y ecología.
- Corología.
- Paleobotánica.
- Síntesis de datos y estadística.

Plantas sin semilla: División Pteridophyta.

- Clase Psilophytopsida.
- Clase Psilotopsida. (Psilotum)

- Clase Lycopodiophyta (carece de raíces y hojas, se desarrollan hojas microfilas)
- Clase Equisetopsida.
- Clase Pteridopsida.

Plantas con semillas: División Spermatophyta.

- División Cycadophyta.
- División Ginkophyta.
- División Coniferophyta. Gimnospermas
- División Gnetales.
- Anthophyta: Monocotiledóneas Angiospermas

Dicotiledóneas

Semilla: estructura que protege a los embriones y contiene nutrientes para el futuro esporofito.

Desarrollo de las plantas actuales.

A partir de las formas primitivas. Alargadas y con los esporangios en los extremos de la planta se desarrolla una capa de células (endodermis) en las cuales existe el transporte de nutrientes. Grupo de células que tienen depositadas sustancias que impermeabilizan las paredes de celulosa. Esta endodermis limita la zona central donde están situadas las haces vasculares.

Todo el cilindro central se le llama Estela, son diferentes según las plantas vasculares y están rodeadas por una capa de endodermis.

3º Teoría celular.

Cilindro central: Estela rodeada por endodermis formado por haces vasculares en posición central.

Protoestela: estela más primitiva formada por xilema. Presentes en helechos, formas primitivas.

Actinoestela: estela con aspecto estrellado. Lóbulos que se desarrollan por deformación del cilindro central.

Plectoestela: Los haces vasculares se pueden romper y hacer bloques separados de xilema.

En un momento determinado se desarrollan diferentes estelas y en el centro aparece tejido parenquimático: Sifonoestela deriva de las estelas primitivas. Es una estela muy característica de helechos actuales.

La sifonoestela se fragmenta enviando haces a las ramas, son sifonoestelas primitivas solenostelas.

La sifonostela se fragmenta y da lugar a las ramas pero queda una estructura diferente: Eustela, parecida a las ramas actuales.

Médula: porción interna formada por células parenquimáticas.

Radiales medulares: espacios que comunican la médula con la corteza. Helecho, gimnospermas, angiospermas y dicotiledóneas.

4º Teoría telomática.

Teloma: Cada una de las ramas que se encuentran en los extremos, después de una ramificación dicotómica pueden llevar esporangios o no.

Mesoma: Porción entre dos ramificaciones dicotómicas.

Esta teoría explica el origen de hojas, ramificaciones y estructuras mediante cinco procesos:

1) Dominancia apical o culminación.

Ramificación dicotómica con ramas iguales, se produce un predominio de una de las ramas. Se produce un alargamiento de la estructura que va adquiriendo un desarrollo vertical.

2) Aplanamiento.

Las ramificaciones dicotómicas tenían lugar en las tres direcciones, se produce el predominio de una de las direcciones.

3) Singénesis o soldadura.

Consiste en una unión. Las estructuras que se han aplanado se sueldan y una estructura común que las une da lugar a hojas. Hojas:

- Megáfilos: Se originan por aplanamiento de ramas. Tienen haces vasculares ramificados.

Hojas de la mayor parte de las plantas actuales.

- Micrófilos: Tipo de hojas presentes en helechos.

4) Reducción.

Una rama pierde sus ramificaciones y se reduce y de esta forma se origina los micrófilos. No hay haces vasculares como máximo uno, no ramificado.

5) Proceso de incurvación o curvatura.

Ramas con esporangios que se curvan de forma que el esporangio queda en posición subterminal o protegido por algo.

Posición de los esporangios en las plantas actuales.

Esta teoría también explica esto. Se forman estructuras con dos esporangios entre la hoja u el tallo. Se encuentran soldados en grupos de dos. (Lucopodiophyta, helechos que presentan el esporangio en las axilas)

En otros helechos los esporangios aparecen en los extremos de la lámina.

Se puede producir una curvatura quedando hacia el centro o replegarse hacia el interior, quedando en el interior una hoja plegada: Hoja carpelar.

5º Teoría sobre el origen de la flor.

La flor está dispuesta sobre un receptáculo donde hay piezas estériles y otras fértiles. Se disponen una serie de hojas verdes: Sépalos, y hojas de colores: Pétalos. Ambas hojas carecen de esporangios, son estériles.

Las estructuras reproductoras están agrupadas en estambres (órganos masculinos): Androceo, y en el centro otra estructura que es el órgano femenino: Gineceo.

- Estambres o androceo = Microsporangios.
- Carpelos o gineceo = Megaesporangios.

Isosporas, se producen en los esporangios, son esporas exactamente iguales. Forman gametófitos idénticos con gametos masculinos y femeninos en sus respectivos lugares.

Durante el período carbonífero se paso de las isosporas a las heterosporeas (esporas diferentes)

Las esporas se originan en esporangios diferentes por lo que van a existir microsporangios y megaesporangios. En los primeros se originan microsporas y en los otros megaesporas. Gametófitos masculinos y femeninos respectivamente.

Los megaesporangios se van hacia el interior de la hoja, ésta se pliega y se forma una cresta que captura el polen. Luego se repliega la zona superior, se adelgaza y desaparece poco a poco la cresta. Finalmente queda una estructura ensanchada cerca de la base del carpelo y estrecha en la zona superior.

– Otra teoría.

- Se forma un filamento en cuyo extremo están las anteras con cuatro microsporangios. Se trata de una soldadura de cuatro ramas portadora de cuatro esporangios.
- Las gimnospermas también presentan microsporangios agrupados que se disponen sobre las hojas.
- Estambres estructuras laminares que parecen hojas alargadas y en los esporangios están en posición central o lateral.
- Estructuras amplias de hojas con múltiples esporangios dispuestos en los laterales, con otras hojas que darían lugar a sépalos y pétalos.
- Sistema de ramas con esporangios terminales y por soldadura de las hojas daría lugar a los estambres. Hojas que se reducen y se pliegan.

6º Sistema de clasificación.

1º División Rhyniophyta.

Ejes que se modifican dicotomicamente.

No existen raíces.

Hojas con esporangios terminales y solitarios.

Protostela.

Plantas isospóreas.

Poseen haces vasculares.

Las dos generaciones son muy similares.

A este grupo pertenecen las plantas más primitivas: Rhynia, Cooksonia.

Los esporangios comienzan a soldarse. Estas soldaduras tienen lugar en la división siguiente.

2° División Psilotophyta.

Estructuras reproductoras con grupos de esporangios soldados.

Actinostela.

Isospóreas.

Esporófito predomina sobre el gametofito que se va reduciendo.

Géneros (aun viven en la actualidad): Psilotum. Plantas sin raíces ni hojas. Desarrollan sinangios, esporas que se agrupan. Ejes dicotómicos.

Tmesipteris. Ejes dicotómicos. También hay microfilos. Hojas primitivas sin nervios ramificados. Carecen de raíces. Son las únicas plantas vasculares que viven sin raíces.

3° División Lycophyta.

La teoría estelar se explica en esta división.

Se desarrollan raíces.

Plectostelas y sifonostelas.

Todo tipo de estelas de las más simples a las más evolucionadas salvo la atactostela (característica de las gramíneas)

Presentan microfilos.

De isospóreas pasan a heterospóreas.

Mayor evolución del esporofito y reducción del gametofito.

Desarrollo del crecimiento secundario. Nuevo sistema de meristemas, crecimiento en grosor.

Árboles como representantes fósiles.

Presentan raíces y hojas.

Plantas herbáceas, todas las actuales.

Ramificación dicotómica con tendencia a que sea casi pseudomonopódica.

Raíces adventicias o caulógenas (raíces que parten de los tallos)

Plantas actuales:

· Orden Lycopodiales (formado por hierbas)

- Isospóreas o homoespóreas.
- Gametófito diferenciado del esporofito.
- Presenta arquegonios y anteridios.

· Orden Sellaginellales.

- Plantas hetrospóreas.
- Predominio de una dirección.
- Hojas con aspecto de escamas.
- Los esporangios forman conos o estróbilos en las axilas de las hojas. Dos tipos:

Macroesporangios: megagametófitos femeninos.

Microsporangios: microgametófitos masculinos.

- En los megaesporangios se forman pocas esporas pero de gran tamaño.
- Los microesporangios forman muchas microsporas de pequeño tamaño.
- Los gametofitos masculinos están formados por un número reducido de células no desarrollan anteridios y sus células se diferencia a gametos masculinos.
- En las megasporas el gametofito femenino se desarrolla dentro de la cubierta de la espora. También de pequeño tamaño se diferencian los arquegonios.
- Reducción en ambos del tamaño, células y complejidad.
- Desarrollo esdospórico.

· Orden Isoetales.

- Género Isoetes.
- Aspecto de hierba.
- Tallo leñoso pero muy corto con crecimiento secundario.
- Sobre el tallo aparecen hojas estériles en el exterior y fértiles en el interior.
- Heterospóreas. Esporas en la base de las hojas.

4º División Equisetophyta o clase Equisetopsida.

- Plantas articuladas. División Artrophyta.
- Ramificación verticilada.
- Todas las partes parten de un nudo.
- Formada por nudos y entrenudos.

- Crecimiento apical e intercalar (meristemo en los nudos lo que permite el crecimiento en longitud)
- Se desarrollan megáfilos.
- Plantas isospóreas pero también heterospóreas.
- Sigonostelas.
- Fósiles: Calamites.
- Actuales: Género Equisetum.
- Esporangioforos, estructuras especiales de este grupo. Especie de pie, ramas cortas donde los esporangios se agrupan sobre ellas.
- Esporas con cloroplastos y verdes. Cubierta que se rompe.

5° División Pteridophyta o clase Pteridopsida.

- Todas hierbas aunque algunos desarrollan un tallo de gran tamaño: Helechos arborescentes.
- Tallos de pequeño tamaño del que parten las hojas.
- Hojas con nervios ramificados: Magáfilo. En general de gran tamaño.
- Los esporangios se desarrollan.
- Hay hojas fértiles y estériles.
- Presenta vernación circinada.
- Crecimiento diferente en la cara superior que en la inferior. La primera se desarrolla más rápido, se desarrolla en espiral o circinado. Cuando crece la otra cara se despliega. A esta hoja se le llama fronde (normalmente poseen esporas)
- Esporangios agrupados a veces cubiertos por una estructura. Esporangios en soros recubiertos por un indusio.
- Presencia de esporangios en las hojas.
- Isospóreas salvo dos grupos: Masiliales y Selnimiales.

PLANTAS CON SEMILLA.

6° División Spermatophyta.

- Cycadophyta.
- Cycadeoidophyta.
- Ginkgophyta. Gimnospermas (semillas desnudas)
- Coniferophyta.
- Gnetophyta.
- Magnoliophyta o Anthophyta Angiospermas

- Caracteres generales:

Heterospóreas.

Disposición variable de los esporangios.

Microsporangios, óvulos o rudimentos seminales.

Polinización, formación de tubo polínico.

Desarrollo del embrión.

Polen: Es una microspora en la que se desarrolla gametófitos masculinos.

Polinización: Transporte del polen desde los sacos seminales hasta los megasporangios.

El embrión está desarrollado dentro de dos generaciones diferentes.

El desarrollo de semillas es una innovación evolutiva.

- Polen: Gametofito masculino dentro de la cubierta de la microspora.
- Polinización: Transporte del polen.
- Megasporangio, óvulo o rudimento seminal.
- Tegumento (uno en primitivas dos en angiospermas) Rodea al esporangio salvo en una zona *micrópilo* (abertura del tegumento que pone al megasporangio con el exterior)
- Cámara polínica.
- Se desarrolla la célula madre, una sola, se divide meióticamente y origina una tétrada de megasporas, de las cuatro se desarrolla una y las otras tres degeneran.
- Desarrollo endosporico gametofito femenino en el interior del megasporangio.
- Desarrollo de arquegonios y a estos llegan los gametófitos masculinos. Aquí tiene lugar la gamia se desarrolla un cigoto que da lugar a un embrión que se desarrolla dentro del gametofito femenino. Representa la generación esporofítica nueva.
- Embrión más gametofito femenino más megasporangio (paredes modificadas) = semilla.
- Embrión acompañado de nutrientes que genera una nueva planta.

· División Cycadophyta.

- Tallo desarrollado de forma cilíndrica.
- Hojas de gran tamaño, normalmente compuestas.
- Presentan bernación cincinada (aspecto de hélice)
- Esporofitos (hojas portadoras de esporangios en la parte central) Aspecto diverso.
- Árboles monoicos pero pasaron a ser dioicos.
- Géneros Cycus, Zamia, Dioon.

· División Ginkgophyta.

- Ginngo biloba.
- Ramificación lateral.
- Hojas características.
- Nervios ramificados dicotómicamente.
- Dioicos.
- Presentan hojas caducas, en épocas frías.

· División Coniferophyta.

- Plantas monoicas.
- Ramas que portan esporofitos masculinos o microsporofitos.
- Otras ramas con megasporofitos.

· División Gnetales.

- Géneros:

Gnetum = Hojas ovaladas, nervio central que se ramifica.

Ephecha = Hojas reducidas a escamas con posición verticilada.

Welwitschia = Tallos cortos, dos hojas opuestas de varios metros. Las estructuras reproductoras

Forman una especie de corona. Viven en los desiertos.

- Estructuras reproductoras:

Gnetum = Microfilo con un desarrollo enorme, se alarga y los megaesporangios se disponen en espigas. Se desarrollan arquegonios.

Ephecha = Se desarrollan una serie de ramas que son los megaesporangios. No se desarrollan arquegonios.

Welwitschia = No se desarrollan arquegonios.

Uno de los motivos por los que se supone que estas plantas originaron angiospermas es que poseen dos microsporangios en cada esporofilo.

Pétalos y sépalos se originaron a partir de las hojas estériles de estas plantas.

El megaesporangio con dos tegumentos, dos envueltas.

- División Magnoliophyta o Anthophyta.

- Plantas con flores. Angiospermas.
- Fruto que se desarrolla a partir de un carpelo.
- El gametofito femenino tiene ocho núcleos.

Tres núcleos en la parte del micrófilo.

Dos núcleos en el centro: núcleos polares.

Tres núcleos en la parte opuesta: antipolos.

- Un gameto femenino (oosfera) y dos núcleos: sinérgidas.
- El megaesporangio siempre presenta dos tegumentos.
- Los núcleos polares se fusionan y originan un núcleo secundario ($2n$)
- El gametofito masculino se desarrolla también endosporicamente presenta una reducción extrema. Dos o tres células:

Núcleo vegetativo = tubo polínico.

dos células

Núcleo generativo = dos gametos masculinos.

- Características importantes:

Presencia de una doble fecundación.

Un gameto masculino más un núcleo secundario que genera una célula triploide ($3n$) y da lugar al endosperma secundario lugar donde se almacenan sustancias alimenticias.

Otro gameto masculino se une con un gameto femenino y dan lugar a un embrión.

La semilla está formada por el embrión y por el endosperma secundario (tejido triploide) y rodeados por los tegumentos que se modifican.

En angiospermas se desarrollan frutos y en su interior están las semillas.

- La estructura característica es la flor:

Gineceo: formado por carpelos.

Androceo: conjunto de estambres.

Piezas estériles.

Sépalos

Todas las piezas se asientan en un receptáculo.

Rama corta con crecimiento limitado.

LA RAÍZ: MORFOLOGÍA, ESTRUCTURA Y DESARROLLO.

Las plantas primitivas tenían rizomas para la absorción. En las plantas actuales nos encontramos raíces normalmente subterráneas, fijan la planta al suelo. Presente en todas las plantas vasculares salvo en las más primitivas.

La zona inferior de la raíz, el extremo está rodeado por una cofia o caliptra, luego aparece un conjunto de pelos: zona pilífera lugar donde se realiza la absorción, luego está la zona de ramificación.

1º Zonas de la raíz.

Zona de crecimiento.

La zona de crecimiento se divide en:

1) Zona meristemática.

Corresponde al lugar donde está la cofia. Las células más extremas son grandes, redondas y se desprenden fácilmente.

En el centro de la raíz aparecen unas células cuadradas y después aparecen células alargadas y ordenadas.

Es la zona de la raíz donde están situadas las células que tienen capacidad de dividirse. Este bloque de células varía mucho de unas plantas a otras.

Normalmente la zona meristemática está constituida por dos bloques de células distintas:

· Centro de reposo o quiescente; Células meristemáticas con división constante pero lenta. Las

células de esta zona pasan a otra zona donde se ordenan en

hileras.

· Centro meristemático o activo; Las células se dividen de una manera más rápida.

Las células grandes del extremo constituyen la cofia o caliptra cuya función es la de proteger al meristemo, por lo que la raíz se alarga a partir de esa zona. Las células de la cofia se desprenden continuamente a la vez que reciben nuevas células.

Las células que se desprenden se mucilaginizan impidiendo que la zona meristemática se rompa, forman un mucílago alrededor.

Las células de la cofia presentan abundantes estatolitos de almidón que orientan las divisiones celulares, favorecen un geotropismo positivo de la raíz.

2) Zona de elongación.

Son células alargadas que provocan un crecimiento de la longitud de la raíz sin dividirse, debido a que las células aumentan de longitud.

Zona pilífera.

Extremos de las raíces nuevas.

Las células se diferencian y constituyen la zona de los pelos radicales. Las células de la epidermis se deforman y desarrollan unas prolongaciones que forman los pelos radicales o idioblastos.

La función de esta zona es la absorción ya que estas células tienen una pared muy permeable y fina. Constituyen cien veces la superficie de la parte aérea.

Estos pelos están constantemente formándose y destruyéndose. Los pelos se destruyen a partir de unas determinadas longitudes.

Zona de ramificación.

El cambium del cilindro central origina una raíz. Son raíces de origen endógeno (generadas en el interior) Esta raíz sale al exterior con la misma estructura que la raíz principal.

Las raíces que se originan en el exterior del cilindro de la raíz son raíces de origen exógeno.

2º Sistemas radicales.

La primera raíz de las plantas procede del embrión. La raíz embrionaria no siempre desarrolla el sistema de raíces. En estos casos las raíces se originan a partir del tallo.

- Raíz embrionaria = Raíz endógena (Dicotiledóneas, gimnospermas) Sistema radical axonomorfo.
- Raíz embrionaria remplazada por una raíz exógena (Helechos, monocotiledóneas) Sistema radical fasciculado.

1) Sistema radical axonomorfo.

Raíz embrionaria que se desarrolla a lo largo de toda la vida de la planta y que genera raíces secundarias.

Sistema alorrido: las raíces más viejas están en la parte superior.

2) Sistema radical fasciculado.

Raíces que se originan de forma exógena. La raíz embrionaria cesa su crecimiento y el sistema de raíces se origina de la parte basal del tallo. Éste puede originar ramas que serían de origen endógeno.

Todas las raíces son iguales: Sistema homorrido (mismo tamaño e importancia)

Las raíces más jóvenes están en la parte superior y entierran a las más viejas.

La primera rama que se origina de la raíz principal se denomina raíz secundaria la siguiente terciaria y así sucesivamente.

Las raíces más pequeñas se llaman radículas, son las últimas ramificaciones.

Las raíces viejas tienen una absorción muy limitada.

3º Raíces laterales.

· Raíces adventicias.

Raíces que se originan de forma exógena. Pueden aparecer en la raíz, en la corteza, en los tallos, ramas, hojas,...

En muchos casos las raíces sufren modificaciones que permiten a la raíz almacenar nutrientes. Pierden la parte aérea en condiciones desfavorables y luego utilizan las yemas para regenerarse.

Estas yemas se entierran debido a que en ocasiones las raíces tienen la capacidad de contraerse, plegarse lo que permite enterrar partes aéreas.

Se pliega una zona de la raíz arrastrando parte del tallo que normalmente contiene una yema. Las raíces se contraen mediante el aplastamiento de células parenquimáticas. Esta función permite enterrar las yemas. A estas raíces que se contraen se las llaman raíces contráctiles.

Algunas plantas no tienen capacidad de realizar la fotosíntesis, no absorben minerales. Son plantas parásitas que se aprovechan de otras plantas. El modo de absorción es mediante unas estructuras denominadas haustorios (sistema de células que atraviesan la corteza de la planta parasitada y se alimenta de sustancias)

4º Adaptaciones funcionales de las raíces.

Raíces fulcráceas.

Aparecen en las zonas aéreas y tienen función de anclaje. Están por encima del sustrato y se acaban enterrando. Se desarrollan en los últimos nudos del tallo.

Raíces contrafuertes o tabulares.

Raíces que se pegan al tallo. Función de soporte.

Tubérculo caular.

Aparece en hojas y yemas.

Raíces en rodilla.

Conducen aire hacia las zonas sumergidas. Típicas de los cipreses de pantano. Formado por lenticelas y tejido esponjoso.

Pneumatóforos.

Estacas verticales. Raíces comunicadas a las raíces laterales. Múltiples lenticelas y tejido esponjoso que conduce el aire, geotropismo negativo porque crecen hacia arriba. Función de aireación de las raíces laterales.

5º Asociaciones que establecen las raíces.

Nódulos.

Asociación simbiótica de las raíces con una serie de bacterias (Género Rhizobium)

Viven en el suelo. Infechan a los vegetales. Bacterias capaces de fijar el nitrógeno atmosférico.

La infección empieza en los pelos radicales y entran en la corteza de la raíz y allí comienzan a dividirse. La planta responde dividiendo sus células y forma estructuras globosas. Forman una cápsula peribacteriana y las bacterias pasan a ser bacteroides = cápsula peribacterioide. Son células parenquimáticas que rodean a las bacterias modificadas. Desarrollan un haz que conecta con los haces de la raíz.

Gracias a estas bacterias estas plantas pueden vivir en suelos nitrogenados. Cuando la planta muere los nódulos quedan en el suelo y son capaces de ceder sus sustancias a otras plantas.

Un ejemplo de nódulos es la asociación que establecen las cyanophytas con la planta de arroz. Las cyanophytas son capaces de fijar el nitrógeno.

Micorrizas.

· Ectomicorrizas.

Se desarrollan en el exterior de la planta forman una especie de manto. Las hifas del hongo entran en la planta a través de la pared pero no entran en las células.

Contribuyen a que el árbol absorba mayor cantidad de agua y sales minerales. Presentes fundamentalmente en árboles.

· Endomicorrizas.

Las hifas del hongo penetran en el interior de las células de la corteza de la raíz. Frecuentes en las plantas herbáceas (gramíneas)

· Ectendomicorrizas.

En el exterior forman un manto. Se desarrollan en el interior de las células. Aportan una gran cantidad de nutrientes a la planta.

EL VÁSTAGO.

1º Organización general del tallo.

Parte aérea de la planta con estructuras fotosintéticas y reproductoras. Consta de:

- Raíz.
- Hipocotilo.
- Cotiledón.
- Epicotilo.
- 1º hoja.
- Meristemo apical.
- Plánula: Estructura de una yema. 1º yema de una planta vascular.

Meristemo apical.

Zona quiescente o centro de reposo. Células meristemáticas de división lenta, células que pasan al meristemo que rodea este centro. Partes:

· Corpus:

Zona meristemática. Las células se dividen en las tres direcciones del espacio y rodean a ese centro. La parte central aumenta de volumen.

· Túnica:

Células meristemáticas que rodean al centro, al hábeas. Se dividen perpendicularmente a la superficie. Las células producen un aumento de superficie. El desarrollo de estas células en algunas hojas dan lugar a las hojas.

El corpus forma una serie de cordones que dan lugar a una estructura igual a la zona de la que proceden, originan el crecimiento de los tallos. Responsable del crecimiento intercalar.

· Nudo:

Zona donde están las hojas y las yemas.

· Entrenudo:

Espacio entre dos yemas.

A partir de las yemas se desarrollan las ramas.

2º Tipos de ramas.

Ramas largas o macroblastos.

Los entrenudos se alargan mucho.

Ramas cortas, microblastos o braquiblastos.

Los entrenudos se alargan poco o casi no se separan.

Es normal y frecuente que en un árbol existan ambos tipos de ramas. Los frutos se desarrollan normalmente sobre braquiblastos en árboles frutales.

3º Tipos de ramificación.

Ramificación dicotómica.

Es la más sencilla. Una célula meristemática se divide constantemente en el extremo apical y en un momento da lugar a dos ramas terminales. Característica de las plantas primitivas.

No hay yemas, nudos ni entrenudos sólo hay un sin teloma.

- Isótona: Todas las ramas iguales.
- Anisótona: Una de las ramas predomina sobre las otras.

Ramificación lateral.

Desarrollo de yemas situadas en los nudos. Hay un eje central del que parten ramas laterales.

· Monopódico.

La yema terminal es funcional siempre. El meristemo terminal está vivo durante toda la vida de la planta y se desarrollan nuevas ramas. Plantas con aspecto triangular (pinos, coníferas,...)

· Simpódico.

El meristemo terminal deja de ser funcional y es sustituido por una yema lateral. Dan lugar a plantas con aspecto redondeado (chopos,...)

Yemas laterales que dirigen su crecimiento hacia arriba. El eje central va haciendo curvas.

· Monocasio.

En los nudos una yema en cada nudo y dirige su crecimiento vertical.

· Dicasio.

Dos yemas por nudo y desarrollan dos nuevas ramas. Ramificación lateral con aspecto de dicotomía.

Sólo algunas yemas generan ramas.

4º Tipos de ramas en función de la elongación de los entrenudos.

Plantas acaules.

Los entrenudos no se alargan y las hojas quedan pegadas formando una especie de roseta. Hojas dispuestas en la base: roseta basal de hojas.

Tallo muy corto, reducido.

Estolones.

Tallos muy delgados y entrenudos largos. No aguantan el peso de las hojas. Los tallos se pueden caer sobre el suelo y los nudos enraízan. Tallos rastreros (fresas, mentas,...)

Plantas volubles.

Tallos delgados y entrenudos largos se pueden sujetar de algún modo. Tallos trepadores. Se enrollan sobre un soporte.

Zarcillos.

A veces forman ramas especiales que les sirven de sujeción. Estructuras en forma de hélice.

Espinas.

Sobre las ramas aparecen espinas de gran tamaño sobre las que se desarrollan hojas o flores. Crecimiento limitado. Puede tener distinto origen. Modificaciones de las ramas.

5º Modos de crecimiento.

Crecimiento acrótopo.

Se desarrollan las yemas terminales y las basales permanecen en estado de reposo. Tallo sin ramas en la parte inferior. Se desarrollan las yemas superiores.

Crecimiento basítopo.

Se desarrollan las yemas basales y las apicales permanecen en estado de reposo. Las ramas parten de la base y no alcanzan gran longitud.

6º Tipos de tallos.

Herbáceos.

Son hierbas, aspecto parecido a las hojas, verdes, flexibles, con estomas y fotosintéticas. En función de la duración:

· Anuales:

Todos los años muere la planta y se forma a partir de una semilla.

· Bienales:

Cada dos años muere la planta. Plantas que desarrollan un órgano de reserva. Mueren toda la parte aérea y permanece el órgano de reserva con algunas yemas. Luego se vuelven a desarrollar y generan estructuras reproductoras. Genera nuevas semillas y la planta muere.

· Vivaces o perennes:

La parte aérea muere todos los años y permanecen enterrados órganos de reserva y yemas. Todos los años se regenera.

Leñosos.

Son gruesos, de color oscuro, rígidos y frágiles. Presentan una serie de estructuras diferentes.

Presentan una corteza suberificada y carecen de estomas. Poseen unas aberturas para el intercambio de gases llamadas lenticelas.

También presentan cicatrices foliares característico de cada especie o grupo. Es una huella de la estructura del pecíolo.

Protuberancias que son yemas rodeadas de un tipo de hojas, catáfilos, en épocas desfavorables. Cuando caen los catáfilos dejan unas cicatrices que rodean las ramas. Si se cuenta el número de cicatrices se puede saber la edad de la rama.

- Subarborescentes, subfruticosas o matas:

Parte inferior leñosa y la superior herbácea, son de pequeño tamaño. La parte herbácea muere todos los años y permanece la leñosa.

- Arbustivas, arbustos o fruticosas:

Tallos y ramas leñosas, en los cuales se desarrollan hojas u estructuras reproductoras. Crecimiento basítono. El tallo se ramifica desde la parte inferior.

- Árboles o arbóreas:

Presentan un crecimiento acrótono. Las yemas basales inhibidas, tronco sobre el cual se desarrollan ramas en la parte superior. Plantas de mayor tamaño.

Subterráneos.

- Rizoma:

Tallo por debajo del suelo. Son enterrados por la contracción de raíces. Son horizontales, presentan hacia un lado raíces adventicias y al otro ramas hacia la superficie con hojas y yemas.

Presentan simetría bilateral. Las hojas pueden ser normales o escamosas, duras y de pequeño tamaño.

En muchas ocasiones acumulan reservas y en épocas favorables las yemas aprovechan esas reservas para germinar. En otras ocasiones se engruesan mucho con grandes cantidades de sustancias de reserva, poseen yemas.

Ejemplo;

La patata: Debajo de las yemas hay una marca de catáfilos. Se desarrollan sobre ramas largas de tipo estolón y se forman unos rizomas engrosados, tubérculo caulinar.

- Tubérculo.

· Bulbo:

Modificaciones de los tallos y yemas. Sobre un tallo corto se disponen un montón de hojas que protegen a las yemas, las hojas se engruesan esas hojas son catáfilos. Hojas aéreas que se secan en épocas desfavorables. Escapo floral.

· Bulbillos:

Modificaciones de las yemas. Tallo corto con muchas yemas con una estructura específica y están rodeadas por una estructura específica y catáfilos. Se desarrollan varias yemas asilares.

También se forman a lado de los bulbos o en la parte aérea, en la asila de las hojas y se pueden desprender y formar nuevas plantas.

Caña.

Modificaciones que representan una adaptación. Tallos largos, flexibles y huecos con nudos muy marcados y con los entrenudos largos y huecos, les da mayor resistencia a la ruptura.

Estipe o estípete.

La parte basal cónica, tallo largo sin ramas pero con muchas cicatrices fóliales y en el extremo aparecen todas las hojas. Tronco corto leñoso de forma cónica.

Escapo.

Las estructuras reproductoras están encima de escapos florales. Tallo delgado sin hojas que sólo llevan las flores en el extremo.

Normalmente los tallos aéreos presentan simetría radial. Los tallos se caracterizan por yemas, hojas o cicatrices fóliales.

Cladodio o filoclado.

Las ramas se modifican y se aplanan adquiriendo el aspecto de una hoja. En el centro se desarrolla una flor y un fruto. En la asila aparece una yema o marca de una yema.

Cuando se modifica el tallo y aparece con un aspecto aplanado algunos autores lo denominan cladodio.

Se utilizan los dos términos cuando el tallo / rama aparece con aspecto de hoja.

7ª Formas vitales.

Biotipos: Tipos biológicos que adquieren las plantas para sobrevivir en épocas desfavorables.

Terófito.

Existen plantas que cada año germinan a partir de las semillas. La semilla origina una nueva planta que al desarrollarse completamente expulsa las semillas y muere. A partir de las semillas nace otra planta.

Geófitos o criptófitos.

Permanece un bulbo u órgano de reserva con yemas y muere la parte aérea. Al año siguiente da lugar a nuevos brotes a partir de esas yemas. La parte que pervive está siempre enterrada.

Hemicriptófilos.

Plantas que conservan las yemas en las asilas de un tallo rastrero. En épocas desfavorables la parte erguida muere y permanece la parte postrada. Al año siguiente las yemas dan lugar a nuevos brotes. Plantas semienterradas.

Caméfitos.

Plantas que conservan gran parte de la zona aérea. Pierden las hojas y flores. Poseen una parte leñosa con yemas que permanecen y muere la parte herbácea, son plantas pequeñas y leñosas en la base.

Muchas veces la nieve protege a las yemas situadas en la parte basal.

Fanerófitos.

Árboles y arbustos, yemas separadas del suelo protegidas por catáfilos.

LA HOJA.

Expansiones laterales de los tallos y de las ramas. Realizan la fotosíntesis, el intercambio gaseoso y almacenan sustancias nutritivas.

1º Morfología de la hoja.

Base foliar.

Dos expansiones laterales, estipulas.

Pecíolo.

Estructura alargada. No está presente siempre. Si la hoja carece de pecíolo se denomina sésil.

Lámina o limbo.

- Haz: parte superior.
- Envés: parte inferior.

En las primeras etapas de vida presentan dos hojas, cotiledones. Hojas germinales presentes en las semillas, el número de cotiledones es variado según la especie. Tienen función de almacenamiento. Si la semilla germina por encima del suelo los cotiledones son fotosintéticos y se ponen verdes.

Existen otras hojas que rodean y protegen a las yemas, catáfilos. Son hojas de pequeño tamaño y de tipo escamoso.

Hojas fotosintéticas con una morfología muy variada, nomófitos o profólilos.

Hojas donde se desarrollan los esporangios, esporófilos. Estambres y carpelos rodeados por pétalos y sépalos. A estas formas especiales se les denomina antófilos, hojas de las flores.

Estas flores presentan en la base unas brácteas. Hojas especiales, hiprófilo, a veces rodean a las flores. La mayoría veces funcionan como reclamo para los insectos.

2° Limbo.

Tipos de limbos.

- Lámina con una pieza: hoja simple.
- Lámina con muchas piezas: hojas compuestas. Cada pieza se denomina foliolo o pinna.

A veces las hojas presentan una serie de hendiduras, dependiendo de la posición tenemos:

- Hoja pinnatifida: Si la hendidura no llega a la mitad de la hoja.
- Hoja pinnatipartida: La hendidura pasa de la mitad de la hoja pero no llega al nervio central.
- Hoja pinnatisecta: Si la hendidura llega al nervio medio.

Los foliolos pueden llevar una estructura similar a un pecíolo, en estos casos se denomina peciolulo.

Al nervio central se le denomina raquis, este nervio también aparece en las hojas compuestas.

A todas las hojas que están divididas o diferenciadas en pecíolos se las llama hojas pinnadas.

Tipos de divisiones en el limbo de hojas compuestas.

- Sencillas.
- Bipinnada: dividida dos veces.
- Tripinnada: dividida tres veces.

3° Disposición de las hojas.

Hojas alternas o esparcidas.

Cuando se encuentran una en cada nudo, una hacia a un lado y se encuentran esparcidas.

Hojas en disposición dística.

Una hoja está enfrente de la anterior, en el nudo siguiente formando 180° con la anterior. Estructura presente en gramíneas.

Hojas en disposición verticilada.

En cada nudo aparecen varias hojas.

Hojas decusadas.

Si forman 90° entre sí.

Disposición opuesta.

Dos hojas en cada nudo.

4° Disposición de las hojas en las yemas. Prefoliación o vernación.

Prefoliación circinada.

En espiral.

Prefoliación plana.

Están aplanadas.

Conduplicadas.

Plegadas.

Involutas.

Enrolladas hacia la parte central.

Revoluta.

Enrolladas hacia la parte superior.

5º Anatomía de las hojas.**Hojas planas bifaciales normales.**

- Haz: parénquima en empalizada.
- Envés: parénquima lagunar.

Hoja bifacial inversa.

Estomas en el haz. Plantas cuyas hojas se colocan en vertical.

Hoja plana equifacial.

- Haz y envés: parénquima en empalizada.
- Interior: parénquima lagunar.
- Estomas hundidos en criptas estomáticas llenas de pelos. Menor evaporación.
- Zonas con mucha iluminación y ambiente seco.
- Adaptaciones a la sequía, sin parénquima lagunar para acumular gran cantidad de agua

6º Hojas de monocotiledóneas.

Base foliar muy desarrollada formando una vaina, de gran tamaño muchas veces. Estructuras cilíndricas o rodean al tallo.

Vainas simples, hojas sin divisiones, nerviación paralela o aerónoma. Muchas veces presentan lígula (característica de las gramíneas)

7º Hojas de gimnospermas.

Dos hojas alargadas, estrechas con crecimiento ilimitado. También son hojas divididas en foliolos. Presentan hojas con un nervio del que parten otros muy ramificados. Limbo grande y con pecíolo.

También presentan hojas pequeñas de tipo escamoso pegadas unas sobre otras. Hojas en agujas (coníferas)

Dos tipos de hojas:

1) Hojas que se desarrollan sobre segmentos fóliales (ensanchamiento de la rama) Se desarrolla una aguja con un pequeño pecíolo.

2) Hojas del 2º año que constituyen las características de la especie. Están sobre ramas cortas. Hojas escamosas en la base y un número variable de hojas en aguja.

8º Hojas de los helechos.

Hojas con un nervio o ninguno. Megáfilos o micrófilos. Hojas de gran tamaño con aspecto circinado. Hojas divididas en folíolos o pinnas.

En los tallos se desarrollan unas estructuras escamosas, páleas. Aparecen muchas veces a lo largo del pecíolo o también a lo largo del raquis. A este tipo de hojas se les llama frondes.

9º Modificaciones de las hojas. Tipos de estípulas.

- Estípulas bien desarrolladas.
- Modificadas en zarcillos.
- Estípulas modificadas en espinas.

10º Modificaciones del pecíolo.

- Filodio: Pecíolo ensanchado don forma de lámina y el limbo desaparece.
- Heterofilia: Dos tipos distintos de hojas.
- Heteroblastia: Los distintos tipos en función del desarrollo de la planta.

11º Desarrollo y caída de las hojas.

La parte que muere de la planta es la hoja. Tipos de defoliación:

- Defoliación anual: Las plantas renuevan las hojas todos los años.
- Defoliación no anual: Cada año renuevan sólo una parte del follaje. Hoja perenne.

Tipos de hoja.

· Hoja caduca.

Plantas cuyas hojas se vuelven rojizas y amarillentas y son flexibles. Caen al principio de la estación desfavorable. Proceso activo.

· Hoja marcescentes.

Se secan las hojas, quedan sobre los árboles y finalmente se caen. Se marchitan, se secan y caen mediante un proceso pasivo.

El viento o la lluvia hace que estas hojas se caigan.

Proceso activo.

Retorno de iones desde la vaina a las ramas. Se desarrollan tres capas en la base foliar y en la base del pecíolo. Las dos zonas de los extremos son iguales, zonas de protección. Ahí se acumula lignina y súber, y se segregan gomas a los haces vasculares.

La zona media, zona de separación, produce la muerte y se destruyen las paredes celulares. Células muertas. Esto hace que se formen cicatrices fóliales. La hoja cae al suelo pero aun está viva.

· Ventajas de la pérdida de hojas.

- Aprovechamiento de nutrientes.
- Reducción de la pérdida de agua.
- Ventaja de la hoja caduca sobre la marciscente. Protege a la planta de enfermedades.

12° Adaptaciones de las plantas.

Adaptaciones a la iluminación.

· Plantas heliofilas.

Adaptaciones a zonas muy iluminadas. Presentan dos o tres capas de parénquima en empalizada, y a veces también aparece en el haz y en el envés.

· Plantas esciofilas.

Plantas adaptadas a vivir en ambientes sombríos. Presentan dos capas de epidermis con parénquima lagunar pero carece de parénquima en empalizada.

Adaptaciones en función de la cantidad de agua.

· Plantas xerófitas.

Plantas de zonas desérticas. Hojas reducidas, a veces sólo con espinas carecen de tejidos fotosintéticos. La fotosíntesis sólo la realizan los tallos.

Estas plantas poseen una epidermis pluriestratificada tanto en el haz como en el envés. Cutícula más gruesa de lo habitual. Estomas en el interior de criptas estomáticas con pelos, que son aislantes térmicos, disminuyen la pérdida de agua.

También pueden presentar adaptaciones a zonas iluminadas, entonces presentan parénquima en empalizada en ambos lados de la hoja.

Hojas en posición vertical, esto permite una mejor adaptación a las zonas secas y una menor pérdida de agua por evaporación debido a que la hoja no aumenta tanto su temperatura.

También es frecuente que presenten las hojas con los márgenes revueltos entonces los estomas se encuentran en esas zonas limitando la evaporación.

· Plantas higrófitas.

Zonas muy húmedas, epidermis delgada, una capa de células y poseen poca cutícula.

Presentan pelos formados por células vivas, esto hace que la superficie epidérmica sea mayor lo que implica

una gran pérdida de agua, además esas células vivas aumentan la pérdida de agua.

Los estomas a veces se sitúan sobre protuberancias. Presentas hidatodos, agujeros que conectan los haces vasculares más delgados con el exterior. Normalmente se trata de estomas que pierden su función y quedan permanentemente abiertos, agua que se pierde en forma líquida.

· Plantas Hidrófitas o acuáticas.

Plantas que viven en el agua. Total o parcialmente sumergidas. Estas plantas presentan dos tipos de hojas.

- Hojas flotantes: Hojas enteras con una gran superficie. Parénquima lagunar muy desarrollado, aerénquima. Cutícula del envés gruesa. Estomas en el haz, esto permite que realicen el intercambio gaseoso con la atmósfera.
- Hojas sumergidas: Hojas divididas, con muchos folíolos lineales o acintados, largos y estrechos, lo que hace que presenten menor resistencia a los movimientos del agua. No se rompen porque no oponen resistencia. Carecen de estomas. Presentan un aerénquima muy desarrollado.

· Plantas epífitas.

Plantas que viven sobre otras. Sobre troncos de los árboles normalmente.

Asplenium nidus

Fronde que forman una roseta y el conjunto forma una especie de cesta. Entre las hojas queda tierra y ahí se almacenan grandes cantidades de agua. Las raíces absorben gran cantidad de nutrientes de esa tierra.

La planta maceta.

Hojas de gran tamaño hundidas en el centro de forma que ahí se deposita la tierra, sustancias nutritivas y agua. En estas plantas las raíces acaban llegando a las hojas debido a que se ramifican y absorben los nutrientes que se depositaron en esas hojas.

· Plantas carnívoras.

Se trata de plantas que viven en ambientes poco nitrogenados. Las estructuras que capturan los animales son las hojas. Son hojas redondeadas con muchos pelos que segregan una sustancia viscosa y sustancias azucaradas.

Los insectos llegan a las hojas y éstas se pliegan encerrando al animal en el interior. La planta digiere las proteínas del animal y digiere los compuestos nitrogenados.

Dioneae

Posee unas hojas divididas en dos lóbulos con una serie de dientes, que ayudan a capturar los insectos.

LA REPRODUCCIÓN DE LOS VEGETALES VASCULARES.

1º Multiplicación vegetativa y reproducción sexual.

Multiplicación vegetativa.

Plantas que debido a condiciones ambientales sólo puede desarrollarse vegetativamente. No suelen producir

semillas porque éstas no llegan a germinar.

La reproducción puede tener lugar por:

- Fragmentación.

Una parte de la planta se rompe y genera una nueva planta.

- Desarrollo de propágulos vegetativos.

Un propágulo es un grupo de células especializadas en propagar la planta. Poseen células meristemáticas que se dividen rápidamente. Algunos propágulos poseen estructuras especiales. Dentro de estas las más extendidas son:

- Bulbos: generan individuos idénticos entre sí e iguales a sus progenitores.
- Bulbillos: En algunos casos se desarrollan en plantas del género *Allium*, se forman en el interior de las inflorescencias. En estas plantas tienen dos grupos de semillas, uno con variación genética y otro idéntico a la planta madre.
- Estolones: Si se eliminan las flores aumenta el número de estolones y si se eliminan los estolones aumenta el número de flores y por tanto el número de frutos.
- Rizomas.
- Tubérculos.

La variación genética aumenta en nuevos nichos ecológicos ya que pueden vivir en distintos ambientes.

La descendencia permite la formación rápida de nuevos individuos idénticos y adaptados a un nuevo ambiente.

Se calcula que el 80% de las plantas vasculares desarrollan estructuras de reproducción vegetativa. Estas plantas pueden sobrevivir en ambientes parecidos a donde vivía la planta madre y se pueden mantener durante un largo periodo de tiempo.

Reproducción sexual.

Meiosis

células madre de las esporas o esporocitos ($2n$) esporas (n)

EF ($2n$) GF (n)

gamia

embrión (n) cigoto (n) gametos masculinos y femeninos (n)

2º Ciclos de vida.

Apomixis.

Ausencia de mezcla. Cualquier modo de reproducción donde no hay un desarrollo normal de la reproducción sexual. Plantas apomíticas, plantas con alteraciones en el ciclo.

- Apomeiosis.

Carecen de meiosis. La meiosis no tiene lugar o falla y forma esporas diploides, diplosporas. Originan cigotos $4n$. Planta que ha multiplicado su número de cromosomas. Poliploidía.

· Apogamia o agamia.

Se forma un cigoto a partir de un gameto o de otra célula diferente. Puede ser:

- A partir de una célula gametofítica que da lugar a un esporofito.
- Un gameto origina directamente un esporofito.

Agamospecie: Especie en la que el ciclo se cierra sin gamia.

A veces ambos procesos ocurren juntos. Los embriones se pueden desarrollar de distintas estructuras sin que haya gamia y meiosis.

Hibridación:

$$2n = 8 \quad n = 4$$

$$2n = 7 \text{ apomeiosis } n = 7 \text{ gamia } 2n = 14$$

$$2n = 6 \quad n = 3$$

Apomeiosis : ¿consecuencias biológicas?

PTERIDÓFITOS HOMOSPÓREOS.

1º Aparato vegetativo del esporófito.

El grupo más amplio es la división pteridófita o clase filicopsida.

Hojas que son megáfilos, normalmente de gran tamaño divididas con un tallo enterrado, rizoma. Pero también existen helechos arborescentes. En estas hojas se desarrollan normalmente los esporangios.

Estructura.

· Rizoma.

Tallo a partir del cual se desarrollan raíces caulógenas o adventicias.

· Hojas.

Se trata de megáfilos. Estas hojas se llaman frondes.

Sobre el rizoma y el raquis se desarrollan páleas.

En el envés de la hoja se forman los esporangios, en ocasiones se forman en el lado de la hoja o en ramas especiales.

Los esporangios pueden estar separados o juntos formando sinangios. Cuando se encuentran sin soldar están recubiertos por una estructura epidérmica que recibe el nombre de indusio.

Los esporangios que se encuentran en una zona concreta con indusio o no se denominan soro, conjunto de esporangios que se sitúan en una zona de las hojas.

Esporangios y esporas.

Los esporangios son estructuras globosas que se disponen sobre un pie formado por una o varias filas de células en el interior se forman esporas.

En distintas zonas del esporangio se desarrolla una célula con paredes engrosadas e impermeables formando una especie de arco, anillo. Una de las cuatro paredes de la célula es delgada y de celulosa, es la pared más externa.

Las células del anillo se deforman por la pared de celulosa que produce un desplazamiento. Cuando se deforma el anillo se produce la apertura del esporangio. La abertura se denomina estomio.

El resto del esporangio está formado por células con pared de celulosa que se rompen con la apertura del esporangio.

· Desarrollo del esporangio.

Existen dos formas:

1º) Desarrollo leptosporangio.

Es la forma más habitual. Una célula se divide y forma una célula en la base y otra arriba. Continúa el desarrollo del esporangio con un tejido esporógeno en el interior rodeado por una capa de células epidérmicas. En el interior se forma la célula madre de la espora.

2º) Desarrollo eusporangio.

Se desarrolla un grupo de células, no se trata de células superficiales si no que hay una capa de células sobre las que se desarrollan. Se forma una envuelta que protege el tejido esporógeno que se encuentre unido al fronde y rodeado por dos filas de células.

El tejido esporógeno se diferencia y forma una célula, los esporocitos o célula madre de las esporas se separan de las demás células. La célula madre se divide meioticamente y da lugar a las esporas (n).

Las esporas se forman como tétradas de esporas rodeadas por la envuelta del esporocito, esta envuelta es reabsorbida y las esporas se separan en el interior.

Cuando la espora está en la tétrada desarrolla una serie de envueltas formadas por depósitos de sustancias impermeables que reciben el nombre de perisporio, esta envuelta permite que las esporas liberadas conserven su periodo de germinación durante largo tiempo.

Las esporas se liberan finalmente, poseen una ornamentación peculiar según las especies y si las condiciones son las adecuadas estas esporas terminan germinando.

· Germinación de la espora.

La primera división celular da lugar a dos células diferentes que mantienen la envuelta de la espora. Una blanca que dará lugar a un rizoide de paredes delgadas capaz de absorber nutrientes fácilmente y la otra célula posee cloroplastos por tanto es capaz de realizar la fotosíntesis.

Desde el inicio el gametofito es autosuficiente, independiente.

Continúa la división celular y se forma un filamento. En la parte superior del gametofito se forman los anteridios y en la inferior los arquegonios, no se forman simultáneamente primero se forman los anteridios.

Una vez desarrollado el gametofito se produce la fecundación que dará lugar a un embrión. En las primeras etapas se diferencia una raíz primaria, una hoja y un esbozo de tallo, también se forma otra estructura que es el pie, a través del cual permanece unido al gametofito y además absorbe sus nutrientes. El esporofito es parásito del gametofito.

Los anteridios y los arquegonios se forman simultáneamente porque de esta forma se impide la autogamia y se favorece el intercambio y diversidad genética

2º Ciclo de los helechos isospóreos.

El ciclo consta de dos generaciones, una diploide y dominante (EF) y otra haploide y reducida (GF).

EF (2n)

Formación de tejidos

Tejido esporógeno que dará

lugar a la célula madre de la que se independiza

esporas o esporocitos (2n)

Meiosis

Embrión (2n) parásito

del GF

Tétradas de esporas (n)

Zigoto (2n)

Esporas (n)

Anteridios gametos masculinos

GF (n) independiente Gamia

Arquegonios gametos femeninos

Son helechos homospóreos.

- División Ryniophyta. Presentan soros, son los helechos más primitivos.
- División Psilophyta. Presenta sinangios. Gametofito semejante al esporofito.
- División Lycopphyta. Salvo el orden Lycopodiales (Sellaginiales y Isoetales).
- División Equisetophyta. Perisporio roto en tiras, se despliega ante la humedad abriendo los esporangios. Posee también función de anclaje al suelo. A estas tiras se las denomina eláteres, tiras de

periesporio con capacidad de hidratarse en condiciones de humedad. La forma de anclaje contribuye a la no dispersión.

- División Pteridophyta. Salvo Marsiliales y Salviniaceae.

PTERIDÓFITOS HETEROSPÓREOS.

1º Esporofito, esporangios y esporas.

En las asilas de las hojas se desarrollan los esporangios de dos tipos mega y microesporangios, lo más habitual:

- Parte inferior = megaesporangios = pocas y grandes megasporas.
- Parte superior = microesporangios = muchas y pequeñas microsporas.

Desarrollo del esporangio.

Contiene pocas esporas pero con tienen una gran cantidad de sustancias de reserva, las esporas se desarrollan en el interior del esporangio.

La microsporas se dividen y permanecen rodeadas por un número de células muy reducidas y finalmente se liberan esporas masculinas con un gametofito muy desarrollado. Estas esporas poseen flagelos. El gametofito se nutre de las reservas hasta que el perisporio se rompe. En las primeras etapas no son independientes. Fotosíntesis parcial y libera gametos masculinos.

Los gametos femeninos se desarrollan dentro del megaesporangio y son liberados con un gametofito también muy desarrollado. Se rompe la cubierta, fotosintetizan y continúan su desarrollo y forman arquegonios.

Tras la fecundación se forma un cigoto y luego un embrión que vivirá a expensas del gametofito femenino. También poseen un pie con el que se unen al gametofito y absorbe los nutrientes.

Son helechos heterospóreos.

Isoetes.

Presentan micrófilos grandes y en la base de las hojas se disponen los esporangios protegidos por una estructura epidérmica. Los microesporangios se encuentran en las zonas más internas, cuando las hojas son viejas y se marchitan se liberan las esporas. Se forman 4 megasporas y 64 ó 128 microsporas. El gametofito es endospórico en las primeras etapas.

La primera división de la microspora genera:

- Célula protálica. Tiene un número reducido de células en el interior de la microspora.
- Célula anteridial. Dos divisiones = 4 células espermatógenas, forman los gametos masculinos móviles, estos se desarrollan finalmente una vez abierta la espora.

Divisiones de la megaspora:

Se producen una serie de divisiones celulares sin paredes entre ellas, se forma una gran vacuola central y los núcleos se disponen alrededor. En estas condiciones es liberada la megaspora.

Primero comienzan a desarrollarse paredes alrededor de cada núcleo y empiezan a diferenciarse arquegonios con un gameto femenino en la base cada uno. Luego se rompe la cubierta de la espora y las células que

contienen cloroplastos comienzan a realizar la fotosíntesis.

Se trata de helechos dioicos. Estructuras masculinas y femeninas se desarrollan en individuos diferentes.

División Equisetophyta.

Marsiliares y Salviniaceas son helechos acuáticos.

· Marsiliares.

Posee dos tipos de hojas:

- Hojas lobuladas.
- Hojas sumergidas con aspecto de raíces con folíolos alargados y numerosos.

Presenta una estructura que reúne una serie de esporangios denominada sorocarpo, aparece en los soros hay mega y micro esporangios. Los sorocarpos se abren y los soros se despliegan hacia fuera y son liberadas las esporas. Se liberan conjuntos de micro y mega esporangios.

· Salviniaceas.

Presenta dos tipos de hojas:

- Fotosintéticas, hojas de color verde.
- Hojas sumergidas que sirven para la absorción, hojas blancas.

También presentan raíces.

Diferencias entre helechos heterosporos y homosporos.

Heterosporos Homosporos

dioicos monoicos

endosporios (parcialmente) exosporio

no son independientes en las independientes

primeras etapas

reducido número de células numerosas células en el

en el gametofito gametofito

GIMNOSPERMAS.

1º Caracteres generales.

Polen.

El gametofito masculino se encuentra reducido a un número pequeño de células y rodeado por la cubierta de la microspora, grano de polen. El gametofito termina su desarrollo en el interior del microsporangio.

El grano de polen consta de:

- Células protálicas (de varias a ninguna).
- Célula del tubo polínico (célula vegetativa).
- Célula generativa o espermatígena (origina dos gametos masculinos).

Todo esto es lo que se libera de los sacos polínicos. El gametofito maduro donde solamente falta una división celular, que es la maduración de gametos masculinos que tiene lugar después.

Polinización.

Los granos de polen son liberados y transportados por el viento hasta llegar a los megasporangios o proximidades.

Otras veces este transporte es realizado por los insectos en el caso de angiospermas.

Pueden llegar hasta el micrópilo del megasporangio (Gimnospermas) o al estigma del carpelo (Angiospermas).

Semillas.

Embrión rodeado de nutrientes y cubiertas seminales que lo aíslan del medio externo. Esta estructura puede permanecer en reposo durante largos periodos de tiempo y en condiciones adecuadas germina y da lugar a una nueva planta.

2º Estructuras reproductoras.

El microesporofito y el megaesporofito pueden estar en la misma planta o en distintas plantas.

Los microesporofitos suelen estar todos en una misma rama. Normalmente en partes terminales o a lo largo de toda la rama formando conos o estróbilos.

Presenta hojas reducidas, el polen tiene unos sacos aéreos (espacios entre las dos cubiertas del grano de polen, se llenan de aire y contribuyen a la flotabilidad).

Los megaesporofitos se sitúan sobre ejes ramificados. Son ramas con escamas donde se encuentran y también aparecen formando conos o estróbilos.

En los gametófitos masculinos la célula espermatógena se divide para formar dos gametos, en un número de células siempre reducido.

Gamia.

En las plantas más primitivas el gametofito masculino posee cilios, sin embargo en las más evolucionadas los gametófitos masculinos son inmóviles, son transportados a través del tubo polínico.

El grano de polen permanece durante un periodo de tiempo en el megasporangio. El gametofito masculino se nutre del megasporangio y desarrolla una estructura para absorber los nutrientes, esta estructura es el tubo polínico.

1 megasporofito --- MEIOSIS --- 1 Tétrada de megasporas --- 1 megaspora:

- Divisiones nucleares libres ---- Formación de paredes celulares.
- Diferenciación de gametos femeninos.
- GAMIA ---- Zigoto = Embrión.

El grano de polen llega a esta cámara y es ahí donde germina, permanece al menos un año en ese lugar.

El gametofito masculino germina y desarrolla la célula del tubo polínico que se ramifica y el tubo alcanza el gameto femenino. A través del tubo pasan los gametos masculinos hasta el gameto femenino, a continuación se produce la gamia.

El gametofito femenino se desarrolla a partir de una única megaspora que nunca abandona el megasporangio. La megaspora se desarrolla completamente en el interior del megasporangio.

En el interior del megasporangio se forma el gameto femenino completamente, tiene lugar la gamia y dentro se forma un cigoto que dará lugar a un embrión.

El embrión queda rodeado por el gametofito femenino que acumula nutrientes (n) para él (2n). Todo esto está rodeado por la nucela y tegumentos de la generación esporofítica vieja, esto es lo que constituye la semilla.

Endosperma = gametofito femenino que acumula nutrientes.

3º Ciclo.

EF (2N) (árboles o arbusto con crecimiento 2º)

Microesporangio Megaesporangio

(óvulo o rudimentos seminales) Tegumentos

Microesporofitos (2n) 1 Megaesporofito (2n)

MEIOSIS

Tétrada de microesporas 1 Tétrada de megasporas

Pared del polen –Exina

– Intina

Desarrollo del GF masculino = Polen 1 Megaspora (n)

liberado divisiones nucleares

1 año o más libres / Paredes /

arquegonios =

gameto femenino

Polinización

Gametos masculinos Gametos femeninos

Endospermo Cubiertas

Seminales

GAMIA

Zigoto (2n)

Embrión (2n)

Semilla

Deshidratación

Liberación y Dispersión

Germinación

EF (2n)

En el proceso de maduración la semilla pierde una gran cantidad de agua lo que implica que las reacciones metabólicas sean más lentas y por lo tanto las semillas pueden pasar largos periodos de latencia.

La semilla para germinar necesita la recuperación del agua perdida.

Para que tenga lugar la germinación se necesita:

- Rehidratación de la semilla.
- Condiciones adecuadas.
- Proceso determino. Ruptura de las cubiertas seminales,...

4º Sistemática.

División Cycadophyta.

Cycas y Zamia

- Aspecto más o menos de palmeras.
- Hojas con bernación circinada y divididas en lóbulos.
- Tronco más o menos desarrollada.
- Corona de hojas.
- En posición ventral o en el ápice desarrolla los microsporófilos.
- Dioicos.

División Ginkgophyta.

Ginkgo biloba

- Presentan macro y micro blastos.
- Microsporófilos: Androstróbilos o ginostrobilos (masculinos).
- Megaesporófilos.
- Hojas sencillas.

- Semillas carnosas.
- Semilla: Embrión + nutrientes + cubiertas seminales, todo esto rodeado por una estructura carnosa que contribuye a la dispersión.
- Dioicos.

División coniferophyta.

Pinus

- Importantes maderas.
- Hojas en aciculadas en ramas cortas.
- Conos masculinos y femeninos en la mismas planta pero en ramas distintas.
- Conos masculinos en ramas bajas con crecimiento indefinido.
- Conos femeninos en ramas altas con crecimiento limitado.
- Escamas leñosas que envuelven las semillas.
- Monoicos.

Familias:

- Pinus
- Abies
- Cedrus
- Picea
- Larix
- Pseudotsuga
- Taxodiaceae: *Taxodium* = *Taxodium distichum*

Sequodia

- Cupressaceae: *Cupressus*

Thuja

Juniperus

- Taxaceae: *Taxus* (semillas tóxicas)
- Auracariaceae: *Auracauria*
- Podocarpaceae: *Podocarpus*

División Gnetophyta.

- Desaparición de arquegonios.
- Polinización por coleópteros.

Orden:

- Gnetales: Gnetum
- Ephechales: Ephecha
- Welwitschiales: Welwitschia

ANGIOSPERMAS.

1º Caracteres generales.

Angiospermas: semillas en una basija (carpelos modificados).

También llamadas Anthophyta o Magnoliophyta. Plantas con flores y cuyas semillas se desarrollan en el interior de los frutos.

2º Flor.

Rama que lleva distintos esporófilos, ramas portadoras de esporófilos. Muchas veces están agrupadas en flores, en una sola rama se denomina inflorescencia.

La flor consta de:

- Receptáculo: Lugar donde se insertan las piezas.
- Sépalos: Conjunto de sépalos constituye el cáliz (K). Son las hojas de la zona inferior.
- Pétalos: Conjunto de pétalos constituye la corola (C).
- Microsporófilos o estambres: Conjunto forma el androceo (A).
- Megasporófilos o carpelos: Conjunto forma el gineceo (G).

Modificaciones.

No siempre están presentes todos los componentes de la flor, incluso hay piezas añadidas a veces.

Epicaliz: Rodea al cáliz. Se trata de un conjunto de hojas, son las piezas más vistosas de las plantas, en ocasiones.

La flores se pueden clasificar en función de las piezas que podemos encontrar.

· En función del número de envueltas florales:

Periantio: conjunto que rodea a la flor, sépalos y pétalos.

- Aclamídas o apoclamídas: Formada por cero envueltas florales. Carece de sépalos y pétalos.
- Monoclamídeas o haplocamídas: Una envuelta floral.
- Homoclamídea: Dos envueltas florales, una de sépalos y otra de pétalos, iguales.
- Heteroclamídea: Dos envueltas florales, una de sépalos y otra de pétalos, distintas.

Tipos de simetría.

En general las piezas se disponen en verticilos y otras veces en hélice.

- Simetría helicoidal. Dispuestas en hélice.
- Simetría radial: Flor actinomorfa. Todas las piezas alrededor del eje, eje de simetría.
- Disimétricas: Dos planos de simetría perpendiculares, pero sin eje.
- Asimétricas: Zigomorfas. Carecen de simetría.

Colocación de los esporofilos.

- Flores unisexuales: Solamente hay estambres o carpelos. Monoicos (Se encuentran en la misma planta pero en ramas y flores distintas). Dioicos (Se encuentran en diferentes plantas, masculinas y femeninas).

- Hermafroditas: Estambres y carpelos simultáneamente.
- Flores polígamas: En la misma planta flores hermafroditas y unisexuales.

Envueltas florales.

Sépalos.

Envuelta más externa, cuando no existe epicáliz. Normalmente de color verde y mismo aspecto que las hojas normales de la planta.

- Cáliz dialisépalo: Sépalos libres, separados unos de otros.
- Cáliz gamosépalo: Sépalos soldados.

Pétalos.

Envuelta interna. Aspecto llamativo, en general coloreados. Muchas veces poseen glándulas que segregan olores o líquidos para atraer a los insectos.

- Corola dialipétala: Pétalos libres unos de otros.
- Corola gamopétala: Pétalos soldados entre sí.

Ambas envueltas pueden tener estructuras peculiares.

- Espolones: Prolongaciones de pétalos y sépalos que en el fondo tienen una glándula.

3º Estambres.

El filamento constituye la parte larga y estrecha, en su extremo se encuentra la antera formada por dos piezas, tecas. Cada teca contiene dos sacos polínicos.

Lo normal en una flor es que haya dos verticilos de estambres, dependiendo de esto tenemos:

- Diplostémona: Dos verticilos.
- Haplostémona: Un verticilo.

Los estambres pueden aparecer soldados de distintas maneras.

- Soldados en haces o fascículos.
- Soldados por los filamentos.
- Soldados por las anteras.
- Algunos libres y otros soldados. Estambres diadelfos.

4º Carpelos.

Los carpelos pueden aparecer:

- Libres: Gineceo apocárpico.
- Soldados: Gineceo sincárpico.

Según la posición de la flor tenemos:

- Gineceo súpero o flor hipogina: Toda la flor debajo del gineceo.

- Gineceo ínfero o flor epígina: Todas las piezas florales por encima del gineceo.
- Flor perígina: Sépalos, pétalos y estambres soldados formando un tubo que rodea al gineceo, a esta estructura se la llama hipanto.

5º Inflorescencia.

Rama con un conjunto de flores. La morfología es característica de cada grupo de plantas. Dos grupos:

Racemosas.

Indefinidas o abiertas. Presentan un meristemo en la parte apical que crece de forma indefinida en los laterales. Tipos:

- Racimo: Flores laterales. Eje alargado con flores lateralmente y todas con un pedicelo.
- Corimbo: Desarrollo de los pedicelos de las flores. Son más largos en la base de tal manera que parece que todas las flores llegan a un mismo plano. Tipo de los manzanos y perales.
- Umbela: Todas las flores parten de un mismo punto. Todos los pedicelos tienen la misma longitud. Flores de zanahorias, hiedra, perejil,...
- Capítulos o cabezuelas: Todas las flores se desarrollan sobre un receptáculo. Flores sin pedicelo y rodeado por brácteas. 5 pétalos soldados, suelen no tener sépalos y si hay están reducidos a pelos o escamas que reciben el nombre de vilano. Flores de dos tipos:

Flores en lígula: Todos los pétalos soldados formando un plano que se desplaza lateralmente.

Flores en tubo: Pétalos formando un tubo.

Normalmente las de tubo están en el centro y en lígula alrededor.

- Espiga: Eje alargado con flores pero sin pedicelo.

Variantes de las espigas:

- Espádice: El eje central se engruesa y se hace carnososo, alrededor de él se disponen flores normalmente unisexuales, poco vistosas. Todo el eje rodeado por brácteas grandes que cubren a las inflorescencias. Bráctea, espata llamativa.
- Espiguilla: Flores poco vistosas, se disponen a lo largo de un eje. Flor terminal estéril frecuentemente. Toda la inflorescencia rodeada por dos hojas, glumas. Cada una de las flores tiene la siguiente estructura:

Tres estambres.

Un gineceo formado por 1 ó 2 carpelos.

Perianto formado por dos hojas, glumillas. Lema, la más próxima al eje y palea, la más lejos.

Aristas que se desarrollan en las glumas o en las glumillas, estructuras aciculares.

Lodiculas, son dos pequeñas hojas por dentro de las glumillas.

- Amento: Espigas que cuelgan hacia abajo. Flores unisexuales sin pedicelo. Flores poco vistosas.

Cimosas.

Cima o dicasios.

Flor terminal. Presenta hojas opuestas y la inflorescencia continua desarrollándose. Tipos de cimas:

- Bípira: Cuando se desarrollan las dos ramas.
- Unípara escorpioide: Se desarrolla solo una rama de forma que parece que el eje está quebrado o doblado. Flores que desarrollan siempre hacia un mismo lado.
- Unípara helicoide: El desarrollo de las ramas se va alternando.

Ripidio.

Se desarrollan flores en la parte interna de la rama.

Inflorescencias compuestas.

- Panículos: Racimos de racimos, umbelas de umbelas,... Estructuras abiertas. Flores pedicilares.
- Verticilastro: Racimosa que alcanza distintas alturas del eje principal, se desarrollan pequeñas filas con pedicelos muy cortos.
- Tirso: Racimo de cimas.
- Ciatio.

6º Desarrollo de los gametófitos.

El desarrollo de los esporangios es eusporangiado. Se forman a partir de células no superficiales de los esporofilos.

Microsporangios.

Se forma un grupo de células hundidas en la antera que forma el tejido esporógeno, rodeado de una capa de células que sufren endomitosis células del tapete, células con un gran núcleo.

El tejido sigue dividiéndose para originar los esporocitos que por meiosis dan lugar a tétradas de microsporas, en posición ventral.

A partir de las células del tapete se sintetizan proteínas que formarán el cemento polínico, sustancia que une los granos de polen.

Los granos de polen se separan y en el interior se forma el gametofito masculino, formado por: 1 núcleo vegetativo y un núcleo generativo o 1 núcleo vegetativo y dos gametos.

La microspora queda rodeada por la envuelta de granos de polen y por una cubierta rígida y resistente formada por dos capas:

- Exina: Externa. Capa discontinua. Si es alargada se llama colpos y si es redondeada se llama poros.
- Intina: Interna. Capa continua.

La ornamentación del polen depende de las distintas familias.

El polen puede salir de distintas formas:

- Mónadas: Granos de polen individuales. Cemento polínico escaso.
- Díadas: Se pegan de dos en dos.

- Tétradas: Salen cuatro granos de polen.
- Poliadas: Muchos granos de polen juntos.
- Polimias o plinios: Salen juntos los dos sacos polínicos.
- Polinarios: Todo el conjunto de los granos de polen es dispersado junto.

Megaesporangios.

Placenta: Tejido donde se desarrolla la megaspora.

El lugar de la placentación es característico de cada grupo:

- Placentación marginal: Esporangios junto al margen, zona de plegamiento del carpelo.
- Placentación submarginal: Al lado del margen.
- Placentación axial: Los óvulos están dispuestos sobre el eje. Plurilocular.
- Placentación parietal: Carpelos que se sueldan quedando una cavidad, el óvulo está pegado a la pared del ovario. Unilocular.
- Placentación central o libre central: Una cavidad con una columna central donde se disponen los óvulos.
- Placentación basal: Reducción del número de óvulos quedando en la parte basal y en posición central.

El megasporofito presenta desarrollo eusporangioado, queda rodeado por dos tegumentos. El tejido esporógeno recibe el nombre de nucela.

La nucela origina un esporocito y por meiosis da lugar a una tétrada de megasporas que se separan en cuatro megasporas. Tres se destruyen y la que está rodeada por la nucela y a su vez por los dos tegumentos.

El funículo une la megaspora con la placenta.

Tipos de óvulos:

- Ortótropo: Funículo y micrópilo en línea recta.
- Anátropo: Funículo y micrópilo próximos.
- Campilótropo: Funículo y micrópilo forma un ángulo de 90°

El núcleo de la megaspora se divide y da lugar a 8 núcleos que forman el gametofito femenino o saco embrionario.

En la parte próxima al micrópilo se diferencia un gameto y dos células que lo acompañan, sinérgidas. En posición opuesta están tres células antípodas y en la parte central dos núcleos, núcleos polares que se fusionan para dar una célula secundaria.

7º Polinización.

Consiste en el transporte del polen desde los sacos polínicos hasta el micrópilo o estigma, en angiospermas.

· Autogamia.

Transporte de polen de una flor a los estigmas de una misma flor. Puede ser por:

- Autogamia no obligatoria.
- Autogamia obligatoria: En plantas que desarrollan flores ceistógamas, flores que no se abren nunca o hasta que se produzca la polinización. Suelen estar en la parte basal.

· Fecundación cruzada.

· Alogamia.

Gamia entre flores de distintas plantas.

- Accidental.
- Obligatoria: Mecanismos que impiden la autogamia. Ocurre en plantas dioicas.

Tipos:

- Flores unisexuales: Flores masculinas en una parte y femeninas en una parte y femeninas en otra parte.
- Flores hermafroditas: En un momento se desarrollan los estambres y más tarde los carpelos. Plantas dicógamas.
- Plantas hercógamas: Carpelos y estambres se desarrollan simultáneamente. Presentan una morfología que hace difícil la autogamia. Son plantas polinizadas por dos tipos de insectos.

· Autoesterilidad.

Alogamia obligatoria.

Compatibilidad entre las proteínas del estigma y de las anteras. Si son compatibles impiden la formación del tubo polínico.

8º Transporte del polen.

Hidrofilia.

Hay plantas que desarrollan flores sumergidas. Transporte del polen por el agua. Se trata de un polen de baja densidad, alargado y de tipo filiforme.

Anemofilia.

Transporte por el viento. Polen que pesa poco, pequeño tamaño y presenta unas vesículas aéreas, flotadores. Tiene poca ornamentación y además se desarrolla poco el cemento polínico, por lo que se dispersa en forma de mónadas.

Se trata de plantas que presentan flores pequeñas y poco vistosas que no suelen tener olor. Perianto verde y reducido, estambres grandes con anteras enormes, estigmas muy desarrollados.

Las flores están en los extremos de las ramas o tallos y suelen desarrollarse antes que las hojas.

Entomofilia.

Transporte realizado por insectos.

Flores vistosas o inflorescencias de gran tamaño. Presentan nectarios, glándulas que secretan néctar.

Flores en cualquier lugar de la planta. Flores zigomorfas que desarrollan una parte para que se pose el insecto. Flores actinomorfas, desarrollan un gran espolón y en el fondo presentan un nectario.

9º Fecundación.

El grano de polen aumenta el volumen y gametofito masculino sale al exterior y continua absorbiendo los nutrientes del estigma.

Del gametofito masculino siempre sale primero un núcleo vegetativo mientras se forma el tubo polínico. Le sigue el núcleo generativo.

Se incorporan nuevos materiales y se destruye el estigma. A la vez en la parte superior se forman tapones que arrastran todo el gametofito masculino.

Los gametos masculinos se forman a partir del núcleo generativo una vez desarrollado el todo el tubo polínico. Cuando el tubo llega al ovario ya están formados el núcleo vegetativo y los dos gametos masculinos.

El gameto femenino se forma de la fusión de los dos núcleos polares con el secundario.

Cuando los gametos masculinos alcanzan los gametos femeninos se produce la gamia. La gamia tiene lugar entre dos gametos, uno masculino y otro femenino. El otro gameto femenino se une a la nucela, y el gameto masculino se une a los núcleos polares y dan lugar al núcleo endospermico. Se produce una doble fecundación

El cigoto ($2n$) da lugar a un embrión y el núcleo endospermico ($3n$) da lugar al endosperma o albumen, almacén de sustancias.

La nucela también sufre un proceso de modificación y pasa a formar el tejido periesperma, que rodea al embrión y al endosperma.

Mientras los tegumentos se transforman en un epispermo o testa, rodea todo y esta formado por dos cubiertas.

- Interna: Sarcotesta, tegumento interno.
- Externa: Exclerotesta, tegumento externo.

Durante el proceso se produce una gran pérdida de agua, se reduce el metabolismo y el conjunto resultante es la semilla, estructura que contiene un embrión con nutrientes y rodeado por una serie de tejidos.

10º Semillas.

Tipos de semilla dependiendo del albumen.

- Exalbuminas: Semillas sin albumen. Toda la sustancia de reserva pasa a los cotiledones. No se desarrolla albumen, no se desarrolla el endospermo. El embrión está formado por pocas células.
- Albúminas: Embrión rodeado por el albumen.

Las semillas presentan dos envueltas:

- Sarcotesta: Envuelta interna.
- Esclerotesta: Envuelta externa.

La semilla está formada por una parte central llamada plúmula, en el medio de los dos cotiledones. El extremo superior de la plúmula es la radícula. Según el crecimiento tenemos:

- Hipocotilo: Tallo por debajo de los cotiledones.
- Epicotilo: Parte del tallo está por encima de los cotiledones.

Las monocotiledóneas sólo presentan un cotiledón. La parte superior de la plúmula al germinar se abre en su extremo, coleoptilo, la estructura que se forma se denomina coleorriza.

En el exterior de la semilla aparece un poro que corresponde al micrópilo del rudimento seminal. Se forma un hilo que es el resto del funículo que permanece en la semilla.

Las semillas que se desarrollan a partir de óvulos anátropos, el funículo queda pegado a la semilla en forma de cicatriz, cuando se desarrolla la semilla a esta estructura se la denomina rafe.

Modificaciones de la esclerotesta.

· Arilo.

Forma una estructura grande, carnosa o seca que contiene gran cantidad de nutrientes, para agentes dispersores, y rodea gran parte de la semilla.

· Estrofiolo.

Estructura que rodea una zona pequeña, se encuentra sobre el rafe, es de pequeño tamaño.

· Carúncula.

Estructura al lado del micrópilo, rica en sustancias oleosas, es de pequeño tamaño.

11º Frutos.

Son modificaciones de las paredes del ovario, carpelos, que se desarrollan junto con la semilla, a veces puede ir acompañada de estructuras florales. El conjunto que rodea toda la semilla se denomina pericarpo, conjunto de paredes del ovario. Consta de tres capas:

- Endocarpo: Epidermis interna.
- Mesocarpo: Zona media formada por varias capas de células parenquimáticas.
- Epicarpo: Epidermis externa.

Tipos de frutos.

· Frutos secos.

El mesocarpo pierde agua quedando una estructura seca. Tipos:

Dehiscentes.

Liberación de semillas. Formados por un solo carpelo.

- Folículo: Se abren por la zona de soldadura del carpelo y liberan las semillas, una sola abertura.
- Legumbre: Se abren por dos líneas, zona de unión del carpelo y la zona enfrentada.

Formados por dos o varios carpelos.

- Silicua: Se separan en dos líneas y queda un tabique central.
- Poricida: Carpelos unidos, gineceo ínfero y presencia de poros.
- Valvas: Se abre en tres o cuatro valvas.

- Loculicida: Se separan totalmente en tres loculos.
- Pixidio: Se abre como una tapadera.

Indehiscentes.

Sin liberación de semillas.

- Cometo: No se separan las semillas del fruto se rompen en fragmentos. Cada carpelo se divide a varios, presentan estrangulamientos por donde se separan.
- Nuez: Es el más extendido. Procede de varios o de un carpelo con una sola semilla. Las paredes ováricas no están soldadas a la semilla.
- Equizocarpo: Frutos que se rompen en trozos cuando maduran los dos carpelos. Presencia de alas. Cada carpelo da lugar a un trozo.
- Samara: Nuez con alas.
- Cipselas: Tipo de fruta de las compuestas. Nuez desarrollada en un gineceo ínfero y tiene una estructura que contribuye a la dispersión.
- Cariopsis o cariósida: Paredes ováricas soldadas a las semillas de forma que no se diferencian las capas de ningún componente.

· Frutos carnosos.

- Baya: Contiene múltiples semillas. Frutos polispermos. No existe endocarpo leñoso, es blando.
- Drupa: Fruto monospermo. Endocarpo leñoso.
- Pomo: Fruto carnoso soldado con el receptáculo de la flor, fruto complejo.

Infrutescencia.

Dos tipos. Conjunto de frutos que se desarrollan sobre un eje común.

- Sicono: Flores en el interior.
- Sirosis: Frutos múltiples.

12º Dispersión.

Viaje de la diáspora desde la planta madre a un lugar donde puede crecer.

Diáspora: Estructura que se desplaza de un lugar a otro de la planta madre. Puede ser:

- Una espora.
- Semillas.
- Frutos.
- Infrutescencias.
- Trozos de plantas.
- Estructuras vegetativas,...

Tipos de dispersión.

- Generalizada: No hay estructuras especializadas que facilitan la dispersión.
- Especializada: Estructuras que facilitan el transporte. Tipos:

Zoocoria.

Por animales, puede ser realizada de distintas formas. Existen unas series de estructuras, ganchos que hacen que la semilla se fije al animal.

Epizoocoria.

Transporte realizado en exterior del animal.

Endozoocoria.

Los animales se comen las semillas o frutos, los pasan al tubo digestivo. De esta forma los llevan a otros lugares, finalmente los expulsan mediante las heces. Estas semillas presentan una serie de protecciones contra el digestivo.

Diszoocoria.

Búsqueda de las diásporas, los animales almacenan las semillas o frutos en nidos y madrigueras.

Sinzoocoria.

Transporte realizado por hormigas. Consumen una parte de la diáspora, elosoma. Es un cuerpo graso de pequeño tamaño. Al eliminar la carúncula se produce una escarificación, abertura de la cubierta de la semilla que permite la germinación de ésta.

Anemocoria.

Transporte realizado por el viento.

Son esporas de gran tamaño que pesan poco debido a la presencia de unas estructuras que facilitan su flotabilidad. Un ejemplo es la samara, fruto que presenta un ala enorme.

Autocoria.

Transporte realizado por la propia planta.

Hidrocoria.

Transporte realizado por el agua. Esporas de poco peso o con estructuras que facilitan su flotabilidad. Es frecuente que las plantas que sean transportadas por el viento también lo sean por agua.

Antropocoria.

Transporte realizado por el hombre. Transportan cultivos más malas hierbas, plantas oportunistas que se dispersan fácilmente, roturación.

Atelecoria.

No existe dispersión, ausencia de distancia.

- Ventajas.

Estructuras que hacen que las esporas se sitúen en lugares idóneos para su germinación. Una parte de las esporas se quedan en el mismo lugar y la otra parte va a otros lugares.

13° Germinación.

Para que tenga lugar la germinación se debe acelerar el metabolismo:

- Rotura de la testa, cubierta externa.
- Aumento del contenido en agua debido a que se aumenta la tasa metabólica. Hidratación de la semilla.
- Escarificación de la testa, muchas veces debido al transporte de la semilla por los animales. Otras veces se debe al transporte por el agua o viento.

Germinación epigea.

Se alarga el hipocotilo y empuja los cotiledones, pluma y parte del epicotilo, al exterior.

Germinación hipogea.

Se alarga el epicotilo y sale al exterior la pluma y los cotiledones quedan enterrados.

La plúmula se encuentra en la parte terminal que sale al exterior. Esta estructura protege al meristemo, se encuentra enrollada sobre sí misma en forma de gancho, gancho de germinación.

14° Ciclo.

EF (2n)

Sacos polínicos óvulos

c. madre de las microsporas 1 c. madre de la megaspora

MEIOSIS

Tétradas de microsporas 1 tétrada de megasporas

Microsporas 4 Megasporas = 1 megaspora

MITOSIS

Polen GF femenino o saco embrionario

(Tiene lugar al menos 1 mitosis

antes de producirse el polen,

en ocasiones 2)

1 c. vegetativa + 1 c. generativa = GF masculino inmaduro.

Polen Polinización.

1 c. vegetativa + 2 gametos = GF masculino maduro.

Polinización GF femenino

Formación del tubo polínico.

DOBLE GAMIA

1 gameto + 1 gameto 1 gameto + núcleo secundario

Paredes del ovario Zigoto Tegumento del óvulo Tejido 3n

Frutos Embrión Testa Endospermo secundario

SEMILLA

Dispersión

Germinación

EF (2n)

SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE ANGIOSPERMAS.

División Magnoliophyta.

· Clase Magnoliopsida. Dicotiledóneas.

- Raíz primaria persistente.
- Hojas predominantemente pinnatocompuestas.
- Haces vasculares del tallo formando un anillo.
- Cambium intrafascicular presente en el crecimiento secundario.
- Flores con verticilos, predominantemente en pentámeras o tetrámeras, rara vez en trímeras.
- Polen generalmente con tres o más aperturas.
- Dos cotiledones, a veces 1, 3 ó 4, o bien, embrión indiferenciado.
- Nectarios no séptales.

· Clase Lilicopsida. Monocotiledóneas.

- Raíz primaria generalmente efímera y sustituida por raíces caulógenas.
- Hojas predominantemente paralelinervias.
- Haces vasculares del tallo espaciosos o formando dos o más círculos concéntricos.
- Cambium intrafascicular ausente, crecimiento en grosor por otros mecanismos.
- Flores con verticilos, predominantemente trímeras, muy rara vez tetrámeras.
- Polen monoaperturado u onniaperturado.
- Un cotiledón o embrión indiferenciado.
- Nectario de tipo septal.

Clase Magnoliopsida.

Subclase Magnoliidae.

- Familia Magnoliaceae.
- Familia Ranunculaceae.

Subclase Hamamelidae.

- Familia Fagaceae.
- Familia Betulaceae.
- Familia Ulmaceae.

Subclase Caryophyllidae.

- Familia Caryofiliceae.
- Familia Chenopodiaceae.

Subclase Dillenidae.

- Familia Brassicaceae.

Subclase Rosidae.

- Familia Rosacea.
- Familia Fabacea.

Subclase Asteridae.

- Familia Asteraceae.

Clase Liliopsida.

Subclase Alismatidae.

Subclase Commelinidae. (Palmeras)

Subclase Arecidae.

- Familia Poaceae. (Gramíneas)

Subclase Liliidae.

- Familia Liliacea.
- Familia Orquidacea.

1º Clase Magnoliopsida.

Subclase Magnoliidae.

Familia Magnoliacea.

Formada por árboles y arbustos. Son plantas leñosas. 220 especies. Corresponden a una de las familias más primitivas de plantas con flores.

Hojas siempre enteras, simples, pecioladas y con estipulas que se caen antes que las hojas. Pueden ser hojas caducas o perennes.

Las flores son siempre hermafroditas, grandes, vistosas y solitarias, nunca forman inflorescencias. Presentan dos envueltas, normalmente no se diferencian los pétalos de los sépalos, flores de tipo homoclamídeas.

Disposición helicoidal. Presentan numerosos estambres y carpelos, todos libres y dispuestos en hélice. Suelen presentar un arilo rojo alrededor de la semilla.

Géneros:

- Magnolia: *Magnolia grandiflora*.
- Liriodendron: *Liriodendron tulipifera*.

Familia Ranunculacea.

2.000 especies. Hierbas anuales o vivaces con rizomas y bulbos.

Presentan hojas simples o compuestas. Flores hermafroditas, algunas especies presentan flores unisexuales. Los sépalos y pétalos se distinguen perfectamente. Están dispuestos en verticilos al igual que los estambres y carpelos.

Es frecuente que los pétalos presenten nectarios.

Géneros:

- Ranunculas: Plantas acuáticas.
- Aconitum y Helleborus: Aplicaciones medicinales.
- Delphinium: Cultivos para la ornamentación.

Subclase Hamamelidae.

ORDEN URTICOLES.

Familia Ulmacea.

Flores reducidas sin envueltas vistosas. Estambres y carpelos reducidos. Frutos pequeños, samaras.

Géneros:

- Ulmus.
- Celtis.

ORDEN JUNGLANDALES.

Familia Junglandaceae.

Géneros:

- Juglens.

ORDEN FAGALES.

Familia Fagacea.

Géneros:

- Quercus: *Quercus robur*, *Quercus pugrenaica*.

- Castanea.
- Fagus.

Familia Betulacea.

Géneros:

- Betula.
- Alnus. *Alnus glutinosa.*
- Corylus: *Corylus avellana.*

Subclase Delinidae.

Familia Brassicaceae.

3.000 especies. Se distribuye por todo el mediterráneo. Son hierbas anuales o perennes. Algunos arbustos.

Hojas alternas, simples o compuestas pero nunca presentan estípulas. Las inflorescencias son de tipo racimo o corimbos.

Envueltas diferentes. Presentan sépalos y pétalos disimétricos. 6 estambres en dos verticilos, en el interior 4 estambres y en el verticilo exterior 2 estambres. El gineceo es súpero con dos carpelos soldados.

Frutos típicos, silicuas. Cápsula formada por dos carpelos. Si las silicuas son muy cortas se denominan silículas.

Géneros.

- Brassica: *Brassica oleracea*, *Brassica napus*. (Variedad oleífera)
- Raphanus: *Raphanus sativa*.
- Cheiranthus.
- Iberis.
- Arabis.

Subclase Rosa.

Familia Papilionacea.

10.000 especies. Hierbas (anuales o viváceas), árboles y arbustos.

Hojas simples pero la mayoría son compuestas. Siempre presentan estípulas y muchas veces foliolos modificados en zarcillos.

Flores formando inflorescencias del tipo racimo. Presentan 5 sépalos y 5 pétalos soldados. Estambres en dos verticilos pueden estar libres o soldados. Gineceo súpero con un carpelo.

Géneros:

- Pisum.
- Lens.
- Cicer.
- Vicia.

- Phaseolus.
- Arachis: Arachis hypogaea.

Familia Rosacea.

Árboles, hierbas o arbustos. Tienen una amplia distribución. Pueden tener de dos a infinitos verticilo de estambres, también varia el número de carpelos. Presenta cinco pétalos y cinco sépalos. Frutos variados.

Géneros:

- Rosa.
- Prunus.
- Malus.
- Pyrus.

Subclase Caryophyllidae.

Familia Chenopodiaceae.

Plantas halófitas son capaces de soportar altas concentraciones de sales. Se estudian para repoblar zonas contaminadas.

Géneros:

- Beta: Beta vulgaris. (Remolacha)
- Spinacea. (Espinacas)
- Salicornia.
- Atriplex.

Familia Solanaceae.

Géneros.

- Solanum. (Patata, tomate)

Familia Lamiaceae.

Géneros:

- Oryganum. (Orégano)
- Thymus. (Tomillo)
- Lavandula. (Lavanda)
- Mentha.

Subclase Asteridae.

Familia Asteraceae.

Familia formada por plantas herbáceas

Hojas opuestas o alternas, morfología variada pero nunca presentan hojas compuestas. Presentan inflorescencias de tipo capítulos que se comportan como una única flor, pseudanto, falsa flor. Inflorescencias

compuestas.

Flores formadas por 5 pétalos soldados, pueden formar un tubo, entonces presentan simetría radial, plantas tubuliformes. Pétalos soldados en lígula, plantas ligoliformas.

5 estambres soldados por las anteras y a la vez soldados a los pétalos. Gineceo ínfero formado por dos carpelos soldados. Los pétalos también están soldados al gineceo pero no se forma hipanto.

Presentan dos pequeñas estructuras que pueden ser dos escamas o formar el vilano, estructura plumosa que facilita la dispersión. El gineceo se desarrolla antes que el androceo.

Géneros:

- Lactuca. (Lechuga)
- Cynara. (Alcachofa)
- Chrysanthemum: Producción de piretrinas, utilizadas como insecticidas.
- Matricaria: Infusiones.
- Chamamelium. (Manzanillas)
- Bellis. (Margarita)

2º Clase Lilicopsida.

Subclase Liliidae.

Familia Liliaceae.

Formada por hierbas, en general perennes. Flores regulares que se disponen en racimos, flores hipógenas y trímeras. El fruto es siempre una cápsula.

Géneros:

- Lilium.
- Tulipa. (Tulipan)
- Allium. (Ajos)
- Cepa. (Cebolla)
- Porrum. (Puerro)
- Schoeroprassum. (Cebollines)
- Sativa.
- Dracaena
- Asparagus: *Asparagus officinale*. (Espárragos)

Familia Orquidaceae.

20.000 especies. Mayor representación en bosques tropicales. Son hierbas siempre perennes y epífitas, sobre árboles. Otras ocasiones son plantas saprofitas.

Flores irregulares. Presentan 3 sépalos y 3 pétalos, libres y diferentes entre sí, a veces están soldados. Gineceo con 3 carpelos soldados y con una única cavidad. Semillas muy pequeñas, número infinito, para germinar necesitan la simbiosis con un hongo.

Gineceo ínfero. Estambres 1 –3 soldados sobre una estructura alargada denominada ginostemo. El polen se dispersa en grupos grandes. Flores zigomorfas, trímeras.

Resupinación de las flores, pétalo superior en la parte inferior y el gineceo gira llegando a dar una media vuelta o una vuelta completa. Flores torcidas.

Géneros:

- Vanilla. (Vainilla)
- Calups.
- Orchis. (Orquídeas)
- Dactylorrhiza.
- Serapias.

Subclase Arecidae.

Familia Poacea.

Forman las estepas y sábanas. Presentan inflorescencias y tallos peculiares, pseudotallos. Son perennes y herbáceos, pueden existir plantas anuales.

El tallo está reducido en la parte basal y tenemos una serie de hojas. Presenta un meristemo basal que provoca un crecimiento rápido. La inflorescencia se desarrolla en el ápice del tallo.

Flores formadas por un gineceo con dos estigmas plumosos. 2 ó 3 carpelos. Androceo y gineceo rodeados por las lediculas, estructuras escamosas situadas en la base de los estambres. Todo este conjunto está rodeado por las glumillas.

Desarrollo de aristas que contribuye a la dispersión, suelen estar en la lema o sobre las glumas.

Géneros:

- Oryza. (Arroz)
- Triticum. (Trigo)
- Hordeum. (Cebada)
- Avena.
- Secale. (Centeno)
- Dactylus.
- Lolium.

GEOBOTÁNICA.

Estudia las áreas de distribución de las plantas así como las causas de esa distribución.

Tipos de plantas dependiendo de su distribución:

- Plantas cosmopolitas: Viven en todos los ambientes.
- Plantas endémicas: Distribución restringida, viven en zonas determinadas. (Gingko)

La distribución de las plantas endémicas se debe a distintos motivos:

- Plantas que acaban de originarse y no han tenido suficiente tiempo para expandirse más.
- Su distribución depende de los agentes de dispersión.
- Ocupaban una extensión amplia y su área de distribución se ha ido restringido.

1º Factores ambientales.

- Latitud.
- Altitud: A más altura temperaturas más extremas.

2º Factores individuales.

- Luz: Plantas heliofilas, (abedul, chopo) y esciofilas.
- Temperatura.
- Agua: Xerófitas, (adelfas) y hidrófitas.

3º Factores químicos.

Composición de los suelos:

- Suelos ricos en sales diversas. Chenopodiaceae.
- Suelos ácidos: Ricos en ácido húmico, plantas humícolas. Brezos, Hayas, Pinos.
- Suelos ricos en compuestos nitrogenados. Olmos
- Suelos muy ácidos. Robles.
- Suelos muy ácidos con poco nitrógeno. Coníferas.
- Exceso de nitrógenos, plantas nitrófilas. Ortigas.
- Suelos con una alta concentración de carbonato cálcico, plantas calcícolas. Silenes.
- Suelos con concentración de carbonato cálcico tóxico, plantas calcifugas. Gramíneas.

Hay plantas que se comportan como calcícolas o calcifugas dependiendo de la temperatura y el agua. Encinas.

4º Otros factores.

Fuego.

Zonas de matorrales, plantas con adaptaciones especiales. Las hormigas entierran las semillas salvándolas del fuego. Son plantas pirófitas, adoptan a vivir en ambientes propensos al fuego.

Viento.

Puede provocar daños muy importantes. Da a los árboles aspecto de bandera por ruptura de las ramas que ofrecen resistencia.

Historia.

Plantas que se han distribuido antes de la separación de los continentes. Las glaciaciones reducen el área de distribución, los vegetales quedan restringidos a determinadas zonas y cuando el hielo se deshace vuelven a repoblar las zonas.

Desertificación.

Expansión de los desiertos, zonas con escasa vegetación.

Desertización.

Zonas donde las lluvias son abundantes, por lo que no se debe a un bajo nivel de lluvias. Se produce en zonas donde hubo bosques, cultivos, praderas,...

Estas zonas pierden la capacidad de mantener una vegetación que existía en ellas. Se produce por una perturbación importante, incendios, lluvias o debido a una sobre explotación (explotación no sostenible de una zona).