BIODIVERSIDAD

TEMA 1

Biodiversidad

Biodiversidad o diversidad biológica (Biodiversity (Wilson, 1988)) es la variación o variedad de los organismos vivos y de los sistemas de los que forman parte, manifestándose en todos los niveles jerárquicos de la organización de la vida (genético, de organismos y de ecosistemas).

La biodiversidad se puede abordar desde tres planos de integración que coinciden con los principales niveles de organización biológica

- **Diversidad genética:** se refiere a la variación hereditaria dentro de las poblaciones y entre ellas, es decir, la variedad de genes o formas genéticas subespecíficas.
- **Diversidad taxonómica** (o de organismos) se refiere a la variación pasada y presente de organismos integrados en cada uno de los niveles que constituyen la jerarquía taxonómica (especie o cualquier categoría superior)
  - **Riqueza taxonómica**: número de especies presentes en un territorio.
  - **Dispersión taxonómica** número de taxones mayores representados en un territorio
- **Diversidad ecológica** (o de comunidades y paisajes) se refiere a la variedad y riqueza de comunidades, ecosistemas, biomas.

El Convenio de Diversidad Biológica (CDB) firmado en Río en 1992, define a la biodiversidad como: "*La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas*." (art. 2 del Convenio)

Medida de la biodiversidad

El estimador más frecuente de la biodiversidad es la **riqueza específica**: número de especies presentes en un territorio. Se establece directamente mediante inventarios o mediante estimadores.

- La **diversidad alfa** es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, es decir, la diversidad alfa es una función de la cantidad de especies presentes en un mismo hábitat.
- La **diversidad beta** es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades y constituye, por lo tanto, una medida del grado de partición del ambiente.
- La **diversidad gamma** es la diversidad de un conjunto de localidades que se integran en una unidad mayor

La **riqueza específica** se puede expresar mediante una serie de índices

- Riqueza específica (S): Número total de especies
- Riqueza específica de Margalef (Rmg) : $D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln(N)}$
- **Indice de Simpson:** indica la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición durante el muestreo de una población. Este índice toma valores desde 0 (=baja diversidad) hasta [1 – 1/S]. Cuanto mayor sea el valor de D, la diversidad es menor . Donde S es el número de especies, N es el total de organismos presentes y n es el número de ejemplares por especie.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{s} n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

- **Índice de diversidad de Simpson** = 1-D. El Índice de diversidad de Simpson se comporta de forma inversa a D, por lo que aumenta a medida que aumenta la diversidad. Indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición durante el muestreo de una población. Este índice toma valores desde 0 (=baja diversidad) hasta [1 - 1/S]

- **Indice de Shannon-Wiener** (H') mide la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos.

  $H' = -\sum_{i=0}^{S} p_i \log_2 p_i$ Donde "S" es el número de especies y "p_i" es la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir, el número de individuos de la especie i (n_i) dividido por el número de todos los individuos de todas las especies (N). Este índice de Shanonn-Wiener generalmente varía entre 1 y 5, aunque excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas).

Distribución de la biodiversidad

En general, los índices de biodiversidad tienden a elevarse desde los polos hacia el ecuador.

Factores que pueden contribuir al incremento de la biodiversidad:

- La antigüedad. Generalmente los ecosistemas tienden a incrementar su diversidad con el paso del tiempo.
- La heterogeneidad espacial. Los ecosistemas más heterogéneos son generalmente más diversos.
- Los procesos de competencia y las relaciones depredador-presa.
- La estabilidad climática
- La producción. La biodiversidad es mayor en situaciones de mayor producción de biomasa.
- La presencia de un disturbio moderado. Las condiciones de estabilidad favorecen a unas pocas especies, las situaciones de disturbio moderado incrementan la biodiversidad.

Número de especies posibles

En términos históricos, la biodiversidad en un ambiente dado procede del equilibrio entre especiación, la extinción selectiva (eliminación de unas especies a favor de otras), la inmigración y la emigración.

En términos ecológicos podríamos considerar que la biodiversidad de un área depende de la relación entre tres factores: la energía disponible, la estabilidad y la proporción entre la superficie disponible y el número de especies presentes en ella.

Riqueza específica del planeta

Hasta el momento se han descrito algo más de 1.750.000 especies, de las cuales aproximadamente 1.320.000 son animales, y de las que más de 800.000 son insectos.

Concepto de Especie

No existe una definición consensuada de "especie". Atendiendo a los criterios en su definición:

- Aislamiento reproductivo (E. Mayr): La especie está constituida por el grupo de poblaciones naturales que, efectiva o potencialmente, se entrecruzan y que está reproductivamente aislado respecto a grupos similares. Es el más extendido.
- Concepto evolutivo (E.O. Wiley): La especie está constituida por un linaje único de poblaciones en relación ancestro-descendiente, que mantienen su propia identidad con respecto a los demás linajes así definidos y que tienen tendencia evolutiva y destino histórico propios y específicos. De más fácil aplicación filogenética y biogeográfica.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

Especiación

La **especiación** es la aparición de nuevas especies a partir de los elementos de una especie existente. En términos generales entendemos que la especiación se produce por cladogénesis, es decir: se producen nuevas especies por multiplicación de estas, no por modificación de una especie preexistente. La especiación no se produce siempre de la misma forma, por lo que podemos distinguir entre

- **Especiación alopátrica**: cuando el área de distribución de una especie se fragmenta en dos unidades separadas por una barrera de tipo geográfico que separa sus poblaciones impidiendo el flujo genético. La acumulación de diferencias en ambos lados de la barrera acaba generando dos grupos reproductivos diferenciados y mutuamente incompatibles. A su vez podemos distinguir:
  - **Especiación alopátrica por vicarianza**: cuando surge una barrera que separa en dos una unidad poblacional.
  - **Especiación alopátrica por dispersión**: cuando una parte de la población consigue salvar ocasionalmente una barrera y coloniza un nuevo espacio geográfico.
- **Especiación parapátrica**: se produce en poblaciones que están en contacto espacial pero en las que una parte, generalmente fronteriza, se ve sometida a un tipo de presión diferente a la que actúa sobre la población principal, produciendo la interrupción del flujo genetico entre las dos partes.
- **Especiación simpátrica**: ocurre en el interior del territorio ocupado por una especie, por motivos no espaciales. En estas condiciones, un conjunto de individuos adquiere una peculiaridad biológica que provoca su aislamiento de la población principal.
- **Especiación por hibridación**: se produce por el cruce reproductivo entre dos especies afines, pero distintas, que pueden producir individuos viables y fértiles. Esta población híbrida puede divergir (por presión de selección) de las parentales hasta aislarse reproductivamente de estas. No es común entre animales, pero es relativamente frecuente en plantas.

Pérdida de biodiversidad: Concepto de extinción

El proceso de **extinción** consiste en la desaparición de todos los miembros de una categoría taxonómica.

El concepto de **renovación** (o turnover) es la relación entre la tasa de aparición de nuevas especies y la de extinción en un tiempo dado. Este parámetro nos aporta información del proceso de sustitución de especies en los ecosistemas.

Con respecto al espacio, las extinciones pueden ser locales (en mayor o menor grado) y totales o planetarias.

Con respecto al tiempo en el que se producen pueden ser:

- **Extinciones normales o de fondo**. Corresponden al ritmo normal de renovación de la biosfera.
- **Extinciones masivas**. A lo largo de la historia de la vida en la Tierra han ocurrido cinco grandes extinciones masivas. La mayor de ellas ocurrió al final del Pérmico (hace 250 millones de años) y condujo a la desaparición del 96% de las especies marinas. Otras cuatro extinciones masivas (de proporciones ligeramente menores) ocurrieron a finales del Ordovícico (hace 443 millones de años), el Devónico (hace 359 millones de años), el Triásico (hace 200 millones de años) y el Cretácico (hace 65 millones de años). Las extinciones masivas pueden romper la hegemonía de los grupos evolutivamente bien adaptados y ofrecer oportunidades, nuevas perspectivas evolutivas, a otros grupos.

Causas de la extinción:

- Deterministas: aparece un factor incompatible con la viabilidad de una población.

- Estocásticos: pequeñas alteraciones, provocan la perdida de variación en una población haciéndola más vulnerable a nuevas pequeñas variaciones.

Conservación de la biodiversidad

Concepto de conservación:

- El mantenimiento de los componentes biológicos de la diversidad, de sus hábitats y de los procesos de interacción entre ellos y con el medio.
- Uso sostenible de esos componentes de forma y en proporción tal que no suponga una reducción a largo plazo, y por tanto que mantenga su potencialidad para suplir las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras.

Razones para conservar la biodiversidad:

- Por razones éticas.
- Por razones biológicas.
  - La biodiversidad, como resultado del proceso evolutivo, es única e irrepetible.
  - La biodiversidad es el sostén del equilibrio ecológico.
- Desde el punto de vista utilitario.
  - La biodiversidad tiene un valor de mercado.
  - La biodiversidad incrementa la calidad de vida de las sociedades humanas.

Valor no utilitario de la biodiversidad:

El valor no utilitario de la biodiversidad es aquél que no está relacionado con la explotación directa o indirecta de los recursos biológicos por parte del ser humano:

- **Valor potencial o de opción**: hace referencia al valor de la biodiversidad, tanto de la que permanece inexplorada y desconocida para la ciencia, como de la que ha sido estudiada y puede ser de importancia en el futuro si se le encuentran nuevas aplicaciones o si se descubre su utilidad ante nuevos retos aún por llegar.
- **Valor de herencia**: relacionado con el concepto de solidaridad intergeneracional. Las generaciones de humanos venideras tienen el mismo derecho a los beneficios que la biodiversidad nos proporciona. Es la esencia del concepto de desarrollo sostenible recogido en la Declaración de Río de 1992 y que se define como "el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para satisfacer sus propias necesidades".
- **Valor de existencia**: los seres vivos son el resultado de millones de años de evolución de la vida sobre el planeta. El valor que los humanos otorgamos a la biodiversidad, en este caso, es independiente de su utilidad para el hombre.
- **Valor intrínseco**: Existe un valor objetivo de la biodiversidad independiente del valor subjetivo que se le otorgue. Todos los seres vivos tienen intrínsecamente valor por sí mismos, independientemente de la utilidad que se les asigne.

Valor utilitario de la biodiversidad:

Desde el punto de vista utilitario la biodiversidad tiene un valor de mercado. La biodiversidad y los servicios que prestan los ecosistemas son la base del 40% de la economía mundial.

Clasificación de los seres vivos

Sistemática

La Sistemática establece los fenómenos biológicos que se pretenden representar al clasificar y

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

como consecuencia establece el significado de la clasificación.

La Taxonomía es la disciplina científica que ordena o clasifica a los organismos en categorías o grupos taxonómicos mediante modelos que reflejan los grados de identidad entre los organismos.

Los criterios de clasificación son los caracteres taxonómicos. Un carácter es cualquier característica morfológica, fisiológica, estructural o de comportamiento de un organismo que pueda ser analizada y utilizada para identificarlo o compararlo.

Los diferentes niveles en la jerarquía de una clasificación se denominan categorías taxonómicas.

Todo grupo generado en una clasificación, independientemente de su rango, se denomina taxón.

Sistemas de Clasificación Vegetal

Históricamente los sistemas de clasificación se agrupan en artificiales, naturales y filogenéticos.

Sistemas Artificiales.

Agrupan a las plantas dependiendo de sus usos, propiedades o formas, por ejemplo:

- Teofrasto (siglos IV-III a.C.) propone un sistema de clasificación de las plantas en árboles, arbustos, matas y hierbas.
- Dioscórides (siglo I) ordena las plantas por su utilidad terapéutica o culinaria.
- Los botánicos del s. XVI y s. XVII proponen la división del mundo vegetal en función de las flores (como Tournefort) o los frutos (como Caesalpino).
- Linneo (1707-1778) desarrolla la nomenclatura binomial, usada hasta nuestros días. Su obra de referencia es "Species plantarum" (1753). Propone un sistema artificial de clasificación de las plantas basado en los caracteres sexuales. Este sistema es de uso común hasta el siglo XIX. Agrupa a los vegetales en 24 grupos atendiendo a un esquema muy sencillo:
    - Plantas sin flores
    - Plantas con flores
        - Hermafroditas (plantas con flores con estambres y pistilos a la vez)
        - Monoicas (plantas con flores unisexuales masculinas y femeninas en la misma planta)
        - Dioicas (con flores unisexuales en individuos distintos)
        - Polígamas (con flores hermafroditas y unisexuales en el mismo o en distintos individuos)

Los sistemas artificiales son la base de las claves de identificación

Sistemas Naturales

Se basan en los principios de subordinación y coordinación de los caracteres.

- M. Adanson (Francia, 1727-1806) utiliza caracteres coordinados para el establecimiento de grupos naturales o familias. Obra de referencia: "Les Famillas Naturelles des Plantes" (1763).
- A.L. de Jussieu (Francia, 1748-1836) utiliza la subordinación de caracteres considerando que los había: de primer orden (en órganos esenciales de la planta), de segundo orden (en órganos "menos importantes" de la planta) y de tercer orden (en órganos esenciales o no, pero poco estables).

Sistemas filogenéticos

Pretenden que las clasificaciones reflejen los criterios evolucionistas propuestos por Darwin. Dos estructuras metodológicas: la sistemática fenética y la sistemática cladística.

Sistemática fenética

Se entiende por fenética la estimación numérica de las semejanzas entre unidades taxonómicas y la ordenación de estas unidades a partir de esa semejanza.

Pretenden ordenar unidades taxonómicas basándose en la valoración numérica de sus semejanzas. Las clasificaciones se basan en la semejanza fenética entre organismos asumiendo que la semejanza ente dos organismos es función de la semejanza entre sus caracteres.

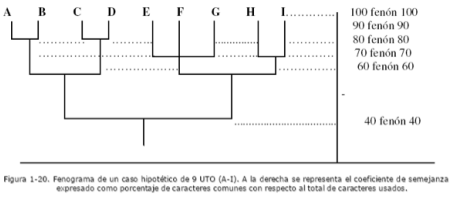


Figura 1-20. Fenograma de un caso hipotético de 9 UTO (A-I). A la derecha se representa el coeficiente de semejanza expresado como porcentaje de caracteres comunes con respecto al total de caracteres usados.

La unidad operativa fundamental de la fenética es el individuo. Las representaciones gráficas de las clasificaciones fenéticas se denominan fenogramas

Sistemática filogenética

La sistemática filogenética cládistica propone la distribución de los taxones en grupos naturales jerarquizados atendiendo a las novedades evolutivas compartidas (sinapomorfías). Las sinapomorfías marcan la semejanza entre dos taxones debidas a un antecesor común, frente a la semejanza que pueda proceder de antecesores más alejados.

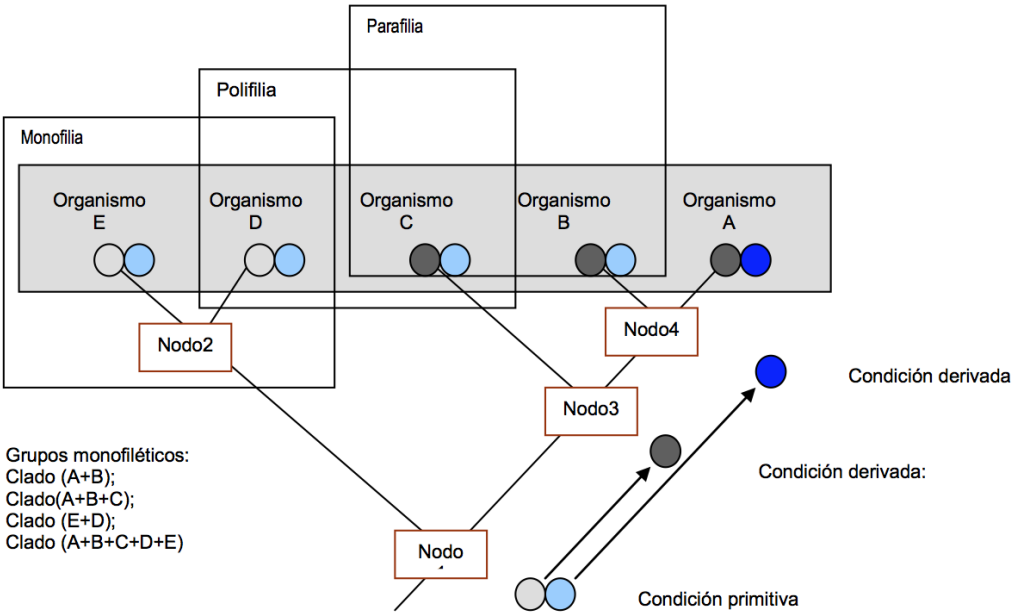
Entendemos por “carácter” (o carácter taxonómico) cualquier característica morfológica, fisiológica, estructural o de comportamiento de un organismo que pueda ser analizada y utilizada para compararlo, identificarlo o interpretarlo. Los caracteres son formulaciones generales que se expresan en distintos ?estados de caracteres? en cada organismo concreto.

La cladística plantea que dado un grupo de organismos y un carácter "X" con dos estados de carácter "Xprimitivo" y "Xderivado", estarán más próximamente emparentados todos aquellos que comparten el estado de carácter "Xderivado" dado que se supone que fue adquirido por un organismo y trasmitido a todos sus descendientes.

Conceptos cladísticos:

- Sinapomorfía: novedad evolutiva compartida por los miembros de un taxón.
- Simplesiomorfía: carácter compartido que procede de un antecesor común alejado del grupo a comparar.
- Grupo monofilético: es el constituido por un ancestro y todos sus decendientes descendentes (y sólo ellos). Es el único grupo aceptable para la clasificación.
- Grupo parafilético: Un grupo que excluya a alguno de los descendentes del antecesor común del resto.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014



Filogenias Moleculares

Análisis filogenético basado en caracteres del ADN como herramienta para la obtención de hipótesis filogenéticas.

Códigos de Nomenclatura

La nomenclatura científica pretende ser universal, monosémica (cada nombre tiene un único significado) y mononímica (cada categoría tiene un único nombre). Las normas que rigen la nomenclatura están determinadas por los Códigos de Nomenclatura que establecen reglas rígidas y estables de denominación.

Nomenclatura bionomial

Se origina en las identificaciones de las plantas con una descripción en latín. Se generaliza su uso a partir de las propuestas de Linneo.

Sistema binomial

Se denomina a cada especie con dos palabras: un nombre genérico y un nombre específico a los que se añade el nombre del descriptor. Ejemplo: Genista tridentata Linneo 1755

Ejemplares singulares en la nomenclatura

- Holotipo: cada especie se basa en los caracteres presentes en un único ejemplar que el autor de la denominación designa de forma explícita y que se denomina holotipo. El resto de los ejemplares asignados a la especie lo son por comparación con este.
- Isotipo: cada uno de los ejemplares que pertenecen a la misma recolección del holotipo.
- Neotipo: ejemplar designado para sustituir a un holotipo perdido.

Cambios en la nomenclatura

Cuando una especie cambia de categoría (género o especie), conserva el nombre del autor entre paréntesis y se le añade el del autor del cambio. En los cambios de género, las especies conservan la denominación específica, aunque deben mantener la concordancia. Ejemplo: Genista tridentata Linneo -> (si Sánchez la cambiara de género, conservaría el nombre específico y el nombre de autor original entre paréntesis): Genistella tridentata (Linneo) Sánchez

Nombres especiales

- Híbridos: en el caso más general, su nombre se compone por la unión de los nombres de los dos progenitores separados por el signo ?x? (ejemplo: Agrostis x Polypogon).
- -lantas cultivadas: el nombre se construye con el de la especie progenitora más el epíteto del cultivar entrecomillado o precedido por la abreviatura cv. (Ejemplo Syringa vulgaris cv. ?Mont Blanc? o Zea mays ?Wisconsin 153 A?).

Nomenclatura fitosociológica

Existe una nomenclatura de las comunidades vegetales con reglas semejantes a la de las especies.Las asociaciones se clasifican en un sistema jerárquico en unidades tipológicas denominadas sintaxones: alianza, orden, clase y división. Los nombres de los sintaxones se construyen tomando los nombres científicos de una o dos especies que caracterizan el sintaxón y añadiendo desinencias específicas.

- Clase: se construye con la desinencia -etea. Ej.: Quercetea ilicis es la clase sintaxonómica para los bosques y matorrales esclerófilos del Mediterráneo.
- Orden: se construye con la desinencia -etalia. Ej.: Fagetalia sylvaticae es el orden sintaxonómico para los hayedos europeos.
- Alianza: se construye con la desinencia -ion. Ej.: Oleo europaeae-Ceratonion silicuae es la alianza sintaxonómica para las arbustedas termófilas del Mediterráneo occidental.
- Asociación: se construye con la desinencia -etum. Ej.: Junipero thuriferae- Quercetum rotundifoliae es la asociación de los encinares de media montaña del centro de la Península Ibérica.

La vida en la Tierra

Momentos prebióticos

Las formas vivas llevan habitando la tierra al menos 3.500 millones de años. Las hipótesis sobre cómo se origina la vida en el planeta tienen una estructura diversa que básicamente se agrupan en:

- La vida tiene un origen extraterrestre. hipótesis de la Panespermia que postula que existen formas de vida simples que se diseminan a través del espacio.
- Modelos inorgánicos. Las moléculas orgánicas complejas procederían de la replicación inorgánica de cristales de silicato.
- Modelos hidrotermales. Consideran que el ancestro común universal fue un organismo hipertermófilo habitante de zonas como las lagunas de aguas termales relacionadas con la actividad volcánica o las fumarolas en las profundidades del océano.
- Modelos bioquímicos. Postulan que la vida se produce a partir de una serie de reacciones químicas que producen moléculas bioquímicas complejas. En los años 50, Stanley Miller sometió un modelo de la atmósfera y el mar Precámbrico compuesto por una mezcla de metano, amoniaco, agua e hidrógeno a descargas eléctricas y produjo un lodo que contenía aminoácidos (ver notas: Miller, 1953; Miller & Urey, 1959).

Estructuras precelulares: ARN y vesículas lípidas autoreplicantes

Los precursores de las células vivas pudieron ser ARN autorreplicantes y membranas lipídicas.

Hitos en la historia de la vida

Las rocas sedimentarias más antiguas conocidas proceden del Grupo Isua, en Groenlandia (hace 3.80-?3.700 ma).

La evidencia más antigua de actividad de formas de vida podría estar constituida por hipotéticas

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

construcciones biogénicas en sedimentos del Grupo Warrawoona en Australia (hace 3.450 ma). Estas construcciones serían estromatolitos, es decir, rocas bandeadas derivadas de la actividad de tapetes bacterianos, semejantes a las que se producen actualmente

Algunos biomarcadores, particularmente lípidos, indican la presencia de formas vivas hace 2.700 ma.

La evidencia de eucariotas más antiguos (células con núcleo y orgánulos) son formas interpretadas como algas fotosintéticas, algunas de ellas identificadas como Grypania, procedentes de sedimentos desde hace 1.850 ma.

La primera evidencia de mitosis y meiosis (y por lo tanto reproducción sexual) datan de hace 1.200 ma y se basan en los hallazgos de varios ejemplares interpretados como un alga roja, denominada Bangiomorpha.

Hace 700 millones de años se reconocen algas verdes

hace unos 600-500 millones de años se produce la gran radiación de vida precámbrica que dará lugar a la base de la estructura de los animales tal como los conocemos.

El árbol universal de la vida

La distribución de la vida en dos Reinos: Animalia y Plantae (Linneo, 1753) fue el criterio básico de clasificación hasta que a finales del siglo XIX se descubren los organismos unicelulares y Ernst Haeckel (1866) incorpora a la clasificación el Reino Protista para referirse a los microorganismos (incluyendo dinoflagelados, euglénidos, diatomeas y mixomicetos).

El número de reinos se eleva a cuatro con la división de las formas microscópicas en dos Reinos (Copeland, 1956), uno compuesto por organismos procariotas (Monera) y otro por organismo unicelulares eucariotas (Protoctistas).

En 1969 Whittaker reconoce que los hongos presentan grandes diferencias con las planta y propone la existencia de un quinto reino (Fungi).

La incorporación de nuevos grupos con categoría de reinos alcanza su máxima complejidad cuando Cavalier-Smith (1981) propone la consideración de siete reinos (ampliables a nueve) compuestos por cuatro grupos que presentan crestas mitocondriales aplanadas: Fungi (Eufungi + Ciliofungi); Animalia (fagótrofos con ciliación posterior); Biliphyta (algas no fagotróficas, con ficobilisomas) y Viridiplantae (plantas verdes, con plastidios que contienen almidón); un reino con crestas mitocondriales en forma de disco: Euglenozoa (y con plastidios con tres membranas); otro con crestas mitocondriales tubulares (Cryptophyta + Chromophyta) y un último, Protozoa, identificable por no presentar la combinación de caracteres del resto.

Bacteria, Archaea y Eukarya

Actualmente se considera que el árbol de la vida se divide basalmente en tres ramas a las que se les atribuye el rango de “Dominio”: Archaea, Bacteria y Eukarya.

Los representantes de los tres dominios comparten una serie de caracteres entre los que están la presencia de RNA polimerasa, ribosomas, los sistemas de inserción de proteínas de membrana y un código genético común. Todos esos caracteres se supone que han sido heredados de un hipotético ancestro denominado LUCA (por sus siglas en inglés: last universal common ancestor). LUCA es un ente hipotético que habitó la tierra hace unos 3.800 millones de años y que expresa la idea comúnmente extendida de la monofilia de la vida, es decir, como propuso Darwin, que todas las formas vivas se producen como consecuencia de un único proceso evolutivo.

Archaea y Bacteria comparten algunas características, como la presencias de rRNAs 5S, 16S y 23S, la arquitectura cromosómica circular con genes dispuestos en grupos capaces de ejercer una regulación de su propia expresión (operones) y el modelo de iniciación de la traducción de la síntesis proteica.

la mayor proporción de los genes de los eucariotas están más relacionados con lo de los representantes de Bacteria que con los de Archaea.

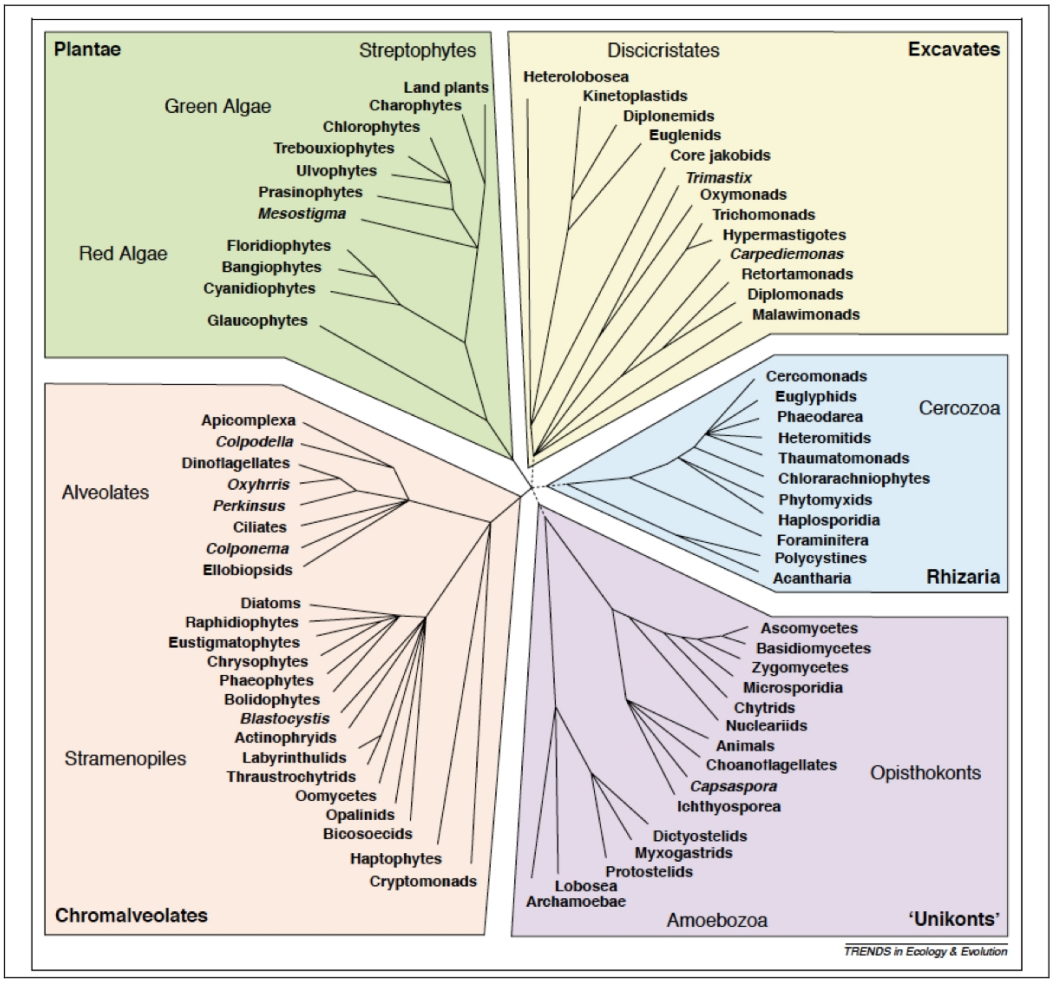
Archaea comparte algunos caracteres en los mecanismos de expresión de los genes con los

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

miembros de Eukarya que han servido para proponer que ambos están más cercanamente emparentados entre si que con Bacteria.

La composición de los distintos Dominios configura un árbol de la vida como sigue:

- Dominio Bacteria: incluye a las cianobacterias y a los grupos tradicionalmente considerados bacterias.
- Neomura (Archaea + Eukarya) probablemente tuvieron como origen una Posibacteria (bacteria gram positiva) a través de un organismo que sustituyó la pared celular de peptidoglucano por otra de glicoproteína. A continuación y casi inmediatamente, las arqueas se adaptaron a ambientes calientes y ácidos mientras que los eucariotas, desarrollaron mecanismos de fagocitosis, lo que los llevó, en última instancia, a profundos cambios en la estructura de la célula.
- Dominio Archaea: Las arqueas son organismos unicelulares procariotas con formas dispares (esferas, barras, espirales y placas) y tamaños comprendidos entre 0,1 microm y más de 15 microm). Originalmente se identifican en hábitat marginales (organismos extremófilos) como manantiales calientes, lagos de alta salinidad o áreas de baja concentración de oxígeno, pero posteriormente se ha ampliado mucho su distribución.
- Dominio Eukarya: Son organismos cuyas células tienen un núcleo que contiene su DNA en cromosomas y orgánulos celulares especializados en funciones distintas, como mitocondrias relacionadas con la producción de energía, flagelos, relacionados con la motilidad y cloroplastos, relacionados con la fotosíntesis. Además hay diferencias bioquímicas mayores entre procariotas y eucariotas. Los eucariotas son los únicos organismos capaces de formar estructuras multicelulares reales. Se agrupan en cinco linajes: Excavata, Rhizaria, Chomalveolata, Plantae y Unikonta. Los dos últimos incluyen formas multicelulares entre los que están las plantas, los hongos y los animales.



PROCARIOTAS

TEMA 2

Introducción

Con el descubrimiento de los microorganismos a finales del siglo XVII se identifica una enorme variedad de formas que constituyen los organismos más sencillos. Estos organismos quedaron segregados de la tradicional división en animales y plantas incorporándose a un grupo de formas simples para el que se han utilizado múltiples denominaciones atendiendo a la información disponible en cada momento: protistas, monera, protoctistas, etc. El descubrimiento, a principios del siglo XX, de que algunas de estas formas unicelulares carecen de núcleo celular posibilita una primera división en procariotas y eucariotas.

En 1956, H.F. Copeland propone la división de los "protistas" en dos grandes grupos: los procariotas (Reino Morera) y los unicelulares eucariotas (o Protoctistas).

En 1977, Woesse y Fox identifican Archaea (entonces Archaebacteria), un gran linaje de organismos diferenciado del resto de los procariotas. Los microorganismos procariotas quedan así divididos en dos dominios, originalmente denominados Bacteria y Archaea.

Archaea comparte algunos caracteres en los mecanismos de expresión de los genes con los miembros de Eukarya que han servido para proponer que ambos están más cercanamente emparentados entre si que con Bacteria. Cavalier-Smith (2006) propone el término Neomura para el antecesor común de Archaea y Eukarya y por extensión se usa para todo el grupo compuesto por estos dos linajes. Neomura puede interpretarse como el grupo hermano del resto de las bacterias o podría haberse originado a partir de actinobacterias (bacterias Gram-positivas) que perdieron su pared externa de mureína. Atendiendo a la hipótesis de Cavalier-Smith las bacterias Gram-negativas serían los organismos más antiguos del planeta (existiendo desde hace 3.500 millones de años), mientras que Archaea y Eukarya serían relativamente recientes (de hace sólo 900 millones años).

Dominio Bacteria

Las bacterias son organismos unicelulares procariotas de pequeño tamaño (entre 0,5 y 5 μm, por lo general) y formas dispares.

Metabolismo bacteriano

Las bacterias exhiben una gran variedad de tipos metabólicos. Esta característica ha sido utilizada tradicionalmente como herramienta taxonómica.

El metabolismo bacteriano se puede clasificar atendiendo a tres criterios:

- Según la fuente de carbono, las bacterias se pueden clasificar como:
    - Heterótrofas, cuando se usan compuestos orgánicos como fuente de carbono.
    - Autótrofas, cuando el carbono celular se obtiene mediante la fijación del dióxido de carbono. Las bacterias autótrofas típicas son las cianobacterias fotosintéticas, las bacterias verdes del azufre y algunas bacterias púrpura.
- Atendiendo a la fuente de energía las bacterias puedes ser:
    - Fotótrofas, cuando emplean la luz a través de la fotosíntesis. Usan donadores de electrones únicamente con propósitos biosintéticos
    - Quimiótrofas, cuando obtienen energía a partir de sustancias químicas que son oxidadas principalmente a expensas del oxígeno (respiración aerobia) o de otros receptores de electrones alternativos (respiración anaerobia). Usan donadores de electrones para la conservación de energía (durante la respiración aerobia, anaerobia

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

y la fermentación) y para las reacciones biosintéticas (por ejemplo, para la fijación del dióxido de carbono)

- Según los donadores de electrones, las bacterias también se pueden clasificar como:
    - Litótrofas, si utilizan como donadores de electrones compuestos inorgánicos.
    - Organótrofas, si utilizan como donadores de electrones compuestos orgánicos.

Clasificación bacteriana

La clasificación bacteriana actual se basa en el uso de métodos de filogenia molecular. Una clasificación estandarizada, aunque no filogenética de las bacterias permitiría establecer una primera división en Bacterias Gram-negativas y Bacterias Gram- positivas y, a partir de esta, distribuir los grupos atendiendo fundamentalmente a sus tipos metabólicos.

Bacterias Gram-negativas

- **Bacterias Gram-negativas fotosintéticas**
    - **Cianobacterias**: Todo tipo de habitats. Son formas filamentosas o unicelulares. Inmóviles o móviles por deslizamiento. Realizan una fotosíntesis oxigénica mediante pigmentos semejantes a los de las plantas. Fijan el CO2 mediante Ciclo de Calvin-Benson. Acumulan glucógeno. Algunas formas filamentosas pueden fijar nitrógeno por medio de heterocistes, que se desarrollan a partir de una célula vegetativa que pierde la capacidad fotosintética y de fijar CO2. Ejemplos: Oscillatoria y Spirulina (sin heterocistes) o Anabaena (con heterocistes).
    - **Bacterias rojas**: Habitats: lagos profundos con estratificación permanente o estacional de las aguas, estanques de poca profundidad (ricos en materia orgánica, CO2, H2 y Sulfuro de Hidrógeno) o constituyendo tapetes microbianos. Son formas unicelulares, móviles por la presencia de flagelos. Realizan una fotosíntesis anoxigénica utilizando pigmentos específicos. Realizan la fijación del CO2 mediante Ciclo de Calvin.
        - **bacterias rojas del azufre** (predominantemente autótrofas y que usan H2S como fuente de electrones). Ej. Chromatium.
        - **bacterias rojas no del azufre** (predominantemente heterótrofas y que usan la materia orgánica como fuente de electrones). Ej: Rhodospirillum y Rhodobacter.
    - **Bacterias verdes**: Realizan una fotosíntesis anoxigénica mediante pigmentos específicos. Son muy semejantes a las bacterias rojas, e incluso ocupan los mismos hábitats, se diferencian de estas en algunos aspectos, sobre todo derivados de la posibilidad de formar estructuras filamentosas y de fijar el CO2 mediante un ciclo reductor ATC.
        - **bacterias verdes del azufre** (Chlorobi): Fotoautótrofos anaerobios. Ej. Chlorobium.
        - **bacterias verdes no del azufre** (Chloroflexi): con representantes que pueden ser fotoheterótrofos, fotoautótrofos o quimioheterótrofos. Ej. Chloroflexus.
- **Bacterias quimiolitótrofas**: Son capaces de vivir en entornos minerales y en ausencia de luz, obteniendo su ATP y poder reductor de la respiración de un substrato inorgánico y utilizando el CO2 como fuente de carbono. Este tipo de metabolismo es exclusivo de bacterias y arqueas.
    - **Bacterias nitrificantes**: Realizan una oxidación del amoniaco a nitrito y de éste a un nitrato (nitrificación). Son ubicuas. Por sus características se utilizan para la

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

eliminación de N en aguas residuales y en sistemas de tratamiento de residuos sólidos (compostaje) y líquidos. Atendiendo al tipo de reacción se dividen en dos grupos:

- Pasan NH_4^+ a NO_2^-, como Nitrosomonas.
- Pasan NO_2^- a NO_3^-, como Nitrobacter.

- **Bacterias oxidadoras de azufre**: Habitan en sedimentos acuáticos que contienen sulfuro de hidrógeno; suelos ácidos; manantiales termales ácidos; drenajes de minas que contienen sulfuros metálicos, etc. Son importantes por su uso en biominería y biolixiviación, dado que son capaces de solubilizar minerales de cobre y uranio. También se utilizan para la eliminación de sulfuro de hidrógeno y otras formas de azufre en carbones y residuos industriales. Pueden formar depósitos intracelulares de azufre (como Thiothrix) o formar depósitos extracelulares (como Thiobacillus).
- **Bacterias del hierro**: Algunas bacterias oxidan hierro, de Fe(II) a Fe(III), y pueden formar precipitados pardo-rojizos de óxidos o hidróxidos. Esta característica hace que algunas formas del grupo se utilicen en técnicas de biolixiviación (como Thiobacillus ferrooxidans o Leptospirillum ferrooxidans).

- **Bacterias Gram-negativas aerobias**: Presentan un metabolismo respiratorio aerobio. Si son móviles, lo son por flagelos (cuya posición se ha usado tradicionalmente para la clasificación). Pueden oxidar prácticamente cualquier tipo de substrato orgánico. Se clasifican entre las alfa, beta y gamma Proteobacterias. Existen varios grandes linajes:
  - **Pseudomonadales**: Son ubicuas y pueden vivir tanto en ambientes secos como acuáticos, e incluso ser parásitos oportunistas (como Pseudomonas aeruginosa). Muy abundantes en la naturaleza donde juegan un papel fundamental en la degradación aerobia de la materia orgánica. Son medioambientalmente importantes por su utilización en la depuración aerobia de aguas residuales y su capacidad para degradar residuos altamente resistentes.
  - **Bacterias fijadoras de nitrógeno**: La fijación de nitrógeno es una característica de varios grupos de bacterias, como las **rizobiales** (Algunos géneros presentan asociaciones con vegetales, como Rhizobium que infecta las raíces de las leguminosas en las que forma nódulos capaces de convertir N2 atmosférico en N orgánico.) y las **azotobacterias** (presentan la capacidad de fijar N2 atmosférico en condiciones aerobias y de vida libre.).
  - **Otras bacterias Gram-negativas aerobias**:
    - **Acetobacterias**. Se encuentran de forma natural en la superficie de las plantas, y se desarrollan sobre la materia orgánica vegetal, como sustancias azucaradas (mostos) o substratos alcohólicos (vinos y sidras). Las bacterias del ácido acético utilizan como substrato el etanol para, mediante una oxidación incompleta del mismo, generar ácido acético (productoras del vinagre). Ejemplos: Acetobacter.
    - **Bacterias Gram-negativas aerobias patógenas:**
      - Legionella pneumofila. Bacilo aerobio móvil por flagelos. Vive en medios acuáticos naturales y sistemas artificiales de distribución de agua, sobreviviendo al calor y cloración. La infección (legionelosis) se produce por inhalación y causa hasta un 25% de las pneumonías extrahospitalarias.
      - Neisseria meningitidis (meningococo) parásito de la mucosa de las vías respiratorias superiores y causante de la meningitis cerebroespinal

epidémica y Neisseria gonorrhoeae (gonococo) que produce infecciones en la mucosa del aparato urogenital (blenorragia o gonorrea).

- Brucella melitensis. Causa la fiebre de Malta.

- **Bacterias Gram-negativas anaerobias facultativas:** Son gamma-proteobacterias pertenecientes a dos grupos muy relacionados, las enterobacterias (con flagelos perítricos) y los vibrios (con flagelos polares). Presentan forma de bacilo y pueden ser móviles (por acción de flagelos) o inmóviles. Presentan anaerobiosis facultativa. En el caso de metabolismo anaerobio sólo fermentan determinados carbohidratos produciendo ácidos láctico, acético, succínico y fórmico.
  - **Enterobacterias**: Unos 40 géneros entre los que están algunos tan comunes como Escherichia (causarn enfermedades entéricas por la producción de enterotoxinas), Salmonella (parásitas de mamíferos y aves, pueden producir intoxicaciones graves: salmonelosis) y Yersinia (es un cocobacilo inmóvil causante de la peste).
  - **Vibrios**: Son formas semejantes a las enterobacterias, pero presentan una flagelación polar. Son fundamentalmente acuáticos y algunos de ellos son importantes agentes patógenos, como Vibrio cholerae (cólera) que invade la mucosa intestinal humana produciendo una enterotoxina lo que provoca diarreas que pueden llegar a ser mortales.
- **Bacterias Gram-negativas anaerobias estrictas**: Son las bacterias fermentadoras y las bacterias reductoras del azufre y del sulfato.
  - **Bacterias fermentadoras**: Metabolismo exclusivamente fermentativo. Son comúnmente simbiontes en el tubo digestivo de los animales o viven en aguas ricas en materia orgánica. Engloba a miembros de Bacteroidetes (como el género Bacteroides) y Fusobacteria (como el género Fusobacterium).
  - **Bacterias sulfo- sulfatoreductoras**: Se caracterizan por obtener energía mediante respiración anaerobia. Utilizan como aceptor de electrones el SO42- (ej. Desulfobacter) o S0 (ej. Desulfomonas). Están implicadas en el ciclo del azufre y del hierro.

Bacterias Gram-positivas (Posibacterias)

Caracterizadas por la hipertrofia de la pared de peptidoglicano y presencia de licoproteínas sortasas. Pueden ser **Firmicutes** (con un bajo contenido en Guanosina+Citosina en su DNA - Clostridiales, Mollicutes (micoplasmas) y Bacilos (Bacillales y Lactobacillales)-) o **Actinobacterias** (con un alto contenido en Guanosina+Citosina en su DNA)

- **Bacterias Gram-positivas unicelulares formadoras de endosporas**: Son bacilares, móviles por flagelos perítricos y quimioheterótrofos, con respiración aerobia (ej. Bacillus) o fermentación (ej. Clostridium). Generalmente son habitantes del suelo, aunque algunas son patógenas. Forman estructuras de reposo y resistencia denominadas endosporas.
- **Bacterias Gram-positivas no formadoras de endosporas**: Son formas bacilares o esféricas inmóviles. Viven en medios asociados a restos vegetales o ricos en nutrientes (como la leche) obteniendo la energía mediante fermentación de carbohidratos y produciendo ácido láctico. Algunas formas están relacionadas con procesos industriales, como los Lactobacillus (algunos habitantes del tracto intestinal humano y usadas industrialmente para la producción de yogur), o son importantes patógenos, como Streptococcus (algunos son parte de la microbiota normal humana y pueden llegar a producir enfermedades).
- **Actinobacterias o actinomicetes**: Son heterótrofas aerobios (algunos anaerobios

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

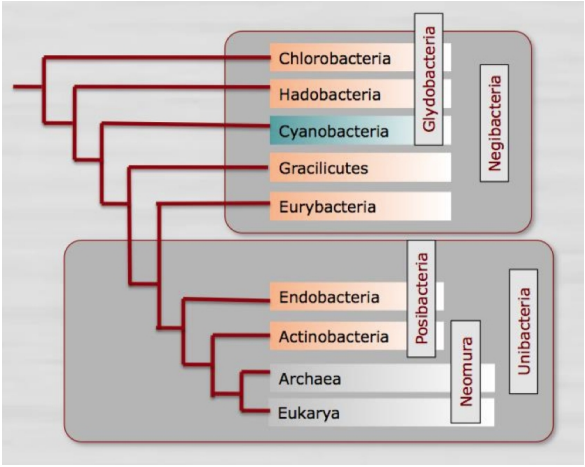
facultativos) caracterizados por desarrollar micelios, es decir, crecen formando filamentos ramificados. Atendiendo a la extensión de estos filamentos se reconocen

- proactinomicetes, con desarrollo miceliar incompleto, transitorio o ausente y,
- euactinomicetes, que se desarrollan exclusivamente en un estado miceliar.

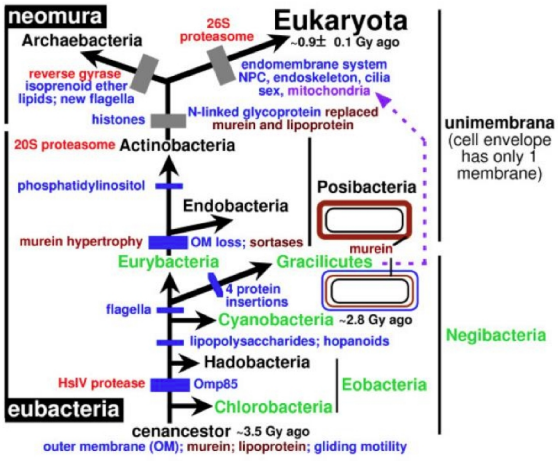
Un ejemplo de este tipo de bacterias es el género Streptomyces que presenta micelio y esporas reproductivas en el extremo de las hifas. Los Streptomyces son habitantes naturales del suelo que presentan interés ambiental, dado que son capaces de degradar sustancias complejas (compostaje), y clínico, dado que son los principales productores de antibióticos (como la tetraciclina, eritromicina, estreptomicina, terramicina o cloranfenicol).

Filogenia de las bacterias

Arbol filogenético de los seres vivos basado en las ideas de Cavalier-Smith



El proceso de la distribución de los grandes grupos de bacterias se produciría de acuerdo a este proceso:



Bacterias Gram-negativas (Negibacterias): Los grupos más primitivos (a veces denominados glidobacterias) corresponden a formas con motilidad únicamente por deslizamiento bacteriano y que primitivamente carecen de flagelos, endosporas y hemocatalasa.

- **Chlorobacteria**: Las Chlorobacteria (Chloroflexi o bacterias verdes no del azufre) son un pequeño filo de bacterias que realizan la fotosíntesis anoxigénica mediante bacterioclorofila, por lo que no producen oxígeno. Su vía de fijación del carbono también difiere de la de otras bacterias fotosintéticas. Son aerobias facultativas y típicamente filamentosas.
- **Cyanobacteria**: Algas verde-azuladas. Es el grupo más importante de bacterias fotosintéticas. Presentan clorofila y realizan la fotosíntesis oxigénica. Son unicelulares o coloniales filamentosas.
- **Gracilicutes**: Agrupa a una serie de linajes de baterías Gram-negativas como Spirochaetae (espiroquetas), Chlorobea (bacterias verdes del azufre), Bacteroidetes y Fibrobacteres. También incluye a las Proteobacteria (bacterias púrpura y relacionadas), un grupo muy diverso y el segundo más extenso entre las bacterias. Casi todas son heterótrofas y muchas causantes de enfermedades. Sin embargo, los rizobios son simbiontes al realizar la fijación de nitrógeno y las bacterias púrpuras son fotótrofas con bacterioclorofila.
- **Eurybacteria**: Típicamente con endosporas, flagelos externos o motilidad por deslizamiento bacteriano.
    - **Fusobacteria**. Comprende un sólo género de bacterias heterótrofas anaerobias causantes de infecciones en humanos. Constituyen uno de los principales tipos de flora del aparato digestivo.
    - **Thermotogae**. Un filo de hipertermófilos, anaerobios obligados, heterótrofos

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

fermentativos.

Unibacteria: Caracterizadas por la pérdida de la membrana externa. Agrupa a Posibacteria y Neomura.

- **Posibacteria**: Son las bacterias Gram-positivas. A su vez se considera que se dividen en Endobacterias (Firmicutes) y Actinobacterias.
    - **Endobacteria**: Firmicutes es el grupo más extenso y comprende a las bacterias Gram-positivas con contenido GC (Guanosina+Citosina) bajo.
    - **Actinobacteria**: Son un extenso grupo de Bacterias Gram-positivas de contenido GC (Guanosina+Citosina) alto.
- **Neomura**: grupo que reuniría a Archaea y Eukarya.
    - **Archaea**: Atendiendo a sus características fisiológicas y ecológicas se reconocen tres grupos:
        - **Metanobacterias**: Habitan todos los ambientes con materia orgánica en descomposición. Ocupan ambientes anaerobios y su único modo de obtener energía es mediante la formación de metano.
        - **Halófilas extremas**: Son quimioorganótrofos, aerobios que habitan ambientes hipersalinos. (ej: Halobacteriales).
        - **Termófilas dependientes del Azufre**: Habitan ambientes extremadamente calientes y, en ciertos casos, también muy ácidos. Todas obtienen energía reduciendo u oxidando azufre. Son quimiolitoautótrofas, mixótrofas o heterótrofas. Ejemplos: Las Thermococcales, Thermoproteales y Desulfurococcales son reductoras del azufre (S ->H2S) que viven en medios marinos (con temperaturas entre 80-105 °C) y manantiales calientes en pH neutros y condiciones aerobias. Las Sulfolobales viven en los mismos hábitats, pero en condiciones de pH ácido y aerobiosis y provocando la reacción (S ->H2S). Las sulfolobales (ej. Sulfolobus) pueden crecer quimiolitotróficamente oxidando S2- y Fe2+ (como los tiobacilos).

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

Dominio Eukarya

Eukarya es un grupo monofilético que, con el rango taxonómico de Dominio, incluye a todos los organismos (unicelulares o multicelulares) cuyas células tienen un núcleo celular. Se agrupan en cinco grandes linajes: Excavata, Rhizaria, Chomalveolata, Plantae y Unikonta.

La célula eucariota

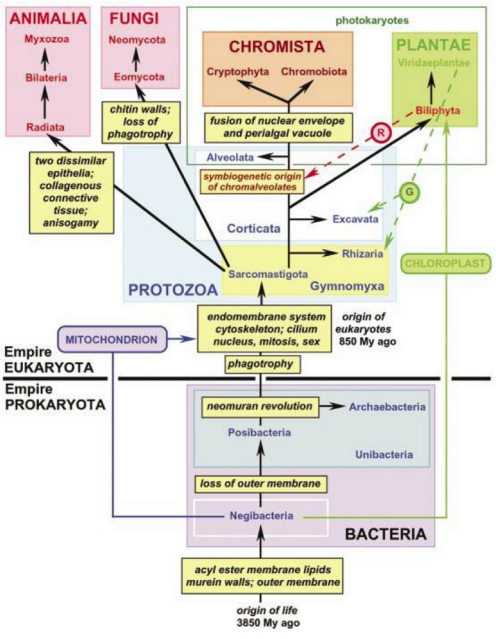
Presencia de un núcleo, compuesto por una doble membrana que contiene: el ADN de la célula agrupado en cromosomas y el nucléolo en la que se producen moléculas de ARN. El resto de la célula (la porción que no es núcleo) se denomina citoplasma y contiene, en todos los eucariotas: Citoesqueleto (organización y forma de la célula); Sistema de endomembranas, wncargados de la síntesis y procesamiento de proteínas (Retículo Endoplasmático rugoso), de la síntesis de lípidos (Retículo Endoplasmático Liso) y del procesamiento de las proteínas (Aparato de Golgi); Mitocondrias, incluidas en una doble membrana, tienen como función la producción de ATP. Además, pueden contener: Cloroplastos. Con doble membrana, se encargan de la producción de ATP y azúcares mediante fotosíntesis; Peroxisomas. Encargados del procesamiento de los ácidos grasos; Lisosomas. Catalizan reacciones de hidrólisis en procesos de digestión;Vacuolas. Que engloban todo tipo de contenidos: pigmentos, agua, toxinas,...

Hipótesis sobre el origen de Eukarya

Cavalier-Smith sostiene que Eukarya y Archaea son grupos hermanos que se originaron a partir de una bacteria Gram- positiva del grupo de las Actinobacterias con dos adaptaciones importantes: el desarrollo de histonas para reemplazar la ADN girasa y la sustitución de la pared celular de peptidoglucano por otra de glicoproteína.

La aparición de una superficie celular flexible permitió el plegamiento de la membrana celular facilitando la generación de una mayor superficie de intercambio de nutrientes sin aumentar el volumen y el desarrollo del proceso de captura de partículas e incluso organismos completos (fagocitosis).

Se considera que el origen del sistema de endomembranas de las células eucariotas se originó como consecuencia de esta capacidad para que las invaginaciones de la membrana plasmática se transformen en vesículas que se desprenden de la membrana y se incorporan al citopasma (endocitosis).



Lynn Margulis en Origin of Eukaryotic Cells (1970), propuso que la célula eucariota moderna evolucionó en etapas mediante la incorporación estable de organismos endosimbióticos (algunas de las presas fagocitadas por una célula pudieron digerirse y mantenerse en el citoplasma generando una relación simbiótica) que darían lugar no sólo a las mitocondrias, sino también a los cloroplastos (por incorporación de una cianobacteria) y a los flagelos de las células eucariotas (por incorporación de bacterias semejantes a espiroquetas).

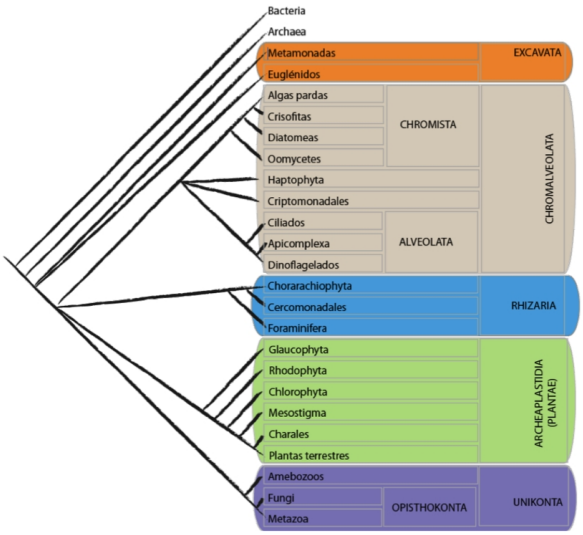
La situación se complica en algunos organismos fotosintéticos que presentan cloroplastos rodeados por cuatro membranas, como en algunos miembros de Rhizaria, Excavata o Chromalveolata. En estos casos se explican mediante un proceso denominado endosimbiosis secundaria, es decir, se considera que el organismo

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

hospedador adquirió por fagocitosis un organismo eucariota (que, por lo tanto, ya presentaba una endosimbiosis primaria). Esta hipótesis plantea que los Excavata y Rhizaria fotosintéticos adquirieron como endosimbionte secundario un alga verde, mientras que los Chromalveolata fotosintéticos lo son por incorporación de un alga roja.

Sistemática general de Eukarya

Excavata



Se consideran los grupos más primitivos de Eukarya. Incluyen organismos de vida libre (como los géneros Jakoba o Reclinomonas), simbiontes (algunos Oxymonadida) y en algunos casos parásitos de humanos (Euglena o Trypanosoma, por ejemplo). Generalmente poseen dos, cuatro, o más flagelos. Agrupan a las metamonadas y a los euglénidos.

- **Metamonada**: organismos anaerobios que presentan en sus células una ranura de alimentación por la que ingieren sus presas o restos orgánicos. No tienen mitocondrias semejantes a las que presentan el resto de los Eukarya, pero pueden presentar material genético semejante a las mitocondrias. Las formas principales son móviles mediante flagelos y gran parte de los componentes del grupo son habitantes del intestino de animales. Un ejemplo típico del grupo es el género Trichomonas, que produce una enfermedad de transmisión sexual en los humanos.
- **Euglenida**: Unas 800-1.000 especies que forman una parte importante del plancton de agua dulce (sólo unos pocos miembros habitan aguas marinas o son endosimbiontes). Tienen mitocondrias con crestas de morfología discoidal. Algunos euglénidos poseen cloroplastos y producen energía mediante fotosíntesis, mientras que otros son heterótrofos. Los que poseen cloroplastos poseen como pigmentos clorofilas a y b (como las algas verdes) y acumulan un hidrato de carbono exclusivo del grupo denominado paramilo. Aunque tradicionalmente se les ha considerado un grupo de algas (Euglenophyta), la parte no fotosintética presenta muchas semejanzas con los tradicionales protozoos.

Chromalveolata

- **Cryptophyta**: (criptomonas), engloban unas 200 especies de organismos flagelados desnudos, tanto marinas como de agua dulce, con clorofilas a y c, pigmentos complementarios y ficobiliproteínas. El género más conocido es Cryptomonas.
- **Haptophyta**: 500 especies de algas flageladas coloniales y filamentosas, desnudas o con un cubierta calcificada, tanto marinas como de agua dulce, con clorofilas a y c, pigmentos complementarios y ficobiliproteínas. Las escamas de celulosa o calcáreas que cubren algunos grupos se denominan cocolitos y se acumulan de forma abundante en el registro fósil, recibiendo el nombre de cocolitofóridos.
- **Chromista:** También llamados estramenópilos o Heterokonta, se caracterizan por presentar células móviles biflageladas heterocontas. El flagelo anterior está formado por dos filas de mastigonemas con tres partes, una basal, otra tubular y una apical; y el posterior es generalmente liso. Agrupa a formas tradicionalmente consideradas como miembros de peronosporomicetos (oomicetos), a las diatomeas, a las crisofíceas y a las algas pardas.
    - **Peronosporaceae (Oomycetes)**: Formas saprófitas o parásitas que viven sobre organismos acuáticos, además de incluir a un grupo de formas adaptadas a la vida

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

parásita sobre plantas terrestres. Tradicionalmente son los Oomycetes clasificados junto a los hongos verdaderos, dado que forman estructuras filamentosas semejantes a las hifas y presentan una digestión externa (son lisótrofos). Sin embargo, se diferencian de estos en: (1)la presencia de una pared celular de glucan-celulosa, (2) el desarrollo de zoosporas con dos flagelos, (3) la posesión de un ciclo diplonte con meiosis gametangial, (4)la biosíntesis de lisina vía ácido diaminopilémico (ADP). Se tiende a considerarlos como chromistas heterocontos no fotosintéticos. En su ciclo de vida alternan fases miceliares diploides (producen un presudomicelio sin septos) y fases de reproducción sexual haploides. Estas últimas son típicamente heterocontas. Entre los oomicetos los grupos más característicos son los siguientes:

  - **Saprolegniales** (mohos acuáticos). hongos generalmente saprofitos, que viven sobre la materia orgánica sumergida en el agua, tanto en medio marino como dulceacuícola. Algunas son formas parásitas de peces.
  - **Pitiales**: hongos parásitos. Phytophthora es un género que parasita plantas vasculares y que provoca la podredumbre de la patata y otras enfermedades en frutales.
  - **Peronosporales**: hongos acuáticos o terrestres, parásitos obligados de plantas vasculares, a menudo de gran importancia en fitopatología por su virulencia y repercusiones económicas. Provocan los mildius (por ejemplo, Plasmopara viticola causa el mildiu de la vid).

- **Bacillariophyceae (diatomeas)**: Representadas por más de 10.000 especies bentónicas y planctónicas de aguas marinas y continentales. Las células vegetativas son cilídricas y han perdido los flagelos. Presentan una concha externa constituida por dióxido de sílice y otras sustancias, pero nunca celulosa. Las valvas de esta concha, o frústulos, están ornamentadas y constituidas por dos valvas. Cada valva está unida a una banda circular o cíngulo. La valva de mayor tamaño y su cíngulo constituyen la epiteca, la de menor tamaño con su cíngulo, constituye la hipoteca. Las dos valvas encajan la una en la otra como una caja y su tapadera. Poseen cloroplastos rodeados por cuatro membranas. Tradicionalmente se han clasificado atendiendo a su simetría, aunque estos grupos no constituyen grupos monofiléticos. Atendiendo a este carácter, se puede distinguir:
  - Diatomeas pennadas: con simetría bilateral.
  - Diatomeas céntricas: con simetría radial.

  Presentan clorofila a y c (como las algas pardas) y carotenoides. En la reproducción asexual por bipartición se produce un fenómeno de reducción del tamaño de los individuos de la población. Cada una de las células hijas hereda una de las valvas del progenitor, que actúa como epiteca para la que se genera una hipoteca. Al llegar a un tamaño mínimo se produce un aumento repentino de la talla de las células por la formación de esporas de crecimiento. La acumulación de sus frústulos silíceos da lugar a los depósitos sedimentarios conocidos como diatomitas. Algunos géneros conocidos son Fragillaria o Asterionella.

- **Dictyochophyceae**: También conocidos como silicoflagelados, son organismos marinos o continentales; unicelulares, coloniales o ameboides; con células uniflageladas y desnudas, caracterizadas por poseer un flagelo que presenta en su base un ensanchamiento alargado denominado barra paraflagelar. Tienen un esqueleto silíceo en forma de estrella o cesta muy característico.

- **Chrysophyceae:** Las crisofíceas, o algas doradas, son unas 1.000 especies de algas unicelulares, predominantemente flageladas, que pueden formar colonias complejas. Viven en su mayoría en aguas dulces poco contaminadas, aunque hay algunas

marinas. Cuando presentan cubierta celular pueden presentar escamas orgánicas, de sílice, o celulosa. Presentan clorofila a y c y pigmentos accesorios como beta-caroteno y xantofilas y acumulan crisolaminarina.

- **Phaeophyceae (algas pardas)**: por su color debido a la fucoxantina, son casi exclusivamente marinas y constituyen la vegetación enraizada predominante en las costas rocosas septentrionales y meridionales de ambos hemisferios. Viven desde la zona mareal (algunas aguantan la desecación varios días) hasta los 100 metros de profundidad (la fucoxantina permite usar la luz azul del espectro de radiación). Almacenan un polisacárido especial (laminarina) y su pared celular está constituida por una capa interna de fibrillas de celulosa y una capa más externa mucilaginosa. Son complejas (no existen unicelulares ni coloniales) y pueden originar talos pseudoparenquimatosos (hoplósticos) por entrecruzamiento de filamentos, y talos parenquimáticos (polísticos). Las Laminariales presentan estructuras comparables a las de las plantas vasculares. Suelen presentar ensanchamientos del talo llenos de gas, conocidos como vesículas aeríferas. Grupos más relevantes:
    - **Ectocarpales**: son las que presentan talos menos desarrollados, tanto el esporofito como el gametofito son filamentosos.
    - **Dictyotales**: esporofito como el gametofito parenquimatosos formando talos planos dicótomos o flabelados.
    - **Laminariales:** presentan alternancia de generaciones heteromorfa. Gametofitos pequeños y filamentosos. Esporofitos desarrollados sobre el gametofito femenino que pueden alcanzar varios metros. Los esporofitos presentan un rizoide, del que surge un estípite cilíndrico que acaba ensanchándose para formar una lámina laciniada.
    - **Fucales**: feofíceas con una única fase de vida libre en su ciclo reproductor. Meiosis gamética (adultos diploides). Las especies de Fucus son comunes en costas frías mientras que Sargassum vive en aguas tropicales de todo el mundo.

- **Alveolata**: Reciben su nombre por la presencia de un sistema alveolar en la membrana compuesto por sacos membranosos que se extienden por debajo de la membrana plasmática. Este carácter es exclusivo de los tres grupos que componen Alveolata: ciliados, apicomplejos y dinoflagelados.
    - **Ciliophora**: (ciliados) 12.000 especies de organismos unicelulares abundantes en todos los ambientes acuáticos: marinos, dulceacuícolas y zonas húmedas. Poseen una cubierta de cilios que utilizan para desplazarse y durante la alimentación que están fuertemente anclados en el interior de la célula mediante distintos tipos de fibras. Presentan dos tipos de núcleos celulares: un macronúcleo poliploide y, al menos, un micronúcleo diploide. La reproducción sexual se produce por conjugación e intercambio de núcleos gaméticos haploides que se fusionan en un núcleo zigótico.
    - **Apicomplexa (apicomplejos)**: 5.000 especies de organismos unicelulares que (excepto un grupo) son parásitos de animales vertebrados e invertebrados. Se caracterizan por la presencia de un complejo apical formado por microtúbulos. Tienen ciclos de vida complejos y particulares dependiendo del tipo de hospedadores y vectores implicados. Las especies del genero Plasmodium causan la malaria a distintos animales incluidos los humanos.
    - **Dinoflagelllata (dinoflagelados)**: organismos unicelulares y biflagelados presentes tanto en medios marinos como continentales. Generalmente presentan una cubierta (anfiesma) constituida por la membrana plasmática y, bajo ésta, una capa de vesículas, que pueden contener gruesas placas poligonales de celulosa. En este caso,

la cubierta celular se denomina teca. La teca presenta dos surcos, uno transversal o cíngulo y otro longitudinal. En la zona en la que se cruzan los surcos emergen dos flagelos pleuronemáticos. El flagelo longitudinal sale fuera del surco y está cubierto por dos filas de mastigonemas fibrilares; por su parte el flagelo transversal es ondulado y cubierto solo por una fila de pelos. Pueden aparecer orgánulos en forma de filamentos que pueden impulsar a la célula (tricocistos). Presentan clorofila a y, a veces, c y pigmentos accesorios (peridinina). El principal producto de reserva es el almidón. Son una parte importante del plancton de aguas tropicales marinas y algunas son responsables de las mareas rojas que afectan a cultivos de peces o bivalvos filtradores.

Rhizaria

Son amebas unicelulares que carecen de paredes celulares, aunque algunos generan cubiertas externas similares a una concha.

- **Foraminifera**: componente importante del plancton marino y se han llegado a reconocer hasta 275.000 especies, incluyendo fósiles. Producen un esqueleto calcáreo con agujeros por los que emergen pseudópodos retráctiles que el organismo usa para la locomoción y captura de presas. Este esqueleto está constituido por cámaras interconectadas por poros.
- **Chlorarachniophyta:** Constituyen un pequeño grupo de algas, de formas marinas unicelulares, desnudas, ameboides y con pseudópodos que forman colonias plasmodiales reticuladas. Presentan clorofila a y b (como las algas verdes).

Unikonta

Agrupa a los hongos ameboides, que son el grupo hermano de opisthokonta, que, a su vez agrupa a los hongos verdaderos y a los animales.

- **Amebozoos (Hongos ameboides)**: Están incluidos en este grupo organismos con el aparato vegetativo desnudo, ameboide, a menudo plurinucleado (plasmodial) que se alimentan típicamente por fagotrofía (aunque también absorben con facilidad sustancias disueltas). Las formas incluidas dentro de los hongos ameboides aparecen distribuidas en los siguientes grupos: acrasiomicotas (con falsos plasmodios formados por la simple agregación de amebas), mixomicotas (con plasmodios verdaderos, a veces muy grandes) y plasmodioforomicotas (parásitos endocelulares, su aparato vegetativo es plasmodial).
    - **Acrasinomicotas**: hongos ameboides celulares. La fase vegetativa de estas formas está constituida por células ameboides (mixamebas) libres, generalmente no flageladas, que habitan las películas de agua que recubren materia orgánica, fagocitando bacterias y otras partículas nutritivas. Cuando las hay, las paredes celulares contienen celulosa y glucógeno. La reproducción sexual se produce por la fusión de varias mixamebas, que dan lugar a macroquistes de pared gruesa que germinan previa mitosis, originando nuevas mixamebas. Por su parte, la reproducción asexual se realiza por esporas. Las mixamebas se reúnen en centros de agregación, en los que las células, sin perder su individualidad, originan un pseudoplasmodio con capacidad de movimiento. Tras un recorrido no muy grande, este pseudoplasmodio se inmoviliza y adquiere forma de peonza. Esta estructura reúne a una parte de las amebas, que forman una pared celulósica y se sacrifican para forman un pedúnculo, el soróforo. Sobre este último se disponen el resto de amebas, enquistándose para dar lugar a una masa desnuda de esporas, el soro. Las fructificaciones en los hongos ameboides se denominan sorocarpos.
    - **Mixomicotas**: presentan células vegetativas flageladas, fácilmente transformables en mixamebas que no se agregan, sino que esporulan directamente, o, con mayor frecuencia, originan plasmodios formadores de aparatos esporíferos. Los

mixomicetos viven en la película líquida que recubre los restos vegetales húmedos. En presencia de agua, las esporas germinan y originan células desnudas, que pueden ser nadadoras (con dos flagelos apicales lisos) o ameboides (mixamebas). Estos dos tipos de células desnudas pueden fagocitar y son fácilmente interconvertibles, dependiendo de la disponibilidad de agua. Se multiplican por mitosis y se alimentan fagocitando o absorbiendo sustancias orgánicas disueltas. En condiciones desfavorables, pueden originar formas de resistencia denominadas microquistes. En la reproducción sexual dos células vegetativas, ameboides o flageladas, actúan como gametos produciendo un zigoto ameboide. El núcleo diploide se divide por sucesivas mitosis que se producen al mismo tiempo (mitosis sincrónicas). Como resultado se originan plasmodios (masas viscosas planas) con muchos núcleos diploides. Los plasmodios son la fase trófica y pueden desplazarse en busca de alimentos. Cuando el agua escasea, se convierten en formas de resistencia, los esclerocios (masas duras e irregulares), integrados por macroquistes, en general plurinucleados. Cuando las condiciones vuelven a ser las adecuadas, el esclerocio germina, dando como resultado un nuevo plasmodio. Los plasmodios se diferencian en distintos tipos como son los:

- Protoplasmodios: microscópicos, no reticulados y carecen de venas.
- Afanoplasmodios: masas reticuladas y transparentes con venas poco diferenciadas. Viven en sitios húmedos y protegidos.
- Faneroplasmodios: son los más grandes y visibles. Con un retículo de venas por cuyo interior circula el endoplasma, con corriente veloz y reversible. Pueden presentar colores vivos.

Antes de fructificar, el plasmodio maduro se concentra en nódulos que son los esbozos de los aparatos esporíferos. Los cuerpos esporíferos más típicos son los esporocarpos que pueden fusionarse en plasmodiocarpos o en etalios. La sistemática de los mixomicetos se basa inicialmente en los tipos de desarrollo del esporóforo.

- **Plasmodioforomicotas**: En este grupo se incluyen formas parásitas endocelulares que presentan células flageladas y un aparato vegetativo plasmodial. Estos plasmodios son endocelulares, desnudos, y se dividen al hacerlo las células hospedantes.

- **Opisthokonta:** Los miembros de opistoconta se caracterizan porque sus células reproductoras tienen un solo flagelo colocado en su base. Los miembros de este grupo son los hongos verdaderos (Eufungi) y los animales (Metazoa).

Plantae

Dependiendo de los autores, también se denomina Primoplantae o Archaeplastida. Incluye algunos grupos de “algas” como las glaucofitas, las “algas” rojas, las “algas” verdes y las plantas terrestres (o embriofitas).

LINAJE DE LAS PLANTAS

TEMA 4

Introducción

El linaje de las plantas recibe nombres distintos: Plantae (Cavalier-Smith en 1982) o Archaeplastida (tal como proponen Adl et al. en 2005). Está formado por todos los organismos que poseen un plástido fotosintético con clorofila a procedente de un único proceso ancestral de endosimbiosis de una cianobacteria en un hospedador eucariota heterotrofo, por lo que este plástido presenta una envoltura de doble membrana que los diferencia de los plástidos con más de dos membranas (supuestamente endosimbiontes secundarios) que aparecen en otros eucariotas fotosintéticos

Sistemática general de Plantae

Glaucophyta

Las glaucofitas son organismos eucariotas, unicelulares planctónicos o bentónicas de agua dulce. La mayoría de las formas son móviles por un par de flagelos desiguales que presentan mastigonemas. Las células presentan una pared celular gruesa de naturaleza proteica.

Uno de los caracteres más significativos de las glaucofitas es que presentan unos plástidos particulares denominados cianelas. Las cianelas son muy semejantes a las cianobacterias libres, de forma que algunos autores han preferido considerarlas como cianofitas endosimbiontes en vez de cómo un orgánulo. Las cianelas presentan una doble envuelta de membrana y únicamente contienen clorofila a, con ficobiliproteínas y otros prigmentos. Acumulan almidón de forma libre en el citoplasma. Ejemplo: Cyanophora, forma biflagelada con dos cianelas.

Rhodophyta (algas rojas)

Son formas unicelulares o multicelulares en forma de filamentos simples y ramificados. Habitan fundamentalmente en medios marinos, aunque algunas pueden vivir en agua dulce. Generalmente sus aparatos vegetativos son talos macizos pseudoparenquimáticos uniaxiales o multiaxiales.

Tienen clorofila a y, algunas, clorofila d y pigmentos accesorios, como la ficobiliproteína ficoeritrina. Las ficobiliproteínas se presentan en ficobilisomas y tilacoides libres. No presentan células flageladas. La pared celular contiene celulosa y mucílagos, algunos de los cuales presenta interés comercial (agar, carraginatos...). La división de las células vegetativas no siempre es completa, quedando una punteadura entre ellas que, en la madurez, se tapona por un cuerpo proteico. La forma de este cuerpo proteico se utiliza en la sistemática del grupo. El producto de reserva es un polisacárido denominado "almidón de florídeas".

La mayoría son marinas y pueden vivir a gran profundidad debido a que sus ficobiliproteínas son capaces de absorber la banda del espectro luminoso que va del violeta al azul.Los grupos de algas rojas calcificados son la vegetación dominante en los mares cálidos.

Las algas rojas son un linaje muy complejo y diverso del que sólo se hará una referencia especial a dos grandes grupos:

- **Bangiophyceae**: Son formas generalmente sencillas. El grupo constituye la mayor parte de las algas rojas de agua dulce. Ejemplo: Porphyra.
- **Florideophyceae**: Es el grupo más grande de rodofíceas y que contiene los tipos morfológicos más complejos. Las Ceramiales son el grupo más abundantemente representado, mientras que las Coralinales, que presentan incrustaciones de carbonato, son un elemento importante en la formación de arrecifes de coral.

Chloroplastida

Chloroplastida agrupa a las algas verdes eucariotas y a las plantas. Incluye a organismos que tienen

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

plástidos con clorofila a y b y que, a menudo presentan pirenoides en el interior de los plástidos. La pared celular generalmente presenta celulosa y tienen centriolos.

- **Praesinophyceae**: Son algas unicelulares, desnudas o cubiertas por una o varias capas de pequeñas escamas romboidales y flageladas.
- **Chlorophyta**: Agrupa a la mayor parte de las tradicionales "algas verdes". Son predominantemente dulceacuícolas y todos los miembros presentan células nadadoras con dos o cuatro flagelos con un sistema de raíces flagelares cruzadas. En la sistemática del grupo se consideran tres grupos monofiléticos bien definidos:
    - **Ulvophyceae**: Son fundamentalmente marinas, bentónicas, macroscópicas y cosmopolitas. Atendiendo a su forma y número de núcleos por célula se podrían agrupar en seis grupos probablemente no monofiléticos (de los que sólo se comentan tres de ellos): (1)Uninucleares, como las Ulvales, (2) Cenobiales (plurinucleares), como las Dasycladales (unicelulares calcificadas) y las (3) Caulerpales (entre las que Caulerpa es un alga de importancia por su presencia como introducida en el Mediterráneo).
    - **Trebouxiophyceae**: Algas unicelulares. Las células vegetativas no presentan flagelos y adoptan generalmente un aspecto cocoide. Pueden formar filamentos ramificados o talos laminares. Son muy versátiles en cuanto a medios: viven en aguas continentales, en el suelo, epifitas sobre otras plantas o simbiontes con otras plantas y animales. Son muy comunes como fotobiontes de líquenes.
    - **Chlorophyceae**: Este grupo de clorofitas son exclusivas de aguas continentales y se caracterizan por presentar: células móviles con simetría radial y dos o cuatro flagelos apicales. Las formas unicelulares y coloniales forman parte de los órdenes Volvocales (móviles) y Chlorococcales (inmóviles). Por otro lado, los grupos de algas filamentosas simples (Oedogoniales) y ramificadas (Chaetophorales) parecen ser monofiléticos.
- **Streptophyta (Charophyta)**: agrupa a las carofíceas y las plantas embriofitas (las plantas terrestres). El ancestro común de las plantas terrestres sería un organismo filamentoso con un ciclo de vida haplóntico y reproducción oógama. Los grupos de estreptofitos no embriofitas constituyen un grupo no natural que incorporaría formas predominantemente dulceacuícolas, que comparten la presencia de células móviles asimétricas, con dos flagelos laterales o subapicales y un sistema de raíces flagelares en una estructura multicapas formada por bandas de microtúbulos. El consenso en la sistemática del grupo considera que existe una forma basal (Mesostigma) y una serie de grupos hermanos sucesivos de las embriofitas en los que se produce la adquisición de una serie de caracteres.
    - **Zygnematales**: Son un grupo numeroso que incluye formas espirales como Spirogyra. Presentan fragmoplasto (sistema de fibrillas que participa en la división celular), una condición que comparten con Charales y embriofitas.
    - **Charales**: Viven en aguas continentales dulces o salobres. Su morfología es muy semejante a las de las plantas vasculares acuáticas. Presentan un conjunto de filamentos horizontales que actúan como rizoides y un eje erguido dividido en nudos y entrenudos que puede ramificarse a partir de las células nodales. Generalmente presentan incrustaciones de carbonato cálcico. Comparten con las embriofitas la retención del huevo en una estructura.
    - **Embriophyta**: Presentan un ciclo de vida haplo-diplonte, con gametofitos y esporófitos multicelulares. El esporofito multicelular pasa primero por una etapa de embrión, que se caracteriza por estar protegido por el gametofito

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

EMBRIOFITAS

TEMA 5

Introducción

Las plantas terrestres son un grupo monofilético incluido en Streptophyta, que también incluye a algunas algas verdes como las Charophyta.

El origen y evolución temprana de las plantas terrestres de las plantas terrestres ocurrió hace unos 480-360 millones de años, durante el Paleozoico medio con la aparición de novedades evolutivas: desarrollo de órganos sexuales especializados (gamentangios), la aparición de tejidos vasculares, la necesidad de tejidos estructurales (como la madera), la aparición de estructuras epidérmicas especializadas en el intercambio de gases (estomas), incremento en la disparidad de hojas, raíces y estructuras portadores de esporas (esporangios). La incorporación de formas fotosintéticas a un ambiente con niveles altos de CO2 y baja pantalla de protección frente a la radiación UV implica, además de las transformaciones morfológicas, modificaciones en la expresión genética y la aparición de nuevas relaciones simbióticas.

Las plantas terrestres se caracterizan por presentar un ciclo con alternancia de dos generaciones heteromorfas compuestas por una fase multicelular sexual (gametofito haploide) y otra asexual (esporofito diploide). El mayor consenso considera que las plantas terrestres heredaron un gametofito multicelular de sus ancestros "algales" y que produjeron un esporofito multicelular como adaptación al medio terrestre.

En las embriofitas no vasculares el gametofito es la fase dominante del ciclo, mientras que el esporofito es de menor tamaño se desarrolla toda su vida asociado al gametofito que lo produce. Es probable que los esporofitos de las briofitas se adquirieran de forma independiente a partir de un esporofito indiferenciado multicelular (no representado en los grupos actuales) que daría lugar a los esporofitos no ramificados multiesporangiados de los linajes no vasculares y los esporofitos ramificados de los linajes esporangiados. Posteriormente se producirá una reducción del gametofito en el linaje de los licopodios y de los helechos + espermatofitas, probablemente también de forma independiente.

Los gametofitos pueden ser talosos o foliosos.

- En briofitas talosas (algunas hepáticas y antocerotas) el gametofito es un talo aplanado fijado al sustrato por rizoides.
- En briofitas foliosas (algunas hepáticas y musgos) consta de un eje erecto (caulidio), fijado por rizoides y que presenta una "hojitas" o filidios.

El esporofito está compuesto por:

- Pie o haustorio: absorbente, se hunde en el gametofito.
- Pedicelo o seta.
- Esporangio o cápsula.

Reproducción

- **Asexual**: Por fragmentación del gametofito, por yemas o por propágulos generados en cualquier parte del talo.
- **Sexual**: Sobre el gametofito se forman los órganos sexuales pluricelulares, unidos a éste por un corto pedúnculo.
    - Anteridios (masculinos): esféricos o alargados. Las células internas producen espermatozoides curvados en espiral y con dos flagelos lisos.
    - Arquegonios (femeninos): en forma de botella, con la base ensanchada, que contiene al óvulo, y el cuello alargado.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

Tras la fecundación se produce un embrión diploide que crece a expensas del gametofito para dar lugar al esporofito. Al crecer, el esporofito rasga el arquegonio del que puede quedar un resto como vaina basal del esporofito (si se rasga apicalmente) o formando una caliptra que cubre el ápice de la cápsula (si se rasga basalmente).

Sistemática de las embriofitas no vasculares

Las plantas terrestres están más estrechamente relacionadas con las algas verdes Charophyceae. Las hepáticas constituyen el grupo basal de las embriofitas. Las primeras plantas vasculares con representantes actuales son el linaje de las Licopodiales, que constituiría el grupo hermano del resto.

Las embriofitas no vasculares son plantas terrestres, de pequeño tamaño, que precisan de una fase acuosa en su ciclo reproductor.

Comparten con las plantas vasculares:

- Son verdes, debido a la presencia de clorofila a y b y β-caroteno.
- Tienen paredes celulares con celulosa.
- Acumulan almidón como sustancia de reserva.
- Presentan una mitosis abierta, con el huso que se mantiene durante la telofase, y desarrollan un fragmoplasto y una placa celular de crecimiento centrífugo que separa las células hijas.
- A diferencia de lo que ocurre en las talofitas, los gametangios y los esporangios poseen paredes formadas por capas de células y, tanto los gametos como las esporas provienen de la división de células madre que se multiplicas dentro de las cavidades respectivas.
- Comparten con los helechos la estructura del gametangio femenino (arquegonio) por lo que la agrupación (no monofilética) de ambos recibe el nombre de arquegoniadas.
- Comparte con el resto de las cormofitas el desarrollo de un embrión pluricelular, por lo que forma con éstos un grupo (monofilético) denominado embriofitas.

Si atendemos a las hipótesis más consensuadas, las embriofitas no vasculares (hepáticas, musgos y antocerotas) no constituyen un grupo monofilético. Tradicionalmente el término "briofita" hace referencia a los tres grupos, sin embargo, para utilizarlo como un grupo monofilético algunos autores lo restringen a los musgos. Las relaciones entre los tres grupos es objeto de discusión. Aunque tradicionalmente se ha considerado que los musgos están más relacionados con el resto de las plantas vasculares, actualmente se proponen hipótesis alternativas y otras propuestas recientes apuntarían a los antocerotas como el grupo hermano de las traqueofitas.

Marchantiophyta

Compuesto por unas 8.000 especies. Tradicionalmente se han clasificado atendiendo a la estructura de su gametofito en:

- Talosas complejas, en las que el talo presenta tejidos fotosintéticos y de acumulación bien desarrollados. Presentan poros dorsales que portan células especializadas (no estomas).
- Talosas sencillas, sin tejidos diferenciados.
- Foliosas formados por caulidios y filidios y unidos al sustrato por rizoides unicelulares.

El esporofito es sencillo, formado por un pie, una seta incolora y una cápsula (esporangio) que nunca presenta estomas y se abre en cuatro valvas. En la cápsula hay células estériles higroscópicas (eláteres) que están implicados en la apertura de la cápsula.

Las talosas complejas se sitúan en la base del grupo (Marchantiopsida), mientras que las formas foliosas constituyen un grupo monofilético terminal (Jungermanniopsida).

- **Marchantiopsida**: Presentan un gametofito (monoico o dioico) que es siempre taloso

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

complejo (con una región dorsal asimiladora y una ventral que acumula sustancias de reserva). Comúnmente se dividen dicotómicamente y presentan rizoides con papilas o lisos. Los esporofitos presentan una seta muy corta. Son formas comunes: Marchantia y Lunularia.

- **Jungermanniopsida**: Constituido por una serie de grupos hermanos sucesivos, entre los que las formas con gametofito taloso simple (como las metzgeriales) se sitúan basalmente, y las formas foliosas (como las jungermanniales) son las más derivadas.

Bryophyta en sentido estricto

El grupo incluye a unas 10.000 especies de musgos. Generalmente presentan gametofitos foliosos, compuestos por un caulidio (erecto o rastrero) unido al sustrato por rizoides pluricelulares y filidios dispuestos helicoidalmente a su alrededor en tres hileras.

Esporofitos diversificados y complejos. En el caso más general, el esporangio tiene una pared pluriestratificada y presentan estomas. Presentan columela. La cápsula está cubierta por la caliptra, al menos en las primeras fases del desarrollo. La dehiscencia se produce mediante un opérculo que se origina por una fisura circular que separa su porción apical. En las formas más derivadas el desprendimiento del opérculo deja al descubierto el peristoma formado por uno o dos anillos concéntricos de dientes que se abren cuando el ambiente es seco. Las esporas dan lugar a un protonema pluricelular filamentoso sobre el que se forman yemas que producirán el gametofito.

La sistemática del grupo es muy controvertida. Generalmente se acepta que los esfagnos (Sphagnopsida) constituyen el grupo basal y que Andreaeopsida es el grupo hermano de un complejo grupo de musgos peristomados monofiléticos (Bryopsida).

- **Sphagnopsida**: Son formas acrocárpicas que forman céspedes o almohadillas (típicos de turberas). El protonema es taloso, sin rizoides, con crecimiento apical ilimitado mientras muere la base (proceso de formación de turberas). Los caulidios presentan dos tipos de ramas: unas divergentes, perpendiculares, y otras aplicadas al talo. Las cápsulas, oscuras, son esféricas y están sostenidas por un pseudopodio formado por el gametofito. Son formas hidrófilas, con gran capacidad de almacenamiento de agua, que han sido usadas en jardinería y como combustible.
- **Andreaeopsida**: Contiene un único género: Andreaea de musgos acrocárpicos. Forman pequeñas almohadillas de color castaño oscuro o rojizo sobre rocas silíceas en zonas montañosas. Cápsula oblonga sin opérculo ni peristoma, que se abre en valvas a partir de estrías longitudinales. La cápsula está sostenida por un pseudopodio.
- **Bryopsida:** Los bríidos son el grupo de musgos más numeroso y que mejor encaja en el modelo general descrito. El protonema es filamentoso. El esporofito consiste en una seta larga que generalmente presenta un haz central de hidroides y, en ocasiones, también leptoides. La seta y la cápsula tienen capacidad para fotosintetizar. Generalmente se distribuyen en dos grupos atendiendo a la posición del arquegonio (y por lo tanto del esporofito) en el gametófito: (1) Acrocárpicos: arquegonio en la parte apical del caulidio, esporofitos terminales y (2) Pleurocárpicos: arquegonio y esporofitos laterales.

Anthocerotophyta

Anthocerotophyta

Constituida por un número bajo de géneros (5-10, dependiendo de autores) con distribución boreal o tropical, entre los que Anthoceros es el más frecuente.

Presentan un gametofito taloso formado por láminas lobuladas dispuestas en rosetas cóncavas que se unen formando masas compactas de color verde oscuro que se fijan al sustrato mediante rizoides.

El esporofito es muy característico, con una cápsula cilíndrica larga y sin seta. La cápsula se abre en dos valvas que se retuercen en espiral dejando expuesta una columela central.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

Todos los antóceros albergan cianobacterias endosimbiontes del género Nostoc. A pesar de su limitada diversidad en especies presentan un elevado interés filogenético porque algunos autores lo consideran el grupo hermano de las traqueofitas.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

Características generales de las plantas traqueofitas

Las "pteridofitas" (12.000 ESPECIES) constituyen, junto con las espermatofitas, el grupo monofilético que agrupa a todas las plantas vasculares y al que se denomina traqueofitas. El término pteridofito engloba, tradicionalmente, a los helechos verdaderos y grupos afines con una serie de formas cercanas como los psilotópsidos, los licopodios y los equisetos que compartirían la presencia de un ciclo reproductivo con alternancia heteromorfa de generaciones.

Origen

Los pasos previos a la aparición de las plantas vasculares están caracterizados por plantas con esporofitos poliesporangiados (frente a los esporofitos no ramificados de las embriofitas no vasculares). Algunos de ellos, como Aglaophyton (Silúrico) presentan esporangios ramificados pero carecen de células con engrosamientos con funciones de transporte de agua. Rhynia (Silúrico) es un poliesporangiado más derivado (paratraqueofito) que presenta células conductoras de agua muy delgadas aparentemente no lignificadas, resistentes a la degradación y con una capa interna cubriendo una capa esponjosa. La comúnmente considerada como la verdadera planta vascular es Cooksonia.

La presión de selección a favor de un ciclo esporofítico en la conquista de la tierra firme está ligada a la capacidad de este para el trasporte de agua a través del xilema y el floema.

Ciclo de vida heteromorfo con predominio del esporofito

Ciclo reproductivo con alternancia heteromorfa de generaciones independientes. En este ciclo reproductivo, el esporofito cormofítico es la generación dominante e independiente del gametofito (generalmente taloso y de organización simple) que es de pequeño tamaño. La independencia de estas dos generaciones es un caso único entre las plantas terrestres.

Esporofito

El aparato vegetativo del esporofito presenta:

- Raíz, de origen caulinar en los esporofitos maduros.
- Tallos subterráneos y rizomatosos con haces conductores dispuestos en estelas de distintos tipos.
    - Todas las estructuras epigeas presentan una cutícula revistiendo la epidermis que tiene estomas y clorofila.
    - Crecimiento en longitud debido a una célula apical tetraédrica. El crecimiento secundario es poco frecuente.
    - Ramificación generalmente dicotómica, pseudomonopódica (por crecimiento desigual de una ramificación dicotómica), verticilada (en equisetos) o con tendencia a ser monopódica (en helechos).
- Hojas, fundamentalmente de dos tipos:
    - Microfilos: más pequeñas, con un sistema vascular sencillo formado por un único haz conductor que diverge en la periferia del cilindro vascular del tallo sin dejar intersticio foliar y que se extiende a través de la hoja formando un nervio medio no ramificado.
    - Macrofilos: grandes, presentan un sistema vascular complejo, con uno o varios haces que al separarse del cilindro vascular del tallo dejan un área parenquimatosa o

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

intersticio foliar. La hoja está recorrida por un sistema de nervios ramificados.

Los esporofitos producen esporangios, que atendiendo a su origen y modo de desarrollo pueden ser:

- Eusporangios. Se corresponden con el tipo de esporangio más primitivo, originados a partir de varias células epidérmicas. Los eusporangios producen un elevado número de esporas.
- Leptosporangios. Este tipo de esporangio son originados a partir de una única célula. Los leptosporangios presentan un menor número de esporas (comúnmente 64) y, generalmente, están soportados por un pie delgado.

Atendiendo al tamaño de las esporas las pteridofitas pueden ser:

- Isospóreas. Esporas morfológicamente iguales que producen gametofitosbisexuales.
- Heterospóreas. En el esporofito existen dos tipos de esporangios: microsporangios que producen microsporas que dan lugar a gametofitos masculinos y macrosporangios que generan macrosporas que dan lugar a gametofitos femeninos.

En las pteridofitas las esporas presentan dos modelos básicos atendiendo a su simetría:

- Triletas. Se corresponden con esporas que presentan simetría radial. La abertura se sitúa en el centro del polo proximal y está formada por tres radios. Es, probablemente, el tipo más primitivo de esporas en las pteridofitas.
- Monoletas. Se corresponden con esporas que presentan simetría bilateral. En este tipo de esporas la abertura está situada en el centro del polo proximal y está formada por una línea.

Junto a estos dos tipos de esporas, en los equisetos encontramos esporas esferoidales con eláteres y una abertura casi circular en el punto de inserción de éstos.

Gametofito

Las esporas germinan para producir un gametofito que, en las pteridofitas, se denomina protalo.

El desarrollo del protalo puede ser:

- Exospórico. Procede de esporas isospóreas. Todos los protalos son iguales y crecen fuera de la espora. A su vez, los protalos exospóricos pueden ser:
    - tuberosos o filamentosos, generalmente vivaces, subterráneos y en ocasiones en simbiosis con algún hongo o,
    - acintados o cordiformes, generalmente verdes, epigeos y de vida corta.
- Endospóricos. Procede de esporas heterospóreas. Las microsporas originan protalos masculinos y las macrosporas protalos femeninos. En ambos casos los protalos se desarrollan dentro de la espora, la cual se abre para permitir la fecundación.

Por su parte, los gametangios se originan a partir de células superficiales del protalo.

Sistemática

Las pteridofitas comprenden tradicionalmente cuatro grandes grupos: psilotopsidos, licopodios, equisetos y helechos, que han recibido diferentes consideraciones sistemáticas.

Lycopodiophyta

Los licopodiofitos son pteridofitas isospóreas o heterospóreas que constituyen el grupo más basal de los traqueofitos y que se caracterizan por tener hojas de tipo microfilo, frecuentemente liguladas y por producir esporangios solitarios en la axila o en la cara adaxial de los esporofilos.

- **Lycopodiales**: pteridofitas isospóreas y sin lígula. grupo basal. Estas formas presentan un aparato vegetativo verde formado por tallos epigeos, postrados o erectos, con ramificación dicotómica o aparentemente monopódica de los que parten raíces ramificadas

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

dicotómicamente. Los tallos de los licopodiales presentan microfilos coriáceos, de disposición helicoidal o verticilada. Los esporangios son de tipo eusporangio. En el interior de estos esporangios se producen esporas triletas. Por su parte, en los licopodiales los protalos son exospóricos, formándose los anteridios y arquegonios en este mismo protalo. El género más común es Lycopodium.

- **Selaginellales**: Actualmente representado sólo por el género Selaginella que presenta un aparato vegetativo herbáceo, pequeño, rastrero o erecto. Los tallos están cubiertos por pequeñas hojas microfilas provistas de lígula, y se ramifican dicotómicamente o son pseudomonopódicos. Los esporangios son de tipo eusporangio y producen esporas triletas. En este grupo de pteridofitas heterospóreas los protalos son endospóricos. Algunas especies son reconocibles por su capacidad para recuperarse de prolongados periodos de deshidratación y por esa característica se comercializan con el nombre de "rosas de Jericó" (aunque no son las tradicionales rosas de Jericó).
- **Isoetales**: Representadas por un único género, Isoetes. En estas formas los esporofitos son herbáceos y perennes y, los tallos son subterráneos en cuyo ápice se disponen helicoidalmente las hojas formando una roseta. En los isoetales, tanto el tallo como las bases foliares conteniendo los esporangios quedan enterradas. Las hojas son de tipo microfilo con lígula y todas son potenciales esporófilos. Al final del desarrollo estacional cada planta presenta: macrosporofilos que producen macrosporangios y se corresponden con las hojas externas, microsporofilos que producen microsporangios y se corresponden con las hojas medias y, por último, hojas interiores que producen esporangios abortados. Los esporangios son de tipo eusporangio y las microsporas son monoletas mientras que las macrosporas son triletas.

Euphyllophyta Monilophyta

Euphyllophyta agrupa al resto de las pteridofitas (Monilophyta) y a las plantas vasculares (Espermatophyta). Monilophyta reúne en un grupo monofilético a todos los helechos tradicionales y a los equisetos, aunque existe cierto consenso en modificar las relaciones internas entre los distintos grupos. Monilophyta presenta una divergencia basal en dos grandes grupos. El primero está compuesto por las psilotopsidas y un grupo tradicional de helechos, las ofioglosales. El segundo agrupa a los equisetos con dos grupos de helechos cuyas relaciones están en discusión: las maratiales y todos los helechos leptosporangiados.

Monilophyta Psilotopsida + Ophioglossales

- **Psilotopsida**: compuesto por dos géneros, Psilotum y Tmesipteris. El primero está presente en Europa exclusivamente en las Sierras de Algeciras. Este grupo de pteridofitas está formado por plantas pequeñas, herbáceas, perennes, rizomatosas que viven en grietas de rocas como epifitas. En Psilotum los tallos aéreos son verdes (fotosintéticamente activos) y las hojas están reducidas a apéndices escamosos sin vascularizar, dispuestos helicoidalmente. Por su parte en Tmesipteris, las hojas también se disponen de manera helicoidal pero presenta hojas desarrolladas con un nervio central. Probablemente están más cercanamente emparentados con algunos tradicionalmente considerados "helechos verdaderos" (las ofioglosales) de lo que se consideraba en las clasificaciones tradicionales.
- **Ophioglossales**: plantas perennes con esporofitos pequeños. Las frondes del esporofito son muy características y diferencian un limbo y un peciolo. De la fronde surge un segmento fértil (esporóforo) en el que se localizan los esporangios. Estos producen esporas triletas y verrucosas. Los protalos son subterráneos, de consistencia carnosa y forma esférica, que se desarrollan en simbiosis con un hongo. Los géneros más representativos y que presentan una distribución cosmopolita son: (1) Ophioglossum, presenta frondes con los segmentos fértiles y estériles enteros y esporóforo simple y, (2) Botrychium, que presenta frondes con los segmentos fértiles y estériles divididos y esporóforo ramificado.

Monilophyta Marattiales

El grupo está constituido por unas 300 especies de helechos de gran tamaño, con tallos aéreos que se caracterizan por la presencia de trofópodos, es decir, estípulas en la base de cada hoja que acumulan almidón y por la producción de mucílago, una característica singular entre los helechos.

Podrían estar más cercanamente emparentados con los helechos leptosporangiados o como los equisetopsidos.

Monilophyta Equisetopsida

Los equisetopsidos, equisetos o colas de caballo están representados en la actualidad por un único género, Equisetum. Plantas perennes, con el esporofito formado por un sistema de rizomas del que parten las raíces y los vástagos aéreos simples o ramificados. Las raíces y los tallos se estructuran en nudos y entrenudos. En cada nudo aparece un verticilo de hojas escuamiformes de tipo microfilo. A su vez, de los nudos de los rizomas parten las raíces. En los vástagos aéreos, los entrenudos están estriados longitudinalmente presentando costillas y surcos paralelos. La epidermis de Equisetum presenta células que acumulan una gran cantidad de sílice en forma de pequeñas protuberancias de morfología y distribución de interés taxonómico.

Las hojas son de tipo microfilo, uninervias, escuamiformes, reducidas en tamaño y fusionadas entre sí formando una vaina. Tienen capacidad fotosintética durante un corto periodo de tiempo.

Dentro de este grupo de pteridofitas, se conocen especies homomorfas (que sólo producen un tipo de vástagos aéreos), y otras dimorfas, que producen vástagos vegetativos verdes y vástagos fértiles en los que se desarrollan los esporangios.

Los equisetos son isospóreos, con esporas esféricas que presentan una serie de expansiones muy características denominadas eláteres y, presentan protalos exospóricos, verdes y talosos.

Monilophyta Leptosporangiados

Generalmente, se acepta que los helechos leptosporangiados constituyen un grupo monofilético, mientras que los grupos eusporangiados son linajes primitivos.

- "Helechos eusporangiados" constituido por dos grupos tradicionales de helechos, las ofioglosales (de distribución cosmopolita) y las maratiales (de distribución tropical y subtropical), que, en las clasificaciones más recientes, no parecen estar cercanamente emparentados ni entre sí, ni con los helechos leptosporangiados.
- Helechos leptosporangiados se corresponden con los grandes grupos de helechos a los que tradicionalmente se les atribuye una categoría de "orden".

Los filicópsidos constituyen el grupo no monofilético de los tradicionalmente considerados como "helechos verdaderos".

Los miembros del grupo presentan hojas de tipo macrofilo y pueden producir varios esporangios en cada esporófilo, en distintas posiciones. Los representantes de este grupo de pteridofitas, presentan un esporofito claramente diferenciado en raíz, tallo y hojas. Generalmente los tallos son rizomas subterráneos, cortos y, más o menos erectos aunque también pueden ser aéreos y columnares, como en los helechos arborescentes. Es común que presenten un indumento formado por pelos o por estructuras epidérmicas escuamiformes denominadas páleas.

En los filicópsidos, las hojas son los órganos dominantes del esporofito y se denominan frondes. Estos pueden ser:

- Trofosporofilos: comparten la función fotosintética y de generación de esporangios.
- Trofofilos: únicamente fotosintetizadoras.
- Esporofilos: únicamente producen esporangios.

Generalmente, las frondes están divididas. Cada división del segmento foliar se denomina pinna y,

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

dependiendo del orden de división las frondes pueden ser uni-, bi-, tripinnada o incluso más. Por su parte, los segmentos foliares de último orden se denominan pínnulas.

Los esporangios se producen siempre en las hojas y, comúnmente, suelen disponerse en grupos denominados soros (generalmente en el margen o en el envés de la hoja). También pueden aparecer aislados o soldados formando sinangios. A su vez, los soros pueden ser desnudos o estar protegidos por una membrana de origen epidérmico que se denomina indusio.

La mayoría de los miembros del grupo son isospóreos, con esporas triletas y monoletas.

Sistemática de los helechos leptosporangiados:

- **Osmundales**: Presentan esporofitos con tallos aéreos erectos y no ramificados. Las frondes son pinnadas y con nervadura abierta. En estas formas, los esporangios son grandes, sin estructuras y, de tipo intermedio entre el eusporangio y el leptosporangio. En estos esporangios se desarrollan esporas triletas esféricas y verdes. Por su parte, los representantes de este grupo se caracterizan por desarrollar protalos epigeos, verdes y acintados. Ejemplo: Helecho real (Osmunda regalis).
- **Dicksoniales**: están incluidos los denominados helechos arborescentes. Las dicksoniales presentan esporofitos erectos grandes, con tallos sin ramificar y esporas triletas. Las frondes son pinnadas, de nervadura abierta, formando un penacho en la zona apical. Ejemplo, Cyathea arborea es relativamente frecuente como ornamental. Las dicksoniales están cercanamente emparentadas con la familia Culcitaceae de las que Culcita macrocarpa es un endemismo ibero-macaronésico que se encuentra en Azores, Madeira, Canarias y escasos puntos de la Península Ibérica.
- **Dennstaedtiales**: Presentan esporofitos con rizomas largos revestidos de pelos, paleas o ambos. Las frondes están divididas, cubiertas de pelos articulados y con nervadura abierta. Las dennstaedtiales presentan esporangios en soros en los que se desarrollan esporas triletas o monoletas. Ejemplo: helecho común (Pteridium aquilinum).
- **Pteridales**: Ppresentan frondes pinnados con nervadura abierta o reticulada. Además, presentan hidatodos, estructuras en la cara superior de las frondes por las que emiten una solución acuosa. Las esporas son triletas. Ejemplos ornamentales comunes: Pteris y Adiantum capillus-veneris.
- **Polypodiales**: La mayoría de los representantes de este grupo son formas epifitas. En las polipodiáceas son comunes las frondes enteras, cubiertas de distintos tipos de indumentos. Por su parte, los esporangios aparecen en soros desnudos, redondeados o extendidos sobre los nervios en formaciones alargadas. Las polipodiales son formas isospóreas y presentan esporas monoletas. Ejemplo: Polypodium vulgare es común en muros y rocas ácidas y como epifito sobre lechos de briofitas.
- **Aspleniales**: Agrupa a la mayoría de los helechos leptosporangiados con indusios de distintas morfologías y que presentan esporas monoletas. Se distinguen varias familias importantes, que agrupan a formas comunes como Asplenium (común como ornamental), el "helecho hembra" (Athyrium filix-femina), el "helecho macho" (Dryopteris filix-mas). También es reseñable la especie macaronésica Davallia canariensis.
- **Blechnales**: Los miembros de este grupo se caracterizan por presentar una reunión continua de esporangios a lo largo del margen de las pínnulas que se denomina cenosoro. Las esporas son monoletas.Presentan un representante ibérico: Blechnum spicant.
- **Hydropteridales**: Denominados helechos acuáticos que presentan esporas triletas. Se distinguen formas como Marsilea, en las que las frondes tienen un peciolo largo rematado en una lámina dividida en cuatro pinnas iguales y sésiles. Se conocen también formas flotantes como Azolla.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

ESPERMATOFITAS

Características generales de las espermatofitas

Las espermatofitas son un grupo monofilético que agrupa a todas las plantas con semillas (unas 760 especies de gimnospermas y unas 250.000 especies de angiospermas). Muchas de sus novedades evolutivas están relacionadas con adaptaciones asociadas a la colonización del medio terrestre:

- Adquisición de tejidos de carácter protector, impermeabilizados y con el desarrollo de aparatos estomáticos.
- Desarrollo de un sistema radicular y de un sistema vascular complejo.
- Desarrollo de los tejidos de sostén (esclerénquima y colénquima) y el reforzamiento de los elementos xilemáticos mediante la deposición de lignina. Son cormofitas.

La fase dominante del ciclo biológico es el esporofito. La fase gametofítica está extremadamente reducida: el gametofito masculino se desarrolla dentro del grano del polen y el gametofito femenino dentro de los primordios seminales del esporofito materno:

- Gametofito masculino: Los granos de polen se forman por meiosis en el interior de sacos polínicos que, en el caso más derivado, se desarrollan en el interior de las anteras de los estambres. Cada grano de polen contiene una célula haploide que inicialmente se divide en dos para dar lugar a las dos primeras células del gametofito masculino. El desarrollo del gametofito se completa cuando el grano forma el tubo polínico. Del interior del tubo polínico saldrán dos gametas flageladas o dos células espermáticas.
- Gametofito femenino: Los primordios seminales aparecen insertos sobre hojas más o menos especializados (gimnospermas) o en el interior de estructuras especializadas, como los carpelos (angiospermas). Cada primordio presenta una o dos envueltas (tegumentos) que rodean total o parcialmente un tejido (nucela) en el que algunas células (células madre de las megasporas) originan, tras un proceso meiótico, una o varias megasporas haploides que nunca abandonan la planta que las originó. La megaspora haploide da lugar a los gametas femeninos (óvulos).

Tras la fecundación del óvulo se origina un zigoto del que se desarrolla un embrión pluricelular. Este queda alojado dentro del primordio, rodeado de un tejido gametofítico y esporofítico con misión nutricia, al mismo tiempo que las envueltas tegumentarias forman una envuelta protectora (testa). Toda esta estructura constituye la semilla.

Precursores de las espermatofitas (lignofitas no espermatofitas)

Las espermatofitas pertenecen a un grupo monofilético más amplio (las lignofitas) en el que también están incluidas las tradicionales progimnospermas, con las que comparten la presencia de leño secundario. Estas "progimnospermas" se desarrollaron en el Paleozoico, desde el Devónico al Carbonífero (hace unos 350-300 millones de años). Entre estas, uno de los géneros más comunes y característicos es Archaeopteris una planta de porte arbóreo (hasta 10 metros de altura) con una estela semejante a la de los helechos, pero con leño secundario formado por traqueadas interconectadas.

Espermatofitas Gimnospermas (espermatofitas no angiospermas)

Las gimnospermas no forman un grupo monofilético. El término únicamente reúne a las espermatofitas que:

- Poseen primordios seminales desnudos (y, por lo tanto, no presentan frutos) insertos directamente sobre hojas especializadas o protegidas por brácteas en estructuras

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

estrobiliformes.

- El embrión está protegido por una semilla.
- El gametofito femenino comienza como un tejido plurinuclear que paulatinamente se tabica para acabar formando en el polo micropilar de dos a numerosos arquegonios que albergan en su seno al gameto femenino.
- Microsporas transportadas por distintos vectores.
- El gametofito masculino libera dos células espermáticas flageladas y una de ellas fecunda al óvulo.
- Son frecuentes las fecundaciones múltiples.
- A diferencia de las angiospermas, el embrión presenta una fase plurinucleada inicial.
- Presentan un sistema vascular y elementos de sostén elaborados.
- Aparece un tejido meristemático (el cambium) que permite el engrosamiento secundario.

Se considera que pueden estar compuestas por trece grupos.

"Helechos con semillas" paleozoicos

Aparecen a finales del período Devónico (hace más de 360 millones de años). En general tienen el aspecto de un helecho arborescente, y sus grupos más primitivos se han considerado clásicamente como progimnospermas, pero poseen semillas. Se conocen varios grandes grupos que se distribuyen en los períodos Carbonífero y Pérmico (desde hace 360 a 270 millones de años).

Cycadopsida

Se conocen desde el Carbonífero, son abundantes durante el Mesozoico y un centenar de representantes sobreviven en la actualidad, fundamentalmente incluidos en la familia Cycadaceae (las cicas), aunque existen otras.

- Tienen el aspecto de palmeras o helechos arborescentes.
- Los tallos son simples y eustélicos y presentan hojas pinnadas que se disponen en una roseta en el extremo del tallo.
- Acumulan almidón y frecuentemente presentan canales mucilaginosos.
- El sistema radicular está bien desarrollado.
- Son dioicas.
- Las estructuras reproductoras son estrobiliformes y, generalmente, terminales. En Cycas los primordios seminales se sitúan sobre megasporófilos que se disponen en una corona en el extremo del tallo. Los sacos polínicos se disponen en la cara abaxial de los microsporófilos.

Tras la fecundación, y a medida que el embrión madura, el tegumento se transforma en la cubierta seminal haciéndose pétreo internamente (esclerotesta) y carnoso y coloreado externamente (sarcotesta).

Ejemplo: Cycas revoluta se cultiva comúnmente como ornamental.

Gynkgospsida

Abundantes durante el Mesozoico, sólo queda un representante actual: Ginkgo biloba. Sus tallos son semejantes a los de las coniferópsidas y presentan pólenes, primordios seminales y desarrollo del gametofito femenino semejante al de las cícadas. Es un árbol dioico, caducifolio, originario de Japón y China y habitualmente usado como ornamental. Tiene hojas con un peciolo largo y un limbo flabelado o bilobulado, con nervios ramificados dicótomamente.

Presenta heterofolia: las hojas de los braquiblastos (pequeñas ramitas) y las basales de las ramas

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

normales son subenteras, mientras que el resto están profundamente bilobuladas.

Sobre los braquiblastos los árboles masculinos producen los estróbilos con microsporófilos y los árboles femeninos producen grupitos de pedúnculos cilíndricos en los que se sitúan los primordios seminales.

Generalmente se cultivan como ornamentales sólo los ejemplares masculinos, dado que la exotesta carnosa de las semillas desprende un olor desagradable (ácido butírico).

Coniferopsida

Casi todos sus representantes son árboles o arbustos. Se caracterizan por desarrollar unas estructuras (denominadas conos) que son estróbilos en los que se disponen de forma independiente los sacos polínicos y los primordios seminales. Se pueden reconocer algunos grupos extintos, como las Cordaitales y las Voltziales, y otros con representantes actuales, como las Coniferales.

- **Coniferales**: Incluye unas 600 especies (65 géneros) agrupadas en siete familias. La mayoría son arbóreas, con troncos rectos y leño secundario con traqueidas areoladas. Son frecuentes los conductos resiníferos. La ramificación es generalmente monopódica. Hojas generalmente persistentes y con superficie reducida (acicular o linear- lanceoladas). Suelen presentar una cutícula gruesa y los estomas dispuestos en depresiones o bandas estomáticas, a menudo muy evidentes. Habitualmente monoicas, con órganos sexuales ubicados en estróbilos diferentes. Los estróbilos masculinos suelen ser de menor tamaño. Producción de polen alta. Dispersión anemófila. El polen presenta una abertura (leptoma) y, en algunos casos, sacos aéreos. Los primordios seminales se disponen en estróbilos (salvo en Taxus). Estos estróbilos compuestos constan de un eje sobre el que se inserta un número variable de brácteas o escamas tectrices en cuya axila aparece una bráctea seminífera con uno o varios primordios seminales. El grupo comprende varias familias importantes:
    - **Pinaceae**: Nueve géneros que constituyen el grupo dominante en los bosques boreales del Hemisferio Norte y las zonas montañosas de ambos hemisferios. Hojas aciculiformes, estrechamente lineares o escuamiformes dispuestas helicoidalmente en macroblastos (Picea, Abies), braquiblastos (Pinus) o ambos (Cedrus). Algunos géneros característicos son: pinos (Pinus), abetos (Abies), píceas (Picea), cedros (Cedrus) y alerces (Larix). Abies pinsapo es un endemismo español que se distribuye en algunos sierras de Cádiz y Málaga.
    - **Cupressaceae**: 19 géneros de árboles y arbustos monoicos o dioicos. Las hojas son aciculares o escuamiformes y se disponen opuestas o en verticilos de tres. Los estróbilos femeninos suelen ser leñosos y con brácteas tectrices fuertemente fusionadas (arcéstidas de Cupressus), aunque los hay carnosos (gálbulos de Juniperus). Existen formas características del Hemisferio Norte (Cupressus, Chamaecyparis y Thuja) y del Hemisferio Sur (Callitris, Libocedrus y Papuacedrus). En Europa son autóctonos los géneros Tetraclinis (T. articulata se distribuye exclusivamente en Murcia y Malta) y Juniperus (sabinas y enebros). De amplia distribución como ornamentales son las tuyas (Thuja) y los cipreses (Cupressus).
    - **Taxodiaceae**: Poco numerosas. Están representadas en el Hemisferio Norte. Ejemplos: Cryptomeria (usada en repoblaciones), los cipreses de los pantanos (Taxodium) y las secuoyas (Sequoia). Ésta última, distribuida naturalmente en la costa pacífica norteamericana, tiene algunos célebres representantes que pueden alcanzar los 100 metros de altura.
    - **Araucariaceae**: Dos géneros de plantas arbóreas con hojas anchas o lineares, opuestas o en espiral. Actualmente están restringidos al Hemisferio Sur. Ejemplo: Araucaria agrupa a las araucarias y colas de mono.
    - **Podocarpaceae**: Arbustos y árboles generalmente dioicos y de gran talla. Hojas

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

escuamiformes, lineares y anchas dispuestas en espiral. Varios géneros actualmente restringidos al Hemisferio Sur, entre los que el más característico es Podocarpus.

- **Taxaceae**: Árboles o arbustos dioicos restringidos al Hemisferio Norte (excepto Australotaxus). Suelen presentar troncos de gran grosor y ramas horizontales, carentes de conductos resiníferos y con hojas lineares o aciculares, aplanadas, con un sólo haz vascular, dispuestas en espiral. El género más característico es Taxus, representado en Europa por los tejos (Taxus baccata).

"Helechos con semillas" mesozoicos

Los grupos hermanos de las Antofitas son una serie de "helechos con semilla" restringidos al Mesozoico. En algún momento, estos "helechos con semilla" y los "helechos con semilla" paleozoicos se han agrupado en un único grupo denominado "pteridospermales", pero actualmente está comúnmente aceptado que los "helechos con semillas" pertenecen a linajes muy distintos.

El grupo de "helechos con semilla" mesozoicos más relevante es Glossopteridopsida (Pérmico-Triásico de Gondwana) que probablemente constituye el grupo hermano de las Antofitas. La denominada "flora de Glossopteris" es una flora extinta muy característica.

Antofitas

Grupo formado por aquellas plantas que presentan estructuras reproductoras sexuales caracterizadas por la agregación de esporofilos modificados y, en ocasiones, un perianto protector. Son, por lo tanto, las plantas con flores (angiospermas) y aquellas que presentan estructuras semejantes. Entre estás últimas, son reseñables dos grupos extintos: Bennettitopsida y Caytoniopsida; y un extraño grupo con representantes actuales: Gnetopsida.

- **Bennettitopsida**: Uno de los grupos más importantes durante el Mesozoico. Se extinguen a finales del Cretácico (hace unos 65 millones de años) coincidiendo con la desaparición de los dinosaurios y la expansión de las Angiospermas. Presentan hojas pinnadas, órganos reproductivos reunidos en estructuras bisexuales rodeadas de hojas estériles y primordios seminales insertados directamente sobre un receptáculo desnudo.
- **Gnetopsida**: Comparten con las angiospermas la presencia de traqueas en el leño, tubos cribosos en el floema y estructuras sexuales semejantes a flores. En algunos casos presentan incluso procesos de doble fecundación. Sólo se conocen en la actualidad tres géneros muy dispares.
    - **Ephedrales**. Ephedra presenta una distribución cosmopolita. Generalmente son arbustos xeromorfos, con tallos provistos de nudos y entrenudos. Hojas generalmente reducidas. Presentan doble fecundación como las angiospermas, aunque no se forma endospermo secundario. Alto contenido en alcaloides (efedrina).
    - **Welwitschiales**. Género endémico del desierto de Namib en el suroeste africano. El tronco es grueso, subterráneo. Solo produce dos hojas adultas grandes de crecimiento continuo. Es la única espermatofita gimnosperma con metabolismo tipo CAM.
    - **Gnetales**. El género Gnetum alberga árboles, arbustos y lianas con hojas pecioladas y con limbo elíptico recorrido por un nervio principal del que parten nervios secundarios en posición pinnada.
- **Caytoniopsida**: Grupo extinto (Triásico-Cretácico Inferior) que, probablemente, constituye el grupo hermano de las Angiospermas. Presentan hojas pecioladas con limbo palmatipartido en cuatro foliolos pareados, con el nervio principal muy aparente y nerviación secundaria anastomosada.

ANGIOSPERMAS

Características generales de las Angiospermas

Origen del grupo

Las angiospermas son un grupo monofilético que agrupa a unas 250.000 especies de plantas con flores que aparece durante el Cretácico Inferior (hace unos 130 millones de años).

Presentan una reproducción sexual altamente especializada con elementos muy característicos:

- Presentan flores con estructuras, como pétalos, sépalos que facilitan la polinización mediante vectores, como los insectos.
- Los microsporangios y megasporangios están protegidos en el interior de hojas transformadas en estambres (homólogos a los microsporófilos) y carpelos (homólogos a los megasporófilos).
    - Los carpelos presentan una porción ensanchada (ovario) en la que aparecen los primordios seminales y una parte filamentosa (o estilo), que porta la superficie receptiva (o estigma), sobre la que se depositan y germinan los granos de polen.
- El polen de las angiospermas presenta morfologías muy diversas.
- La fase gametofítica está muy simplificada, en la que intervienen gametofitos muy reducidos:
    - Gametofito masculino: constituido por una célula vegetativa (que produce el tubo polínico) y una célula generativa (que origina los dos núcleos espermáticos).
    - Gametofito femenino: generalmente reducido a un saco embrionario con siete células y ocho núcleos.
- El embrión acaba incluido en una semilla, pero el desarrollo difiere del de las de las gimnospermas en que:
    - Se produce un proceso de doble fecundación:
        - Uno de los núcleos espermáticos fecunda al óvulo para originar el cigoto.
        - El segundo se une a dos de los núcleos del saco embrionario para formar un núcleo triploide que generará un tejido nutricio (endosperma secundario).
    - Las semillas quedan incluidas en una cubierta protectora de origen carpelar que es el fruto

Organización morfológica de las angiospermas

Tallo

En el embrión de las espermatofitas existe un vástago, que se desarrolla por encima de los cotiledones, y que dará lugar al tallo y las hojas. El tallo tiene funciones vasculares, de acumulación y de sostén. De fuera hacia adentro, el tallo está constituido por distintos tejidos:

- Epidermis: encargada de proteger a la planta frente a la deshidratación.
- Córtex: formado principalmente por células parenquimatosas y que constituye el lugar en el que se almacenan las sustancias de reserva.
- Endodermis: formada por una banda de células caracterizada por poseer lignina y suberina, relacionadas con la permeabilidad.
- Sistema vascular: constituido por una estela que engloba al floema y al xilema. La estela tiene también función de sostén. Hay distintos tipos de estelas con significado evolutivo. Los haces del sistema vascular conectan con las hojas.

Atendiendo al tipo de división del ápice del tallo se pueden producir varios tipos de ramificación:

- dicótoma: la célula apical se divide en dos células hijas que se orientan en dos ejes

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

divergentes.

- lateral: la ramificación se debe a yemas laterales situadas por debajo del ápice.
    - Ramificación monopódica: el crecimiento de la yema apical es mayor que el de las laterales.
    - Ramificación simpódica: el crecimiento de la yema apical es menor que el de las laterales

Hojas

Las hojas son estructuras laminares, con crecimiento limitado, que, generalmente se insertan en los laterales de los tallos. No todos los órganos laminares de las plantas son hojas. Las estructuras laminares presentes en las plantas pueden ser:

- **Nomófilos**: son las hojas en sentido estricto. Principales órganos fotosintéticos y de transpiración.
- **Catáfilos**: hojas escuamiformes situadas entre los cotiledones y los nomófilos, escamas en la base de tallos vegetativos y en los rizomas de los helechos.
- **Hipsófilos**: brácteas situadas entre los nomófilos y las piezas florales.

En general, se componen de una lámina (limbo), sostenida por un pie (peciolo) que puede portar una o dos brácteas basales (estípulas). En el caso más general, el limbo es la porción laminar de la hoja en la que se encuentran los tejidos fotosintetizadores. El limbo posee un sistema de vascularización que se observa externamente en la denominada venación. A su cara adaxial (la superficie que mira hacia el tallo, al menos inicialmente) se la denomina "haz" y a la cara abaxial (la superficie opuesta) se la denomina "envés".

Las hojas presentan una epidermis externa que rodea a un mesofilo interno, compuesto de un parénquima de carácter asimilador.

Sistema vascular: en cada lámina foliar entran uno o más rastros foliares. La nervadura o venación es el conjunto de vasos que constituyen el sistema vascular de la hoja. Atendiendo a su venación las hojas pueden clasificarse:

- Por el número de venas:
    - Uninervadas: con una sola vena.
    - Plurinervadas: con dos o más venas.
- Por las conexiones entre las venas:
    - Con venación abierta: Venas libres hasta los extremos, no anastomosadas entre sí. Frecuentemente dicótoma.
    - Con venación cerrada: Venas anastomosadas entre sí, dispuestas paralelamente o formando una red.
- Por la estructura de la venación:
    - Compuestas por un nervio principal y nervios secundarios (típica de dicotiledóneas).
    - Paralelinervias: Venas principales aproximadamente paralelas que pueden converger en el ápice (monocotiledóneas).

Raíz

Es el órgano sin hojas, de geotropismo positivo, que lleva en su ápice una vaina (caliptra, cofia o pilorriza) que protege el meristema de crecimiento apical. En sentido estricto aparece en los helechos y las antofitas. En los gimnospermas y dicotiledóneas deriva del ápice radical del embrión. Por su parte, en las monocotiledóneas el sistema radicular es de origen caulinar y está formado, por lo tanto, por raíces adventicias. En las raíces, los tejidos vasculares forman una estructura compacta (protostela) rodeada por un tejido meristemático (el periciclo).

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

Reproducción de las angiospermas

Diferenciación de sexos

En la reproducción sexual se considera que los órganos donantes de núcleos son masculinos y los receptores son femeninos. Atendiendo a los órganos que poseen los individuos pueden ser masculinos, femeninos o hermafroditas. Las formas procariotas no presentan división de sexos.

Atendiendo a la distribución de géneros una especie es:

- **Hermafrodita** cuando los dos sexos se manifiestan juntos en la misma estructura.
- **Unisexual** cuando cada sexo se manifiesta en una estructura.
    - **Monoica** cuando las estructuras en las que se manifiestan los dos sexos están en el mismo individuo.
    - **Dioica** cuando las estructuras en las que se manifiestan los dos sexos están en distintos individuos.

En el caso de darse combinaciones de los casos anteriores, flores hermafroditas y monoicas en el mismo o en distintos individuos, la especie se considera **Polígama**.

Autofecundación y fecundación cruzada

La sexualidad está orientada hacia el cruce entre individuos distintos, lo que se conoce como **alogamia**, por lo que, generalmente, aparecen mecanismos que impiden la autofecundación. Los procesos de autofecundación o **autogamia**, están relacionados con mecanismos para asegurar la reproducción sexual en condiciones especiales. Algunos mecanismos que favorecen o impiden la autofecundación en plantas monoicas o en las flores hermafroditas son:

- Homogamia en el caso de que tanto los órganos masculinos como los femeninos maduran al mismo tiempo. Este mecanismo favorece la autofecundación.
- Dicogamia en el caso en el que la maduración de cada uno de los sexos sufra un desfase impidiendo la autofecundación. En este caso las flores se dividen en:
- Proterandras cuando madura primero el componente masculino.
- Proteroginas en el caso en el que madura primero el componente femenino.

Inflorescencias

Una inflorescencia es la ramificación que porta las flores.

Partes de la inflorescencia:

- Se denomina **pedúnculo** a cada rama de la inflorescencia.
- Se denomina **pedicelo** a cada rama terminal que porta la flor.
- **Brácteas y bractéolas** son las hojas transformadas que puede acompañar a la flor.
- Flor es el conjunto de órganos sexuales rodeados por brácteas.

Tipos de inflorescencias:

- Por el cierre de los ejes
    - Cimosas (cerradas): en cada una de las sucesivas ramificaciones, el eje principal remata en una flor, por lo que la floración es centrífuga (maduran desde el eje hacia la periferia).
    - Racemosas (abiertas): la secuencia de maduración se produce hacia el eje central (floración centrípeta), que no remata en una flor y continúa creciendo.
- Por el orden de ramificación
    - Cimosas:
        - Cima simple o dicasio compuesta por tres flores, una central y dos laterales.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

- Cima unípara o monocasio se corresponde con la cima en la que aborta una flor lateral.
- Cima helicoide o ripidio se refiere a la cima con las flores situadas en el mismo plano sobre pedicelos enfrentados a sus brácteas.
- Cima escorpioide o drepanio se corresponde con la cima en la que la secuencia de formación de flores sigue la misma dirección hasta configurar una estructura escorpioide.

- Racemosas:
  - Simples: solo tienen ramificaciones de primer orden.
    - Racimos: con flores pedunculadas.
    - Espigas: con flores sentadas.
    - Espádices: espigas con el eje engrosado.
    - Umbela: flores pedunculadas con todos los pedicelos naciendo del mismo punto.
    - Capítulo: umbela con las flores sentadas en un receptáculo.
  - Compuestas: poseen ramificaciones de segundo orden o superior.
    - Umbela doble o umbela de umbelas.
    - Capítulo doble o capítulo de capítulos.
    - Panícula o racimo de racimos.

Se denominan pseudantos las inflorescencias que funcional o estructuralmente semejan ser una flor.

Flores

La flor es el conjunto de órganos sexuales rodeados por brácteas, típico de algunas fanerógamas, concretamente las antofitas

Receptáculo floral

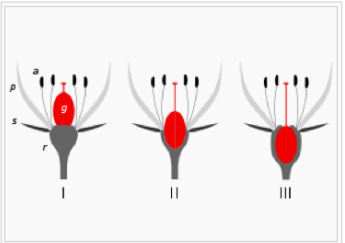
El receptáculo floral es el ensanchamiento del pedicelo en el que se asientan las piezas estériles y fértiles de la flor.

Atendiendo a la disposición de las piezas florales con respecto al gineceo, la flor puede ser:

- **Hipógina** cuando las piezas florales se insertan en el receptáculo por debajo del gineceo.
- **Perígina** en el caso de que las piezas florales se inserten sobre el nivel basal del gineceo.
- **Epígina** se refiere a la flor en la que el gineceo se encuentra embutido en el receptáculo y las piezas florales se sitúan por encima del gineceo.

Atendiendo a su relación con el receptáculo, existen distintos tipos de ovarios:

- Súpero: ovario colocado sobre el receptáculo.
- Semiínfero: ovario semiembutido y no soldado al receptáculo.
- Ínfero: ovario completamente embutido y soldado al receptáculo.



Esquema de las posibles posiciones del ovario **I** ovario súpero, **II** ovario semiínfero o medio, **III** ovario ínfero. a: androceo, g: gineceo, p: pétalos, s: sépalos, r: receptáculo

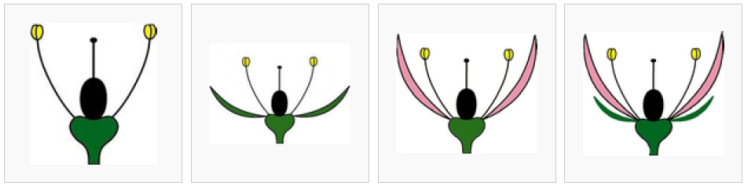
Perianto

El perianto es el conjunto de piezas de la flor que envuelven a los órganos sexuales. Estas piezas pueden ordenarse helicoidalmente en verticilos:

- Verticilo de sépalos o cáliz.
- Verticilo de pétalos o corola.
- Ocasionalmente puede aparecer un verticilo de hipsófilos o epicáliz.

Atendiendo a los verticilos que forman el perianto, las plantas pueden ser:

- Heteroclamídeas: formado por dos verticilos diferentes, el externo o cáliz (sépalos) y el interno o corola (pétalos).
- Monoclamídeas: formado por un único verticilo sepaloideo. A las piezas de estos periantos se les denomina tépalos.
- Aclamídeas: perianto atrofiado o nulo.

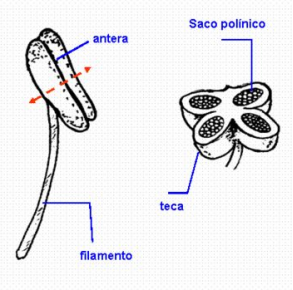


Aclamídea (sin perianto) | Monoclamídea (sin pétalos) | Monoclamídea (sin sépalos) o bien Homoclamídea (pétalos y sépalos iguales) | Heteroclamídea (pétalos y sépalos distintos)

Atendiendo a la relación entre los elementos de los verticilos que constituyen el perianto, las plantas pueden ser:

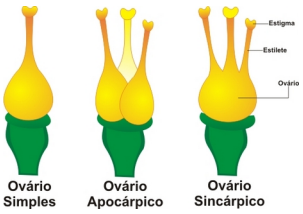
- Simpétalas/sinsépalas/sintépalas presentan los pétalos/sépalos/tépalos fusionados.
- Coripétalas/corisépalas/coritépalas: presentan los pétalos/sépalos/tépalos libres.
- Gamopétalas/gamosépalas/gamotépalas: presentan, respectivamente, los pétalos/sépalos/tépalos fusionados basalmente.

Androceo



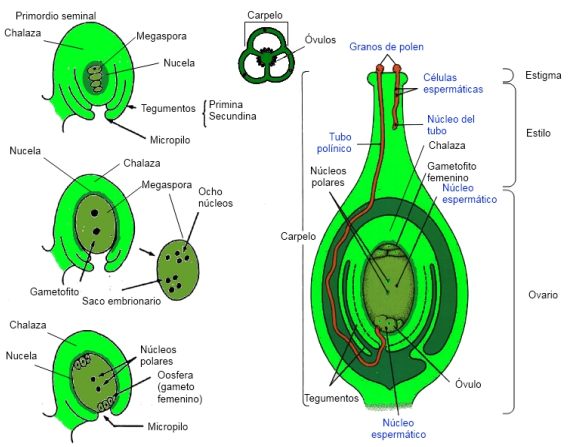
El Androceo es el conjunto de estambres de la flor. Cada estambre se compone de un **filamento** y de una **antera** que aloja los granos de polen. Las anteras presentan dos cuerpos, denominados **tecas**, con dos cavidades, los **sacos polínicos** en el interior de los cuales se producen los granos de polen. En las flores primitivas se presentan numerosos estambres en disposición helicoidal y la condición derivada conduce a una disposición verticilada de un pequeño número. **Palinología**: estudio de los granos de polen

Gineceo



El Gineceo es el conjunto de órganos femeninos de la flor y deriva de hojas fértiles femeninas trasformadas. Estas hojas fértiles están representadas en las angiospermas por los carpelos, los cuales se sueldan dando lugar a una cavidad, denominada ovario en la que se cobijan los primordios seminales.

El pistilo es el órgano funcional femenino de la flor. Está constituido por la soldadura de uno o más carpelos y compuesto por tres partes que reciben el nombre de ovario, estilo y estigma, respectivamente. Cuando un carpelo se suelda consigo mismo a nivel medio da lugar a lo que se conoce como gineceos apocárpicos o coricárpicos. Si el carpelo se suelda con carpelos adyacentes a través de sus márgenes, los gineceos reciben el nombre de sincárpicos o cenocárpicos.



La placenta es el tejido fértil en el que se desarrollan los primordios seminales. El primordio está compuesto por un pie, el funículo, y un cuerpo central, la nucela, rodeada de uno (unitegumentados) o dos tegumentos (bitegumentados), que contiene el saco embrionario. El punto de unión entre el haz vascular del funículo y el comienzo de las ramificaciones para regar la nucela y los tegumentos se denomina calaza. Los tegumentos dejan una abertura apical para la entrada del tubo polínico, denominada micrópilo.

La relación entre el funículo, calaza y micrópilo produce seis tipos de primordios, uno general, denominado anátropo, y el resto, en algunos casos, muy característicos de grupos taxonómicos concretos. La relación del primordio anátropo con la placenta genera también distintos tipos de gineceo.

Fisiología de la reproducción de las plantas con flores.

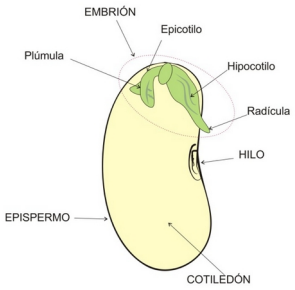
En las plantas con flores los gametos masculinos acceden directamente a la ovocélula a través del tubo polínico, los arquegonios tienden a desaparecer y son comunes los sacos embrionarios complejos. En las Angiospermas, los granos de polen (microsporas) producidos por las células madres de los sacos polínicos germinan sobre el estigma, desarrollando el tubo polínico. En cada grano de polen se desarrolla un gametofito masculino reducido compuesto por una célula vegetativa y una célula espermatógena. Estas dos células avanzan por el tubo polínico hasta las proximidades del saco embrionario. En este momento, la célula vegetativa se descompone y la célula espermatógena se divide para producir dos gametos. El gametofito femenino está representado por el saco embrionario cuya formación se inicia con la meiosis de la célula madre y la producción de megasporas. En el modelo más frecuente, de las cuatro macrosporas producidas en la esporogénesis tres degeneran y solo una dará lugar al saco embrionario. En una primera división de esta espora se originan dos células, que por división posterior originan cuatro células apicales y cuatro basales. De éstas, una de cada polo emigra al centro quedando el saco constituido por una ovocélula flanqueada por dos sinérgidas apicales, dos células centrales y tres células basales o antípodas.

Una de las novedades evolutivas más importantes de las angiospermas es el proceso de doble fecundación. Este proceso deriva de que los dos gametos que llegan al saco embrionario son fértiles. Uno de ellos fecunda a la ovocélula para dar un zigoto diploide dando lugar al embrión, mientras que el otro se fusiona con los núcleos polares (fecundación vegetativa) para formar un cigoto accesorio de dotación triploide o poliploide dando lugar al endosperma secundario.

Formación del embrión y la semilla.

Una vez que se ha producido la fecundación se inicia la formación de la semilla con el desarrollo del embrión, los tejidos de reserva y las cubiertas externas. El embrión procede de la fecundación de la ovocélula y posee una dotación diploide. El embrión está constituido por:

- un ápice radical o radícula,
- un hipocótilo que termina en una yema vegetativa,
- los cotiledones (numerosos en algunas gimnospermas, dos en dicotiledóneas y uno en monocotiledóneas).



Cada primordio fecundado y maduro proporciona finalmente una semilla y éstas aportan caracteres tanto internos como externos a la información taxonómica derivados del tipo de cubierta externa (testa), la forma del embrión, la existencia de endosperma, que este sea primario o secundario, forma y disposición de la cicatriz del funículo, etc.

Frutos e infrutescencias.

El fruto corresponde a la transformación que se produce en el ovario tras la fecundación y un proceso de maduración. En sentido estricto, la existencia de un fruto debería de ligarse a la presencia de una cavidad ovárica, como es el caso de las angiospermas. Aunque el término se usa en un sentido más amplio, para considerar cualquier órgano vegetal que encierre semillas, incorporando así a las gimnospermas, en ocasiones, estos últimos pueden denominarse también pseudofrutos, como las piñas, conos femeninos de algunas coníferas compuestos por brácteas leñosas dispuestas helicoidalmente que protegen las semillas.

Atendiendo a la textura de las paredes de los frutos y a la forma de dehiscencia o mecanismo de apertura, podemos clasificar los frutos en:

- Frutos secos. Aquellos en los que el pericarpo maduro es seco. Dependiendo de la

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

dehiscencia pueden ser:

- Indehiscentes: no se abren y retienen las semillas en su interior. En general se denominan nueces.
- Dehiscentes: se abren de alguna manera para liberar y dispersar las semillas. Las formas en las que se produce esta apertura son características de los distintos tipos de frutos.

- Frutos carnosos: el mesocarpo es rico en agua. Son siempre indehiscentes. Las bayas son un ejemplo de frutos, en las que mesocarpo y endocarpo son carnosos.

Atendiendo a los elementos de la flor o de la inflorescencia implicados en el fruto, estos pueden ser:

- Infrutescencias. Son el conjunto de frutos derivados de las flores de una inflorescencia. A modo de ejemplo:
  - Sicono de la higuera: receptáculo piriforme, con una boca distal rodeada de pequeños hipsófilos y que presentan las paredes internas repletas de pequeñas flores unisexuales. Cada flor da lugar a una nuez, el conjunto es una infrutrescencia.
  - Piña tropical: conjunto de bayas y brácteas desarrolladas sobre el eje carnoso del espádice.
- Frutos simples. Aquellos en los que solo participan elementos del ovario.
- Frutos complejos. Aquellos en los que participan elementos ajenos al ovario, como:
  - **Cinorrodon**: nueces monocárpicas en la urna formada por el tálamo, entre numerosos pelos estériles, típico de las rosas.
  - **Pomo**: fruto con los carpelos rodeados por un grueso tejido carnoso derivado del tálamo como las manzanas o las peras.
  - **Eterio**: fruto compuesto por los carpelos sobre una prolongación carnosa del eje floral como ocurre en las fresas.

Sistemática general de las Angiospermas

Las Ninfeáceas constituyen el grupo basal de las angiospermas. Por lo tanto, la condición primitiva consistiría en: hábitos herbáceos, posesión de hojas palmatinervias y flores hermafroditas, con perianto trímero y abundantes estambres bien conformados. La distribución de las angiospermas en grupos es:

- El grupo basal de las Ninféidas, en el que se encuentran las ninfeáceas.
- Una colección de grupos primitivos que corresponden al grupo de las magnólidas (subclase "Magnoliidae"), tradicionalmente incluidos entre las dicotiledóneas, pero que realmente forman un grupo parafilético, formado por taxones que no tienen relación entre sí, ni con las dicotiledóneas verdaderas. Generalmente presentan flores actinomorfas, carpelos con estilo poco desarrollado y región estigmática alargada y estambres laminares o bien conformados. El polen es monosulcado o inaperturado.
- Las monocotiledóneas (Lílidas) que constituyen un grupo monofilético.
- La subclase Ranunculidae (las verdaderas dicotiledóneas o eudicotiledóneas), que son dicotiledóneas que poseen ácido elágico (con algunas excepciones) y cuentan como sinapomorfía con la presencia de polen tricolpado o un derivado de este.

Ninféidas

Las ninféidas se conocen desde el Cretácico Inferior y muchos autores consideran que son el grupo del que derivaron las monocotiledóneas y las restantes angiospermas. Presentan muchos caracteres considerados primitivos como ausencia de aceites esenciales, flores de gran tamaño y con gran

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

cantidad de piezas dispuestas en espiral y polen monosulcado.

El grupo más característico son las Ninfeáceas (lotos y nenúfares) que están constituidos por unos ocho géneros y de distribución subcosmopolita (sólo faltan en latitudes extremas y en los desiertos). El género Nymphaea es el más abundante. En la Península Ibérica están representados los géneros Nymphaea (Nymphaea alba), de flores blancas, y Nuphar (Nuphar lutea), de flores amarillas.

Son plantas acuáticas de porte herbáceo y, generalmente, perennes. Presentan rizomas que las anclan al sustrato y los peciolos se alargan para que los limbos y las flores floten.

Las flores son hermafroditas, habitualmente polinizadas por insectos y, como se ha comentado, de gran tamaño y con gran cantidad de piezas dispuestas en espiral.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

Magnólidas

El nombre se aplica a una agrupación de especies de angiospermas no monocotiledóneas primitivas que constituyen un grupo parafilético. Generalmente se acepta que se dividen en dos grupos:

- "Paleohierbas". De manera informal agruparía a aristoloquiales y piperales (además de otros grupos fuera de la subclase).
    - **Piperales**: Contiene una única familia: Piperaceae. Las formas más características pertenecen al género Piper (pimenteros) y Peperomia (muy común como ornamental).
    - **Aristoloquiales**: Contiene una única familia: Aristolochiaceae (aristoloquiáceas). Son hierbas perennes o arbustos con hojas simples y alternas, generalmente con limbos enteros, de forma acorazonada y nervadura palmeada.
- Magnólidas en sentido estricto. Agrupa básicamente a Magnoliales y Laurales.
    - **Magnoliales**: Son árboles y arbustos generalmente aromáticos perennifolios o caducifolios. Presentan hojas coriáceas, grandes, con el limbo entero y flores de gran tamaño. Las formas más representativas son las magnoliáceas y entre ellas, algunas ornamentales, los magnolios (Magnolia) y los tulipíferos de Virginia (Liriodendron).
    - **Laurales** (orden): Generalmente son árboles de hojas simples, alternas o en espiral, coriáceas y ricas en glándulas que contienen aceites esenciales. Las flores son pequeñas y aparecen reunidas en inflorescencias. El perianto es homoclamídeo y poco aparente, integrado por cuatro tépalos amarillento-verdosos en formas como Laurus. En el área mediterránea es importante el laurel (Laurus nobilis). En la región Macaronésica (Islas Canarias, entre otras) es característico un bosque de lauráceas (laurisilva) compuesto por varios géneros de laurales (Laurus, Persea y Ocotea, entre otros). De interés económico son el aguacate (Persea americana), algunos tipos de canela (Cinnamomum zeylanicum), o el alcanfor (Cinnamomum camphora).

Ceratophylliceae

Son formas muy primitivas, conocidas desde el Cretácico Inferior, y han sido ocasionalmente propuestas como el grupo basal de las angiospermas. Contiene únicamente al género Ceratophyllum: hierbas perennes, acuáticas y sumergidas, comunes en corrientes lentas de agua y, a menudo, utilizadas en acuariofilia.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

Monocotiledóneas (Subclase Lílidas)

Grupo monofilético constituido por unas 55.000 especies que se caracterizan por: poseer embriones con una única hoja embrionaria (cotiledón), la sustitución de la raíz principal por raíces adventicias de origen caulinar, la frecuente aparición de tráqueas en las raíces y frecuente ausencia en el tallo, poseer tallos herbáceos que no presentan crecimiento secundario en grosor (por ausencia de cambium interfascicular), tener hojas alargadas, a menudo envainantes, y con nervios paralelos desde la base, en el caso general, presentar flores pentacíclicas con verticilos trímeros, perianto no diferenciado (con tépalos) y nectarios embutidos en las paredes del ovario, presentar polen generalmente monosulcado, carecer de ácido elágico, betalaínas y glucosinolatos, poseer saponinas esteroideas y, poseer oxalato cálcico formando rafidios.

Dentro de las monocotiledóneas (Lilidae) se reconocen siete grandes grupos:

Acoranae (superorden): Las acoranas son un pequeño grupo, de interés por haber sido propuesto como el grupo hermano del resto de las monocotiledóneas. Representado por el cálamo aromático (Acorus calamus), de interés en perfumería.

Alismatanae (superorden): Representando por formas, generalmente, herbáceas acuáticas o palustres (con muchas excepciones). Las alismatanas se clasifican en cuatro grandes grupos bien diferenciados de los que solo tres tienen un interés general y son los siguientes:

- **Aráceas**: Los representantes de este grupo muestran una enorme diversidad en zonas tropicales, pero también están bien representadas en zonas templadas. Las aráceas son formas herbáceas perennes con inflorescencia en espádice, que presentan mecanismos complejos de polinización que ocasionalmente involucran insectos. De los géneros presentes en Europa, los más comunes son los aros (Arum) y los candilillos (Arisarum).
- **Grupo de las alismatanas con perianto desarrollado**: Presentan pétalos y sépalos y un gran número de estambres. Estas formas se incluyen en varios grupos de los que el más representativo es el de las Alismataceae. Las alismatáceas son plantas acuáticas de las que, en la flora europea, son frecuentes los géneros Sagittaria y Alisma.
- **Grupo de las alismatanas sin perianto desarrollado**: Son alismatanas con flores poco desarrolladas y, a menudo, con perianto reducido y pocas piezas sexuales. Se incluyen en el grupo algunas familias con representantes muy comunes, como:
    - las lentejas de agua (Lemna), abundantes en aguas dulces eutrofizadas.
    - Potamogeton: dulceacuícolas que viven enteramente sumergidas o disponen sus hojas flotando en la superficie del agua.
    - Formadores de praderas sumergidas marinas como Posidonia (alguna en las costas mediterráneas); Cymodocea o Zostera.

Dioscoranae (superorden): Estas formas se incluyen en varios grupos de los que el más común es el de las dioscoreáceas (Dioscoreaceae). Los representantes de este grupo son formas herbáceas y, generalmente, trepadoras, que poseen rizomas o raíces tuberosas que, en ocasiones, se utilizan como producto alimenticio (ñame). Los géneros más característicos son Dioscorea (ñames) y Tamus (común en las regiones templadas).

Lilianae (superorden)**:** Grupo monofilético que agrupa a unas 1.300 especies. En general son plantas con flores hermafroditas y homoclamídeas, con tépalos a menudo muy desarrollados y frecuentemente maculados, y nectarios ubicados hacia la base de aquellos o la de los filamentos estaminales. En las formas incluidas en este grupo las semillas carecen de endosperma. Dentro de las lilianas se engloban numerosos grupos del que únicamente se describen las liliáceas. Este grupo

está formado por unos 13 géneros que agrupan a las azucenas, tulipanes y otras plantas afines, con interés ornamental. Son formas herbáceas con bulbo, que poseen raíces contráctiles. Las hojas son lineares, envainantes y paralelinervias. El perianto es trímero con 6 (3+3) tépalos libres mientras que el androceo está compuesto por 6 (3+3) estambres. La polinización es realizada por insectos atraídos por una producción generosa de néctar. El fruto es una cápsula loculicida o, más raro, una baya. Son muy comunes los géneros Lilium (azucenas) y Tulipa (tulipanes).

Asparaganae (superorden): Grupo constituido por más de 25.000 especies que predominantemente está formado por hierbas perennes con rizomas, bulbos o tubero-bulbos. Las formas representadas en el grupo presentan flores hermafroditas y homoclamídeas, con perianto petaloideo o sepaloideo que nunca está maculado. Tienden a presentar flores zigomorfas. Dentro de las Asparaganas están representados numerosos grupos como:

- **Convalariáceas**: Aunque el grupo (Convallariaceae) está compuesto fundamentalmente por hierbas, en ocasiones se encuentran representantes con crecimiento secundario anómalo que puede dar lugar a árboles. Dentro de este grupo se incluyen los dragos y los bruscos. Algunos representantes muy característicos son:
    - **Dracaena**: género muy común como ornamental y al que pertenece el drago canario.
    - **Ruscus aculeatus**: Muy característico por presentar filoclados (tallos con forma de hojas) sobre los que se insertan las flores y posteriormente los frutos en forma de bayas rojas.
- **Asparagáceas**: Este grupo (Asparagaceae) está representado por arbustos con adaptaciones a la xericidad como hojas pequeñas o ausentes, en el que se incluyen las esparragueras. Los tallos jóvenes sin clorofila de Asparagus officinalis y los turiones verdes de A. acutifolius son de interés gastronómico.
- **Agaváceas**: Grupo (Agavaceae) formado por plantas rizomatosas con tallos endurecidos y hojas, a menudo carnosas, dispuestas en rosetas basales o en penachos en el extremo del tallo. Son de especial interés, la pita (Agave americana) y los representantes del género Yucca, muy común como ornamental.
- **Asfodeláceas**: Los representantes de este grupo (Asphodelaceae) son plantas herbáceas, en ocasiones con un crecimiento secundario anómalo. El género más importante es Aloe, con presencia en el área mediterránea y utilizado en la industria farmacéutica. También son comunes las varitas de San José o gamones (miembros del género Asphodelus).
- **Jacintáceas**: De distribución mundial, este grupo (Hyacinthaceae) está especialmente representada en la región mediterránea y el suroeste de Asia. Son hierbas con bulbos, con hojas lineares o linear-lanceoladas, paralelinervias y generalmente concentradas en una roseta basal. Las inflorescencias son racemiformes o escipiformes que portan flores con 6 tépalos libres o formando una estructura acampanada. Son comunes los géneros Muscari y Scilla. Los representantes del género Hyacinthus (Jacintos) son de interés ornamental.
- **Aliáceas**: Este grupo (Alliaceae) está representado por formas herbáceas con bulbo, con tallos escamiformes y flores reunidos en una inflorescencia umbeliforme. Son muy conocidos por su interés gastronómico y farmacológico algunos de sus representantes como Allium sativum (ajo), Allium cepa (cebolla) o Allium porrum (puerro).
- **Amarilidáceas**: Grupo (Amaryllidaceae) al que pertenecen plantas bulbosas de las que, en muchas ocasiones, parten directamente las hojas. La inflorescencia es de tipo umbeliforme y bracteada. Son comunes los narcisos, representantes del género Narcissus.
- **Iridáceas**: En este grupo (Iridaceae) se incluyen formas herbáceas perennes. En la flora europea están especialmente representados los géneros Crocus (entre ellos el azafrán: Crocus sativus) e Iris (lirios silvestres).
- **Orquidáceas**: Constituye el segundo grupo más diverso de angiospermas con unas 20.000

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

especies. Está compuesto por formas herbáceas perennes, terrestres, epífitas (a veces lianas) o incluso subterráneas. Las orquidáceas (Orchidaceae) poseen un sistema radical constituido por un rizoma más o menos ramificado, raíces fasciculadas o uno o dos tubérculos. Las hojas son, generalmente, alternas y envainantes y con limbo oval o lanceolado. Presentan flores solitarias o en inflorescencias racemosas o paniculiformes, generalmente, hermafroditas y zigomorfas. En ellas el perianto presenta seis piezas dispuestas en dos verticilos trímeros y, generalmente, libres. Además, los tres tépalos externos son semejantes y, frecuentemente, sepaloideos, disponiéndose formando un capuchón o gálea. El verticilo interno está formado por tres tépalos petaloideos en general coloreados y desiguales. Uno de ellos (denominado labelo), se desarrolló especialmente, permaneciendo los otros dos más semejantes a los elementos del verticilo externo. El labelo funciona como un elemento de atracción para los insectos implicados en la polinización y también como una plataforma sobre la que éstos se pueden posar. Por su parte, los órganos sexuales se fusionan en una columna o gimnostemo. Éste contiene las anteras en su parte superior y debajo la superficie receptiva del estigma. El androceo está formado por 1-3 estambres reducidos a las anteras biloculares. Generalmente, el polen se libera aglutinado en una estructura denominada polinia. Por otro lado, el gineceo formado por tres carpelos fusionados en un ovario generalmente unilocular e ínfero. Generalmente, el ovario produce una cápsula dehiscente y, en ocasiones, un fruto tipo baya. La polinización es cruzada y llevada a cabo por agentes como insectos, aves, quirópteros o pequeños vertebrados. Las flores presentan múltiples elementos de atracción para los agentes polinizadores, como son olores, colores o labelos llamativos, generalmente, fruto de una co-evolución. Las semillas son diminutas, con un embrión indiferenciado y sin endosperma, que necesitan la presencia de un hongo para germinar. Los géneros más comunes en Europa son Orchis y Ophris.

Comelinanae (superorden): Dentro de las comelinanas están representadas unas 22.000 especies, distribuidas en un total de 24 grupos, de los que se detallan los siguientes:

- **Arecales** (orden): Son el grupo más primitivo de las comelinanas y en el que se incluyen las palmeras. Son árboles y arbustos con grandes hojas, desde enteras hasta muy partidas, que se disponen en el extremo de los tallos. Las flores se distribuyen en inflorescencias espiciformes compuestas y, generalmente, el fruto es una drupa. Son importantes algunos representantes, como la palmera datilífera (Phoenix datilifera) y el cocotero (Cocos nucifera). En Europa, el único representante es el palmito (Chamaerops humilis).
- **Bromeliales** (orden): Los representantes de este grupo se incluyen dentro de Bromeliaceae y son hierbas epífitas con hojas alternas arrosetadas o alternas. Las flores son generalmente hermafroditas, insertas en la axila de brácteas coloreadas. La polinización es de tipo zoófila, y el fruto es de tipo cápsula o baya. Son comunes como ornamentales. La piña americana (Ananas comosus) se cultiva por su infrutescencia carnosa.
- **Tifales** (orden): Las Tifales se dividen en dos grupos, Sparganiaceae y Typhaceae, representados ambos por un género, respectivamente. En este último grupo se incluyen las aneas o espadañas, tradicionalmente empleadas como ornamentales o como fibra vegetal en sillería y cestería. El único género de tifácea (Typhaceae) es Typha, una planta frecuente en márgenes de lagunas y estanques. Es muy característico su espádice cilíndrico que se deshace en la madurez.
- **Juncales** (orden): Los representantes de este grupo se distribuyen dentro de otros dos grupos más inclusivos como son Juncaceae y Cyperaceae:
    - **Juncáceas**. Grupo (Juncaceae) representado por formas herbáceas anuales o perennes y rizomatosas con tallos erectos cilíndricos ahuecados o con medula. Las hojas son, generalmente, de disposición trística, y las flores son poco llamativas, aisladas, en glomérulos o inflorescencias paniculares o umbeliformes. Representadas en Europa por dos géneros, Juncus y Luzula.

- **Cyperáceas**: En este grupo (Cyperaceae) se incluyen plantas, generalmente, herbáceas, perennes y de aspecto graminoide que generalmente habitan zonas encharcadas o en suelos con humedad permanente. Existen algunas usadas para la producción de papel (Cyperus papyrus) o de interés alimenticio, como la chufa (Cyperus esculentus).

- **Poales (orden):** En este grupo se incluyen las gramíneas, que constituyen uno de los grupos de angiospermas de mayor importancia económica. El grupo está constituido por unas 9.000 especies. Se conocen restos fósiles de Poales desde el Cretácico Superior. Las Poales, generalmente, son formas herbáceas y muy características que presentan:
  - Tallos distribuidos en nudos y entrenudos.
  - Hojas dispuestas de forma dística, con una vaina que abraza el tallo y limbo generalmente acintado. Las hojas presentan células silicificadas y suberosas y numerosos elementos exodérmicos.
  - Flores pequeñas y poco llamativas agrupadas en inflorescencias de tipo espiga o panícula. Cada inflorescencia consta de espiguillas. Las espiguillas presentan dos piezas (glumas) que las protegen desde la base y un eje o raquilla en el que se insertan unas piezas (lemas) de forma dística. De la axila de cada lema parte una ramita en cuyo extremo se dispone una flor. La flor está protegida por una pieza inserta en el pedicelo floral que se denomina pálea. Sobre el pedicelo floral se insertan también las lodículas, dos estructuras membranosas. Sobre algunos de estos elementos puede desarrollarse una seta (la arista), simple o ramificada.
  - Androceos integrados por un número variable de estambres (1-120, pero generalmente tres).
  - Gineceos súperos formados por 2 ó 3 carpelos soldados en un ovario unilocular, casi siempre con un solo primordio seminal.
  - Frutos denominados cariopsis, un fruto seco indehiscente caracterizado por la fusión del pericarpo y la testa.
  - Embriones que se disponen en posición lateral respecto al endosperma y ocupa un espacio variable en el interior de la cariopsis. El embrión posee una expansión superior o escutelo y presenta una protección, a modo de capuchón, denominado coleóptilo.
  - Dispersión generalmente anemófila.

  La sistemática del grupo es muy compleja. Generalmente se acepta la clasificación en cinco subfamilias constituidas por múltiples tribus. El grupo más abundante son las Pooideas (subfamilia) representado por formas herbáceas con fotosíntesis C3, entre las que se encuentran géneros muy comunes como Poa, Festuca, Lolium, Avena, Bromus, Hordeum, Tritucum o Secale. Los representantes de interés económico son muchos:
  - de interés pratense: grama cebollera (Poa bulbosa).
  - para la obtención de fibra vegetal: esparto (Stipa tenacissima).
  - construcción y carpintería: caña (Arundo donax), bambú (Bambusa).
  - obtención de azúcar: caña de azúcar (Saccharum officinarum).
  - obtención de aceites esenciales: citronela y lemongras (Cymbopogon).
  - cereales: como el Mijo (Panicum), la cebada (Hordeum), la avena (Avena), el centeno (Secale), el trigo (Triticum), el arroz (Oryza) o el maíz (Zea).

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

ANGIOSPERMAS EUDICOTILEDÓNEAS I

TEMA 10

Características generales de las eudicotiledóneas

El grupo constituido por unas 170.000 especies que se distribuyen por todos los medios, desde estrictamente acuáticos hasta zonas desiertas o de altitud. Las eudicotiledóneas constituyen la mayor parte de las formaciones vegetales del planeta y en este grupo se incluyen las formas más abundantes entre las especies de interés para el desarrollo de actividades de carácter económico.

Las eudicotiledóneas (subclase Ranuncúlidas) son un grupo monofilético que agrupa a las plantas con:

- embrión con dos cotiledones,
- polen tricolpado o un tipo derivado de este,
- raíz embrionaria persistente,
- crecimiento secundario en grosor, debido a la disposición de los haces vasculares abiertos y en círculo,
- hojas, en ocasiones, complejas, generalmente con limbo y peciolo. En muchas ocasiones presentan estípulas y raramente vainas,
- disposición de la nerviación en la hoja, generalmente reticulada, con un nervio principal prominente,
- flores, generalmente, cíclicas, en verticilos pentámeros (o, menos frecuentes, tetrámeros),
- frecuentemente presentan cáliz y corola,
- ausencia de nectarios de tipo septal,
- plastos de tipo "S" en las células de los tubos cribosos.

Clasificación de las ranuncúlidas

Ranunculanas

Los representantes agrupados en este clado son formas primitivas que constituyen el grupo hermano de las restantes eudicotiledóneas. Las Ranunculanas se caracterizan por presentar: tubos laticíferos, gineceo sincárpico, fruto, a veces, de tipo carnoso y, en ocasiones, semillas ariladas.

Las Ranunculales son el único grupo, con rango de orden, incluido en el clado de las Ranunculanas. A su vez dentro de Ranunculales se incluyen cinco grupos, siendo los más característicos las ranunculáceas (Ranunculaceae), las papaveráceas (Papaveraceae) y las fumariáceas (Fumariaceae).

Ranunculáceas: Formas herbáceas, anuales o perennes. Las ranunculáceas están representadas en la Península Ibérica por unas 135 especies, algunas muy comunes, que pueden agruparse en:

- El grupo de **Helleborus** (Helleboroideae). En este grupo se incluyen ranunculáceas con carpelos que contienen numerosos primordios seminales y fruto folículo o baya. Agrupa a formas como Aquilegia, Delphinium o Helleborus.
- El grupo de **Ranunculus** (Ranunculoideae). Grupo formado por ranunculáceas con carpelos con un primordio seminal y frutos aqueniformes. Agrupa a formas como Adonis, Clematis y Ranunculus. Este último género, representado por 65 especies, es el más diverso en la Península Ibérica.

Papaveráceas: Grupo de eudicotiledóneas constituido por unas 200 especies, distribuidas principalmente en el Hemisferio Norte. Generalmente son hierbas anuales o perennes, con

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

hojas alternas, sin estípulas, con limbo entero o dividido. Una característica particular de las papaveráceas es la producción de látex, que puede ser hialino, blanco (en Papaver), anaranjado (en Chelidonium majus) o rojo (en Sanguinaria). Este látex es rico en alcaloides como, por ejemplo, morfina. En estas formas las flores son generalmente hermafroditas y actinomorfas, dímeras e hipóginas. El perianto, heteroclamídeo, está formado por un cáliz compuesto por 2 o 3 sépalos generalmente libres y por una corola, generalmente, con 4 pétalos libres. Dentro de este grupo son muy carácterísticas las amapolas y adormideras, pertenecientes al género Papaver, y la hierba verruguera (Chelidonium majus).

Fumariáceas: Grupo constituido por unas 400 especies de plantas herbáceas, anuales o perennes. Los representantes de este grupo presentan flores dispuestas en inflorescencias racemosas, hermafroditas y con uno o dos planos de simetría. A su vez, las flores de las fumariáceas son muy características y presentan un perianto heteroclamídeo, cáliz con dos sépalos y corola con cuatro pétalos desiguales dispuestos en dos verticilos (2+2). Del mismo modo, es muy característico que alguno de los pétalos forme una giba o espolón, haciendo que la inserción del pedicelo floral resulte aparentemente lateral. Atendiendo a esto se reconocen:

- Fumariáceas con flores simétricas sin espolones, como las "pamplinas" incluidas en el género Hypecoum.
- Fumariáceas con flores con, al menos, un pétalo espolonado, como las, muy abundantes, "palomitas" incluidas en el género Fumaria.

Proteanas

Las "Proteanas" son un grupo parafilético que recoge formas primitivas que se caracterizan por presentar flores tetrámeras, generalmente simpétalas. Dentro de este grupo parafilético se reconocen otros dos grupos como son Proteales y Buxales.

Proteales: Formas representadas, entre otros, por las platanáceas (Platanaceae), un grupo que contienen un único género, Platanus, muy frecuente como ornamental. Las platanáceas son árboles caducifolios de grandes dimensiones, frecuentemente utilizados como árbol de sombra. Las cortezas son características por el desprendimiento del ritidoma en teselas y también son fácilmente identificables por sus infrutescencias globosas.

Buxales: Este grupo está representado por las buxáceas (Buxaceae), de las que, en Europa, se reconocen dos especies de "boj":

- Buxus sempervirens, forma común en los matorrales seriales de las montañas calizas de la Península Ibérica y,
- Buxus balearica, forma representada, básicamente, en Baleares, norte de África y sierras costeras del sureste de la Península.

Cariofilanas

Grupo monofilético, bastante heterogéneo, compuesto por más de 10.000 especies. Los miembros de este grupo presentan notables estrategias para la supervivencia en situaciones extremas como son condiciones de xericidad o hábitats deficientes en nitrógeno. Las cariofilanas se dividen en dos subclados, cariofilales (Caryophyllales) y poligonales (Polygonales).

Cariofilales (orden): Grupo muy amplio cuyas formas se caracterizan por presentar flores pentámeras. Dentro de las Cariofilales se reconocen varios grupos, de los cuales, los más característicos son las cariofiláceas, las amarantáceas (con varias especies de interés gastronómico), las portulacáceas (en el que se incluyen algunas "malas hierbas" muy frecuentes) y las cactáceas y aizoáceas (adaptadas a ambientes xéricos).

- **Cariofiláceas** (Caryophyllaceae): Grupo constituido por unas 2.200 especies, entre ellas, algunas tan populares como los claveles (Dianthus). Generalmente, son formas

herbáceas, anuales o perennes que se caracterizan por poseer tallos con nudos más o menos inflados y flores de tipo cimoso.

- **Amarantáceas** (Amaranthaceae): Este grupo está representado por plantas herbáceas, a veces lianas, arbustos o árboles pequeños frecuentemente adaptados a la xericidad, en ambientes desérticos o en medios salinos. Las formas más relevantes son:
    - Salicornia, en las marismas atlánticas,
    - los cenizos (Chenopodium), muy ligadas a medios nitrófilos y, por lo tanto, muy frecuentes en asentamientos humanos,
    - la remolacha azucarera (Beta vulgaris var. cicla) y,
    - la espinaca (Spinacia oleracea) y la acelga (Beta vulgaris var. maritima).
- **Aizoáceas** (Aizoaceae): Grupo en el que se incluyen formas xerófitas bien representadas en zonas desérticas. El xeromorfismo conduce, en ocasiones, a la reducción foliar. Dentro de este grupo son de especial interés en el entorno Ibérico:
    - el género Aizoon, abundante en arenales costeros en la región mediterránea y,
    - las "uñas de gato" (Carpobrotus), una especie invasora, introducida desde Sudáfrica y frecuente en taludes costeros.
- **Cactáceas** (Cactaceae): Los representantes incluidos en este grupo son arbustos o árboles adaptados a vivir en lugares secos, para lo que desarrollan distintos mecanismos de captación como son grandes aparatos radicales; para evitar la pérdida de agua como gruesas cutículas y reducción de estomas; o para favorecer su acumulación. En Europa, son comunes las chumberas (Opuntia), formas introducidas y naturalizadas. A su vez, es, también, de interés el peyote (Lophophora) del que se extraen alcaloides como la mescalina.

Poligonales: Este grupo está constituido por más de 2.000 especies que se agrupan por una serie de caracteres entre los que se encuentran la producción de antocianinas (nunca betalaínas) y la presencia de un embrión recto en las semillas. Dentro de las Poligonales se reconocen varios grupos entre los cuales se encuentran:

- **Droseráceas** (Droseraceae): Grupo subcosmopolita que muestra adaptaciones foliares para la captura de insectos que satisfacen sus necesidades de nitrógeno y fósforo (debido a ello es uno de los grupos conocidos como "plantas carnívoras"). El género más importante es Drosera, frecuente en zonas de turberas.
- **Poligonáceas** (Polygonaceae) Grupo cuyos representantes son, generalmente, formas herbáceas. En estas formas es característica la presencia de tallos con nudos inflados, hojas alternas, simples y, generalmente, enteras, con estípulas soldadas en una vaina papirácea o escariosa (ocrea) que persiste como un anillo alrededor del tallo. Tradicionalmente, se considera a las Poligonáceas divididas en tres grupos, probablemente parafiléticos, de los que el más relevante y con representantes en Europa es Poligonoideae. Estas últimas formas, presentan flores trímeras (o dímeras por reducción) y ocrea. El grupo está representado por las "vinagretas", incluidas en el género Rumex, y un género muy común en caminos y arcenes como es Polygonum.

Saxifraganas

Grupo monofilético, muy próximo a las rósidas, que se caracteriza por presentar frecuentemente corolas dialipétalas y gineceos súperos. Dentro de las Saxifraganas, las Saxifragales son el único grupo conocido, con rango de orden. A su vez dentro de Saxifragales se agrupan varios grupos con aspectos dispares y de los que son especialmente representativos:

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

Saxifragáceas (Saxifragaceae): Formas cuyo género más común en Europa es Saxifraga, frecuente en praderas de zonas montañosas.

Crasuláceas (Crassulaceae): Grupo constituido por formas herbáceas comúnmente adaptadas a condiciones de xericidad. Presentan frecuentemente tallos suculentos. En Europa las formas mejor representadas y abundantes en entornos antropizados son:

- □ Sedum, representado por formas frecuentes en fisuras de roquedos o muros.
- □ Sempervivum, conocidos como siemprevivas.
- □ Umbilicus rupestris u ombligos de Venus, forma frecuente en fisuras de piedras y muros.

Grosulariáceas (Grossulariaceae): Agrupa a los groselleros (Ribes), arbustos con frutos de tipo baya usados frecuentemente con fines gastronómicos.

Peoniáceas (Paeoniaceae): Grupo en el que se incluye únicamente al género Paeonia. En España son frecuentes algunas formas, conocidas como "rosas de monte" o "rosas de San Jorge", comunes en encinares, alcornocales, bosques de coníferas y bosques caducifolios de montañas, generalmente en las regiones calcáreas del centro, este y sur.

Vitanas

Son el grupo hermano de las rósidas, y que se caracterizan por tener hábitos lianoides y presentar frutos de tipo baya. El grupo de mayor relevancia económica es el de las vitáceas (Vitaceae), que incluye dos formas como son:

- Vitis vinifera (Vid), cultivada en las regiones templadas para la obtención de sus frutos, las uvas, con las que se producen mostos, vinos y licores y,
- Partenocissus (Viñas trepadoras), formas comunes en jardinería.

Simpétalas o Astéridas

Grupo muy diverso de eudicotiledóneas que contiene unas 80.000 especies y cuya monofilia está avalada por la presencia o posesión de: primordios seminales unitégmicos y tenuinucelados, compuestos iridoides exclusivos, simpetalia, androceo, generalmente, haplostémono, con estambres libres o soldados por las anteras y, ovario sincárpico.

Se reconocen cuatro grandes grupos de simpétalas: el pequeño grupo de las cornanas, las ericanas (brezos) y las, muy diversas, lamianas y asteranas.

Cornanas: Es el grupo hermano de las restantes simpétalas. Cornales, único grupo con rango de orden incluido en las Cornanas, está formado por dos subgrupos en el que están representadas dos formas de especial interés como son:

- el cornejo (Cornus), un arbusto abundante en la mitad septentrional de la Península,
- las hortensias (Hydrangea), de interés ornamental.

Ericanas: Grupo natural cuya monofilia está basada fundamentalmente en caracteres moleculares. Se consideran de interés los representantes de tres subgrupos, entre los que se encuentran formas como las prímulas (Primula), las camelias (entre ellas el té, Camellia sinica), los brezos (muchos de ellos pertenecientes al género Erica) y los madroños (Arbutus unedo).

Lamianas: Constituyen el grupo más diverso de las simpétalas. Son fundamentalmente formas herbáceas y, a menudo, producen compuestos iridoides o alcaloides. Las Lamianas tienen hojas opuestas o alternas y flores tetrámeras o pentámeras, con corola generalmente simpétala, en la que hay una tendencia a la zigomorfía. Dentro de las Lamianas se agrupan algunos grupos de enorme interés económico como:

- **Gentianales**, grupo al que pertenece el café (Coffea).

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

- **Solanales**, en Europa, pueden encontrarse muchas especies naturalizadas de los géneros Solanum, Datura o Nicotiana. Son autóctonas en la Península algunas formas comunes como la hierba mora (Solanum nigrum), la dulcamara (Solanum dulcamara), el beleño (Hyosciamus) o la mandrágora (Mandragora). Los géneros con mayor interés económico pueden ser, Solanum (al que pertenece la patata), Nicotiana (tabaco) o Capsicum (al que pertenece el pimiento, Capsicum annuum).
- **Boraginales**. La representantes más importantes se incluyen dentro de las borragináceas (Boraginaceae), grupo constituido, generalmente, por formas herbáceas que poseen un indumento notable, constituido por pelos más o menos rígidos, y principios activos (como la alantoína) que los convierten en elementos comunes en la medicina popular. Formas comunes en España son los "nomeolvides" (Myosotis) y las "viboreras" (Echium). De interés económico es la borraja (Borago).
- **Lamiales**: Grupo tremendamente complejo del que se recogen algunos de los representantes más importantes como son:
    - **Oleáceas** (Oleaceae). Grupo formado por 60 especies de árboles y arbustos, entre los que son destacan el olivo (Olea), los fresnos (Fraxinus) y los aligustres (Ligustrum).
    - **Plantagináceas** (Plantaginaceae). Grupo en el que se incluyen más de 2.000 especies de plantas, generalmente, herbáceas. En la flora europea están fundamentalmente representadas por los "llantenes" (Plantago).
    - **Escrofulariáceas** (Scrophulariaceae). En la concepción actual del grupo, las formas más comunes son los "gordolobos" (Verbascum), formas muy comunes en enclaves nitrificados.
    - **Lamiáceas** (Lamiaceae). Grupo en el que se incluyen desde plantas herbáceas a árboles, pero la mayoría son arbustos. Muchas poseen gran riqueza en aceites esenciales, como el tomillo (Thymus), el cantueso (Lavandula), la menta (Mentha) o el romero (Rosmarinus).

Asteranas: Grupo claramente monofilético, compuesto por plantas herbáceas que no producen compuestos iridoides, pero si ácido elágico y, en algunos casos, inulina. Las hojas son opuestas en los grupos primitivos, mientras que son alternas en los grupos avanzados. Por su parte, las flores suelen reunirse en inflorescencias compactas como umbelas (Apiales) y capítulos (Asterales). Dentro de las Asteranas se consideraran varios grupos como los aquifoliales (acebos), apiales (umbelíferas) y asterales (compuestas).

- **Aquifoliales**: Únicamente contiene el género Ilex. En Europa está representado por el acebo (I. aquifolium), un arbusto dioico con hojas glabras y lustrosas, de márgenes dentado-espinosos. Una especie importante económicamente es la "yerba mate" (Ilex paraguensis), consumido como infusión en América del Sur.
- **Apiales:** El grupo más representativo es el de las apiáceas (Apiaceae), constituido por hierbas con inflorescencias reunidas en umbelas simples o compuestas. Generalmente se dividen en grupos que se caracterizan por las hojas y los frutos:
    - **Aralioideas**: Son apiales cuyos representantes presentan frutos globosos, de tipo baya o drupa, con hábito frecuentemente leñoso y hojas sin estípulas, simples o compuestas. Dentro de este grupo se incluye a la hiedra (Hedera).
    - **Apioideas**: Apiales cuyos representantes poseen hojas desprovistas de estípulas y frutos de endocarpo blando, con canales resiníferos generalmente presentes y estilos situados encima del disco. Agrupa a muchos representantes de interés como:
        - Condimentos para alimentación como el eneldo (Anethum), el cilantro (Coriandrum), el comino (Cuminum), el anís (Pimpinella) y el hinojo (Foeniculum).

    - Comestibles, como el perejil (Petroselinum), la zanahoria (Daucus) y el apio (Apium).
    - Veneno, como es la cicuta (Conium).
- **Asterales**
    - **Asteráceas**: Los representantes incluidos en este grupo se caracterizan por presentar una inflorescencia típica en capítulo. Existen muchas formas de interés gastronómico como la camomila (Matricaria), las manzanillas (Chamaemelum), los girasoles (Helianthus), la lechuga (Lactuca), la escarola (Cicorium) y la alcachofa (Cynara).

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

ANGIOSPERMAS EUDICOTILEDÓNEAS II

TEMA 11

Características generales de las Rósidas

Las Rósidas son un grupo enormemente diversificado de plantas angiospermas eudicotiledóneas

que incluye a unas 66.500 especies. Es un grupo monofilético que incluye a tres linajes de eudicotiledóneas: Rosanas, Rutanas y Myrtanas, caracterizado por presentar:

- flores tetrámeras o, más frecuentemente, pentámeras,
- perianto heteroclamídeo,
- corola dialipétala (con los pétalos no soldados),
- androceo integrado por dos o más verticilos de estambres,
- polen frecuentemente reticulado y,
- gineceo que contiene frecuentemente primordios seminales de gran tamaño.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

Rosanas

En este grupo se incluyen unas 43.000 especies que se distribuyen en tres linajes bien diferenciados: Zigofilales, un grupo constituído por Celastrales + Malpigiales + Oxalidales (ordenes) y un grupo constituído por Fabales + Rosales + Cucurbitales + Fagales (ordenes).

Zigofilales: Grupo de plantas herbáceas de las que uno de los elementos más frecuentes es el abrojo (Tribulus), que es una hierba común en caminos y baldíos durante el verano. Presentan flores amarillas y frutos muy espinosos para facilitar la zoocoria.

Grupo [Celastrales + Malpigiales + Oxalidales]: Los tres formarían un grupo monofilético, del que son más abundantes y diversas las Malpigiales, entre las que se encuentra el lino, las euforbias y los sauces. Los representantes de este grupo generalmente presentan hojas simples, alternas y con estípulas. Las flores suelen presentar un gineceo súpero con tres carpelos soldados en un ovario trilocular.

- **Lináceas** (Linaceae): Son formas generalmente herbáceas, con hojas simples y generalmente desprovistas de estípulas que pueden ser alternas u opuestas. A las lináceas pertenece el lino (Linum), cultivada por sus fibras y como alimento para el ganado.
- **Euforbiáceas**: En este grupo (Euphorbiaceae) se incluyen unas 3.900 especies ampliamente representadas. Estas formas se caracterizan por la presencia de una inflorescencia muy característica denominada ciato. El ciato está constituido por cinco brácteas que alternan con cinco glándulas nectaríferas y que circundan a una flor femenina desnuda rodeada de cinco grupos (cincinos) de flores masculinas con un estambre. Dentro de este grupo se encuentran:
    - las lechetreznas (pertenecientes al género Euphorbia) son muy abundantes en la Península Ibérica,
    - la flor de Pascua (Euphorbia pulcherrima), de interés ornamental, o la mandioca (Manihot esculenta),
    - el árbol del caucho (Hevea brasiliensis).
- **Salicáceas**: Dentro de las Salicáceas (Salicaceae) se agrupan arbustos y árboles caducifolios, como las mimbreras y sauces (Salix) y álamos y chopos (Populus), bien representados en Europa.

Grupo [Fabales + Rosales + Cucurbitales + Fagales]: Los representantes incluídos en este grupo de eudicotiledóneas se caracterizan por presentar flores predominantemente pentámeras, heteroclamídeas, epíginas o hipóginas, con corola actinomorfa o zigomorfa.

- **Fabales:** Dentro de las Fabales se incluye unos de los grupos de eudicotiledóneas más grandes e importantes desde el punto de vista económico como son las fabáceas (Fabaceae). Muchas de las Fabales presentan la capacidad para fijar nitrógeno mediante asociación con bacterias del género Rhizobium. Las Fabales se caracterizan

por:

- hojas generalmente alternas y muy divididas,
- flores pentámeras, con cinco sépalos, libres o soldados, y cinco pétalos generalmente libres,
- androceo a menudo con diez estambres con distintos grados de soldadura por sus filamentos,
- gineceo súpero y generalmente monocarpelar y,
- fruto de tipo legumbre o derivado de éste.

Es un grupo monofilético que incluye a tres subgrupos claramente diferenciados:

- Mimosoideas. Comprende fundamentalmente árboles y arbustos, muchos de ellos contenidos en los géneros Acacia y Mimosa.
- Cesalpinioideas. Árboles y arbustos representados en la región mediterránea, el algarrobo (Ceratonia siliqua).
- Faboideas (=Papilionoideae). Es el grupo más diverso. El tipo más común son hierbas, que pueden ser trepadoras por la volubilidad de sus tallos o por la posesión de zarcillos. En el caso de formas arbóreas suele ser común la presencia de espinas. Las flores son muy características, compuestas por un perianto doble. El cáliz está integrado por cinco sépalos más o menos soldados y la corola por cinco pétalos libres. La corola de tipo papilonáceo se caracteriza por presentar un pétalo superior muy desarrollado (estandarte o vexilo), dos pétalos laterales (alas) y dos piezas inferiores adnatas que construyen una estructura simpétala denominada carena o quilla. El androceo está formado por diez (en ocasiones cinco) estambres libres o soldados, mientras que el gineceo es monocarpelar dando lugar a un fruto de tipo legumbre, generalmente, dehiscente por dos valvas.

Las faboideas presentan interés: Ornamental: son comunes la falsa acacia (Robinia) o la glicinia (Wisteria). Alimentario: garbanzos (Cicer arietinum), guisantes (Pisum sativum), lentejas (Lens culinaris), judías (Phaseolus vulgaris), haba (Vicia faba), cacahuete (Arachis hypogea), soja (Glycine max), regaliz (Glycyrrhiza). Forragero: alfalfa (Medicago sativa), melilotos (Melilotus), altramuces (Lupinus), distintos treboles (Trifolium).

- **Rosales**: Las Rosales son un grupo cosmopolita de eudicotiledóneas que agrupa alrededor de unas 3.000 especies.
  - **Rosáceas** (Rosaceae): Se reconocen varios grupos de rosáceas como son las rosoideas, maloideas y prunoideas, que pueden dividirse atendiendo a sus frutos:
    - **Rosoideae**: Estas formas presentan carpelos numerosos y libres, contienen uno o dos primordios seminales y que suelen generar frutos de tipo aquenio en la madurez. Incluye a géneros como las rosas (Rosa), zarzamoras (Rubus) o fresas (Fragaria).
    - **Maloideae**: Las maloideas se caracterizan por presentar un gineceo con 2-5 carpelos más o menos soldados entre sí y a un receptáculo carnoso. El conjunto produce un fruto complejo denominado pomo. El grupo incluye muchos frutales cultivados, como el manzano (Malus), el peral (Pyrus), el membrillero (Cydonia), o plantas silvestres, como los majuelos (Crataegus).

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

        - **Prunoideae**: Incluye a formas con el gineceo integrado por carpelos no soldados al receptáculo, cada uno de ellos con dos (ó 3) primordios seminales. El fruto es una drupa con uno o varios pirenos o "huesos". Las Pruniodeas comprende formas como las endrinas (Prunus spinosa), el albaricoque (Prunus armeniaca), los ciruelos (Prunus domestica), los melocotoneros (Prunus. persica), los cerezos (Prunus avium), los guindos (Prunus cerasus) o los almendros (Prunus amygdalus).
    - **Ulmáceas** (Ulmaceae): Grupo de árboles caducifolios cuyo fruto es frecuentemente una sámara. Contiene algunos representantes comunes como los olmos (Ulmus).
    - **Moráceas** (Moraceae) En este grupo se incluyen árboles o arbustos que se caracterizan por la presencia de látex en el aparato vegetativo. Ente los representantes de interés para el hombre pueden citarse: Especies cauchíferas (Ficus elastica). Formas productoras de alimentos: el árbol del pan (Artocarpus), las higueras (especies de Ficus), las moreras (especies de Morus).
    - **Urticáceas** (Urticaceae): Los representantes incluidos en este grupo son hierbas anuales o perennes como las ortigas (Urtica). Las ortigas son frecuentes en lugares altamente nitrificados.
    - **Cannabáceas** (Cannabaceae): Las Cannabáceas son plantas anuales o perennes entre las que destacan:
        - Cáñamo (Cannabis). Constituye una fuente de fibras de gran resistencia. Se cultiva también por su producción de sustancias psicotrópicas.
        - Lúpulo (Humulus). Cultivado por que sus flores se utilizan en la fabricación de la cerveza.
- **Cucurbitales**: Las cucurbitáceas (Cucurbitaceae) son, generalmente, formas herbáceas. Muchos representantes del grupo presentan frutos de tipo pepónide (fruto carnoso con pericarpo coriáceo o carnoso y generalmente indehiscente) por el que son cultivadas: el pepino (Cucumis sativus), el melón (Cucumis melo), la sandia (Citrullus vulgaris), las calabazas (Cucurbita) y las calabazas de los peregrinos (Lagenaria).
- **Fagales**
    - **Fagáceas** (Fagaceae): Dentro de este grupo, algunas especies constituyen los árboles dominantes en bosques maduros de zonas templadas y tropicales del hemisferio norte. En la flora europea están representados:
        - Castaños (Castanea). Árbol caducifolio cuyos frutos (castañas) se agrupan (2- 3) protegidos por una cúpula espinosa.
        - Hayas (Fagus). Árbol caducifolio abundante en la región centroeuropea y que origina formaciones boscosas. Se utilizan sus frutos (los hayucos) y su madera.
        - Robles y encinas (Quercus):
            - encinas: Q. ilex, Q rotundifolia;
            - robles: Q. robur, Q. petraea, Q. humilis; o melojos: Q. canarensis, Q. pyrenaica; o quejigos: Q. faginea;

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

    - alcornocales: Q. suber.
- **Notofagáceas** (Nothofagaceae) Se incluyen en este grupo árboles o arbustos perennes o caducifolios, con hojas enteras, doblemente serradas. El único género es Nothophagus, importante en las formaciones boscosas de las zonas australes de América del Sur.
- **Betuláceas** (Betulaceae): Las betuláceas son árboles o arbustos caducifolios de hojas simples y alternas Se reconocen dos grupos:
    - Betuloideae. Agrupa a los abedules (Betula) y los alisos (Alnus).
    - Coryloideae. Constituido por formas con flores sin perianto y solitarias. A este grupo pertenecen los avellanos (Corylus).
- **Juglandáceas** (Juglandaceae): Grupo de árboles caducifolios al que pertenece el nogal (Juglans). Sus frutos, las nueces, son una drupa con mesocarpo carnoso y endocarpo pétreo integrado en dos valvas indehiscentes. Los nogales son oriundos de Irán, pero están naturalizados en la Península.

HONGOS

TEMA 12

Discusión sobre el concepto tradicional de Hongo.

Tradicionalmente se ha considerado que, en su acepción más amplia, los “hongos” son organismos sin cloroplastos y de vida heterótrofa, que se dispersan por medio de esporas y, en su mayoría, con un cuerpo vegetativo filamentoso, con capacidad para el transporte interno de sustancias.

La acepción amplia del término "hongo" se refiere a un grupo polifilético cuyos representantes se reparten por varios linajes de Eukarya. Básicamente, la disparidad de los representantes tradicionales de "hongos" permitía su distribución en una serie de grupos de organización que generalmente se distribuían como:

- **"Hongos" ameboides**: se alimentan por fagocitosis (fagotrofía), gracias a la posesión de un aparato vegetativo desnudo, en forma de una gran ameba plasmodial. Las formas incluidas dentro de este grupo de "hongos" constituyen (como se ha comentado en el Tema 3), el grupo basal de los organismos Unikonta y son, por lo tanto, el grupo hermano de los hongos verdaderos más los animales.
- **"Hongos" lisótrofos**: se alimentan por digestión externa (lisotrofía), gracias a la generación de un aparato vegetativo filamentoso ramificado. Tradicionalmente se agrupaban en:
    - **Oomycota**. Se relacionaron tradicionalmente con los "hongos" por formar estructuras filamentosas semejantes a las hifas y ser lisótrofos. Sin embargo, son formas de cromalveolados cromista que presentarían una relación más estrecha con las algas pardas que con los hongos verdaderos y han sido ya tratados en tema 3 bajo la denominación de Peronosporaceae.
    - **Eumycota**. Son un grupo monofilético de opistocontos que constituyen el grupo de los hongos verdaderos.

Eumycota

Los hongos verdaderos son un grupo de organismos de los que se conocen unas 100.000 especies, pero se estiman una diversidad actual de varios millones de especies. Sitúan su origen en el Precámbrico (hace más de 540 millones de años). El registro fósil es bastante limitado. Los registros más antiguos, aunque discutibles, se refieren a estructuras semejantes a líquenes de hace unos 600 millones de años, y algunas asociaciones de acritarcos del Neoproterozoico han sido relacionadas con "hongos superiores". Los primeros fósiles identificables de forma inequívoca aparecen en el Ordovícico medio, hace unos 460 millones de años, y son similares a los modernos Glomeromycota.

Históricamente debieron jugar un importante papel en la colonización de la tierra firme. Actualmente, los hongos son un componente fundamental de los ecosistemas terrestres y acuáticos modernos, llegando a establecer importantes relaciones simbióticas con plantas, animales y procariotas, efectuando un importante papel descomponedor o actuando como parásitos, beneficiosos o causantes de enfermedades. Además, un gran número de hongos se utilizan en la elaboración de alimentos (pan, cerveza, queso), en la producción de antibióticos y ácidos orgánicos o pueden producir sustancias tóxicas.

Probablemente los dos aspectos más característicos de los hongos verdaderos son la organización hifal del aparato vegetativo y el mecanismo de digestión externa.

- En lo que respecta al aparato vegetativo, las hifas son filamentos delgados que mantienen su forma gracias a una pared rígida tubular con gran capacidad de captación de alimentos y de transporte. El conjunto de las hifas de un organismo se denomina micelio. Podemos identificar distintos tipos de micelios:
    - micelios sifonados, que no presentan septos y en cuyo interior el protoplasma se desplaza libremente.
    - micelios septados, en los que aparecen paredes transversales que refuerzan la resistencia mecánica de las hifas. El protoplasma se desplaza a través de distintos tipos de perforaciones.
- Por otra parte, la lisotrofía o digestión externa es un proceso de nutrición previa degradación enzimática del alimento. Esta lisis se produce fuera del cuerpo del hongo, gracias a la

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

difusión hacia el exterior de las sustancias enzimáticas apropiadas. Todos los procesos de la lisotrofía exigen la presencia de agua, que permite la difusión de las enzimas y su activación y disuelve las moléculas resultantes, haciendo posible su absorción. En los hongos lisótrofos los aparatos vegetativos más comunes son:

- Endobióticos: estos aparatos vegetativos crecen enteramente en el interior del citoplasma de una célula parasitada. Son estructuras redondeadas o cortament filamentosas.
- Epibióticos: los aparatos vegetativos se mantienen sobre la superficie del organismo atacado, mandando a su interior ramificaciones absorbentes que forman un rizomicelio. Se relacionan con estructuras filamentosas ramificadas o hifales.

Además de por estos dos caracteres los hongos verdaderos se caracterizan por:

- la presencia de una pared celular de quitina,
- el desarrollo de zoosporas lisas con un flagelo liso opistoconto,
- la presencia de un ciclo haplonte con meiosis cigótica que se convierte en haplodicariótico en los grupos derivados,
- ser pigmentados,
- la biosíntesis de lisina vía ácido acetoadípico (AAA).

El ciclo vital de gran parte de los hongos verdaderos es muy característico. Generalmente, parte del aparato vegetativo se transforma en el aparato reproductor. La fase de reproducción asexual de los eumicetos se conoce como fase anamórfica. En ella, cualquier fragmento de micelio puede constituir un propágulo y los micelios pueden producir esporas que germinan desarrollando nuevos micelios. Las esporas pueden ser muy dispares, reconociéndose:

- Zoosporas:móviles,generalmentenadadorasacuáticas.
- Aplanosporas: inmóviles, generalmente transportadas por el viento.
- Esporangiosporas: producidas en el interior de la célula madre que se convierten en un esporangio.
- Conidios (o conidiosporas): producidas en el ápice o en el lateral de las hifas.

La reproducción sexual de los Eumicota, también denominada fase telomórfica, implica la unión de dos núcleos compatibles.

Los Dikarya (ascomicetos y basidiomicetos) pueden espaciar en el tiempo las dos fases de la fecundación. Así, se produce la fusión de los citoplasmas de los gametos produciendo células binucleadas (dicariones), que pueden producir un micelio dicariótico que finalmente completará el ciclo fusionando los núcleos y dando lugar a un cigoto diploide.

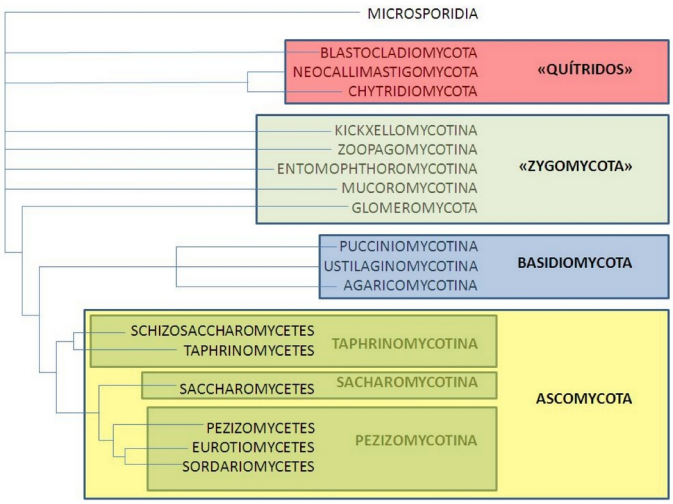
Pueden presentarse mecanismos para evitar la endogamia que se basan en la compatibilidad entre micelios. Uno de estos mecanismos es la heterotalía, que consiste en la existencia de distintos tipos de micelios (que varían en uno o varios alelos de uno o varios genes) que no pueden reproducirse entre si.

Del mismo modo pueden producirse fenómenos de parasexualidad, es decir, recombinación genética sin fusión de gametos ni meiosis entre los núcleos de los micelios de hongos derivados.

En las formas primitivas de eumicotas y en algunos parásitos las células esporíferas se forman directamente sobre el micelio sin generar estructuras especiales. En las formas más derivadas, las células esporíferas se reúnen en una capa (himenio) protegida por falsos tejidos de hifas que forman un esporocarpo. Estos esporocarpos son lo que conocemos popularmente como setas y pueden ser ascomas, basidiomas o conidiomas.

Sistemática de Eumycota

Tradicionalmente, los hongos verdaderos se han dividido en cuatro grandes grupos: Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota y Basidiomycota. Sin embargo, los dos primeros no constituyen grupos monofiléticos y, en las últimas propuestas filogenéticas han quedado distribuidos en distintos linajes como grupos hermanos de los hongos caracterizados por producir micelios dicariotas: Dikarya (Ascomycota y Basidiomycota).



Por otro lado, se ha incorporado al grupo a los miembros de Microsporidia, parásitos intracelulares obligados considerados un linaje amitocondrial, que se consideran ahora estrechamente relacionados con los hongos.

Como resultado de esta reorganización filogenética, se ha propuesto que existen una serie de linajes basales de hongos "quítridos" y "zigomicetos" cuyas relaciones son complejas y no están consensuadas. Sin embargo, se acepta generalmente que los Glomeromycota (un grupo de hongos endomicrorizales) están más estrechamente relacionados con los Dikarya que el resto de los "Zygomycota".

Microsporidios

Considerados tradicionalmente como protistas, este grupo de parásitos intracelulares altamente especializados, se ha relacionado con los hongos basándose en los últimos análisis filogenéticos. Los microsporidios carecen de mitocondrias, pero tienen quitina y trehalosa en sus esporas (al igual que los hongos). Generalmente parasitan células intestinales de peces y aves, aunque también se han encontrado en invertebrados. Un ejemplo es el género Nosema, con especies parásitas de artrópodos.

Quítridos "Chytridiomycota"

Agrupa a una serie de taxones que se colocan en la base de Eumycota sin formar un grupo monofilético, pero que comparten la retención de una condición primitiva, como es la presencia de esporas flageladas. En el grupo son comunes las formas dulceacuícolas.

"Zigomycota"

El grupo ha estado tradicionalmente constituido por hongos con hifas sin septos o irregularmente septadas y con esporas de paredes gruesas. No obstante, se ha comprobado que los linajes con estos caracteres tampoco forman un grupo monofilético.

Los miembros de Glomeromycota son tradicionales zigomicetos que se consideran próximos a los hongos dicariotas y unos de los primeros grupos reconocidos en el registro fósil. Estos hongos forman frecuentemente endomicorrizas vesículo- arbusculares, con las raíces de algunas plantas superiores. Los glomeromicetos dependen de estas relaciones simbiontes para conseguir carbono y energía. Están ampliamente distribuidos en ambientes terrestres y humedales. Carecen de reproducción sexual y proliferan asexualmente mediante la producción de esporas de gran tamaño (multinucleadas). Además este grupo de hongos se caracteriza por la posesión de hifas no septadas. Entre los géneros de este grupo destacan Archaeospora, Acaulospora o Glomus.

Basidiomycota

En este grupo se incluyen los hongos con micelio dicariótico en los que la fase dicariótica es de mayor duración. Las esporas que se originan después de la meiosis son exosporas y se forman, en

general, en número de cuatro en la superficie de la célula esporífera, que se denomina basidio.

El ciclo vital de los basidiomicetos se diferencia del de los ascomicetos por la corta duración del micelio que se forma al germinar las basidiósporas. Este micelio primario o monocariótico puede producir mitósporas semejantes a conidios. La reproducción sexual se produce generalmente por simple fusión de hifas compatibles (somatogamia). El micelio dicariótico así formado puede sobrevivir muchos años. Una sola plasmogamia puede conducir a la formación de muchas fructificaciones (basidiomas), enteramente formadas por micelio dicariótico (que es la base del aparato vegetativo y reproductor del hongo).

En los basidiomas, las hifas terminales se ordenan formando un himenio en el que se produce la cariogamia. Las basidiósporas son predominantemente unicelulares, simétricas respecto a un plano, y con un pequeño rabillo basal, el hilio (resto del punto de unión con el esterigma). Su color, su forma, su ornamentación y sus dimensiones, muy variadas, son caracteres taxonómicos importantes.

Se encuentran prácticamente en todos los ecosistemas terrestres, así como dulceacuícolas y marinos. Muchos basidiomicetos llevan a cabo su nutrición por descomposición de materia orgánica muerta, como la madera y la hojarasca. También pueden establecer relaciones simbióticas y algunos son importantes patógenos de plantas (como las royas de Pucciniomycotina o los tizones de Ustilaginomycotina) y de animales, incluyendo los humanos. Los basidiomicetos pueden formar micorrizas (asociaciones con las raíces de plantas vasculares) o asociarse con insectos. Por otro lado, son de gran interés para el ser humano, ya que estos hongos, tanto cultivados como silvestres, se consumen como alimento. En algunos casos, los basidiomicetos producen toxinas que pueden llegar a ser mortales.

Existen pruebas sólidas de la monofilia de Basidiomycota. La producción de basidios o el mecanismo de fibulación están presentes en los tres grandes grupos de basidiomicetes (Agaricomycotina, Ustilaginomycotina y Pucciniomycotina), lo que sugiere su origen común. Del mismo modo, la monofilia de cada uno de estos grupos ha sido apoyada en los análisis filogenéticos de las secuencias de ARN ribosomal.

- **Pucciniomycotina**: (predominantemente "mohos" patógenos de plantas) presentan un RNA ribosomal 5s tipo A, en la composición de su pared celular hay dominancia de manosa y tienen poros simples. Se incluyen aquí las royas y grupos afines. Los representantes de este grupo son parásitos obligados. Algunas royas tienen ciclos muy complejos en los que se pueden producir hasta cinco tipos de esporas. Ejemplo: Puccinia.
- **Ustilagomycotina**: (que contiene muchas manchas fitopatógenas) poseen un RNA ribosomal 5s tipo B, en la composición de su pared celular hay dominancia de glucosa y ausencia de xilosa, y presentan doliporos.Son formas, generalmente, parásitas de angiospermas, aunque Malassezia produce la pitiriasis versicolor en humanos. Ejemplo: Ustilago (parásito del maíz).
- **Agaricomycotina**: (que incluyen la mayor diversidad de especies formadoras de setas y descomponedoras de madera) tienen un RNA ribosomal 5s tipo B, en la composición de su pared celular hay dominancia de glucosa y presencia de xilosa, y desarrollan himenios. Son el grupo más amplio de los basidiomicetos. Están representados por formas con basidiomas de aspecto variado (no gelatinosos) y basidios típicos con cuatro esporas. La mayoría de las especies son saprofitas, pero son también numerosas las especies que forman micorrizas. Algunas son formas parásitas de árboles debilitados. Funcionalmente, los Agaricomicétidos pueden dividirse en dos grupos de Himenomicetos (gimnocárpicos o hemiangiocárpicos), como son las Porianas y las Agaricanas, y los Gasteromicetos (angiocárpicos).
    - **Himenomicetos Porianas**: Se incluyen en este grupo a los hongos saprofitos y lignícolas. Estas formas poseen basidiomas gimnocárpicos en muchas ocasiones coriáceos o suberosos. Agrupándolos por afinidades se pueden identificar:
        - Hongos lignícolas, como los hongos yesqueros (Fomes o Polyporus).

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

- Porianas con basidioma carnoso, como los Pleurotus (Setas de cardo).

- **Himenomicetos Agaricanas**: En estas formas el basidioma generalmente posee un píleo y estípite central. Por su parte la carne es tierna y putrescible. Los basidiomas son gimnocárpicos o hemiangiocárpicos y el himenóforo presenta casi siempre láminas (generalmente la arista es estéril), pero pueden presentar tubos. Los basidiomas hemiangiocárpicos pueden presentar un velo universal que, durante el crecimiento, deja restos en la base del pie (volva), una vaina abierta en la parte alta que enfunda al pie (armila) o placas o copos sobre el píleo. Cuando se extiende el píleo, el velo secundario, que protege las láminas, puede formar un anillo en torno al pie o una cortina filamentosa. Las agaricinas más comunes perteneces a los grupos:
  - **Cortinariales**: Formas con pie y sombrero confluentes. El velo suele formar una cortina filamentosa en los basidiomas jóvenes. Ejemplos: Cortinarius (muy común) y Agrocybe (seta de chopo, comestible, de esporada parda y con anillo).
  - **Agaricales**: Formas con pie y sombrero separables, suelen presentar volvas y anillos.
    - **Agaricales de esporas negras**:
      - Coprinos: con láminas delicuescentes. Setas de tinta (Coprinus comatus).
      - Agaricus: anillo bien diferenciado y láminas que pasan de rosadas a pardo-negruzcas. Champiñones.
    - **Agaricales de esporas blancas**:
      - Lepiotas: con anillo. Matacandelas.
      - Amanitas: con anillo o volva o ambos.
  - **Boletales**: Formas que desarrollan esporas generalmente fusiformes y pardas. El himenóforo está formado por tubos o por láminas, fácilmente separables de la carne del sombrero. Se distinguen los **paxilos** (himenio con láminas) y los **boletos** (himenio en tubos).
  - **Rusulales**: Estas formas presentan gránulos de almidón sobre las esporas. La esporada es blanca, amarilla o crema y presentan hifas laticíferas. Ejemplos: Russula y Lactarius (níscalos).

- **Gasteromicetos**: Son las Agaricomicétidas con basidioma angiocárpico. Las esporas sólo se dispersan, cuando están ya maduras, a través de una perforación en el peridio (ostiolo) o su rotura. Los gasteromicetos no son monofiléticos y casi todos tienen relaciones independientes con hongos no angiocárpicos. Son hongos saprofíticos o microrrizogénicos. Son muy reconocibles los Cuescos de lobo (Lycoperdon) y las estrellas de tierra (Geastrum).

Ascomycota

La mayoría de las especies de hongos descritas se encuentran dentro de este grupo monofilético, en el que se incluyen la mayoría de los hongos que se combinan con algas para formar líquenes, así como la mayor parte de los hongos que carecen de reproducción sexual. Son, con los basidiomicetos, los hongos mejor adaptados al medio terrestre y al igual que estos, presentan un micelio septado (con septos perforados) y dicariótico (en el que cada célula tiene dos núcleos). Dentro de este grupo pueden encontrarse organismos unicelulares (levaduras, que crecerán por gemación o fisión) o filamentosos (hifas, que crecerán apical y lateralmente) o de ambos tipos (dimorfismo).

La característica que agrupa a todos los ascomicetos es la presencia de un esporangio de origen

sexual denominado asco. Los ascos son esporangios caracterizado por tener un número determinado de esporas en su interior (número característico para cada especie). El número que más se repite es ocho (aunque puede variar desde 1 hasta 1.000). Esas esporas se llaman ascosporas. Tras liberarse del asco, estas ascosporas haploides poseen paredes gruesas y serán muy resistentes a ambientes adversos. En condiciones adecuadas, germinarán para formar un hongo haploide nuevo.

Los miembros de este grupo son heterótrofos y obtienen nutrientes a partir de organismos muertos (saprótrofos) o vivos (biotrofos). En este segundo caso, establecen relaciones simbiónticas con algas para formar líquenes, con raíces vegetales para formar micorrizas, con hojas y tallos de plantas en el caso de los endófitos, e incluso con artrópodos en algunas especies. Además pueden ser parásitos de animales, incluyendo humanos, y plantas.

Los análisis filogenéticos moleculares con ARN ribosomal apoyan la monofilia de Ascomycota. El grupo más basal y heterogéneo dentro de los ascomicetos lo constituye Taphrinomycotina (anteriormente conocidos como "Archiascomycetes"), contiene una variedad de taxones diversos ecológica y morfológicamente que incluye especies de levaduras, taxones dimórficos y productores de esporocarpos filamentosos. Los otros dos grupos son Saccharomycotina o "Hemiascomycetes" (son las levaduras más conocidas, incluyendo especies de utilidad industrial, como Saccharomyces cerevisiae, así como importantes patógenos humanos Candida albicans) y Pezizomycotina o "Euascomycetes" (que incluye especies filamentosas con diversas especializaciones ecológicas: descomponedores, patógenos animales y vegetales, líquenes, y simbiontes micorrizos). Este último grupo engloba más del 90% de las especies de Ascomycota y se divide actualmente en 10 clases, aunque las relaciones entre estos linajes están todavía sin resolver. Según los últimos análisis filogenéticos basados en estudios moleculares, Taphrinomycotina, Saccharomycotina y Pezizomycotina son monofiléticos.

- **Taphrinomycotina**: Es uno de los grandes grupos de Ascomycota, el más basal y heterogéneo. Sus ascos se originan a partir de células ascógenas binucleadas. Dentro de Taphrinomycotina destacan los Schizosaccharomycetes, que son levaduras que se reproducen por escisión (por ejemplo, Schizosaccharomyces) y los Taphrinomycetes, que son fitoparásitos dimórficos, con una fase de levadura y otra filamentosa (Taphrina).
- **Saccharomycotina**: En este grupo se incluyen las levaduras gemantes. Son el grupo de las popularmente denominadas levaduras, aunque existen fases de levadura en muchos otros grupos. El aparato vegetativo es simple (micelio o levadura). Los sacaromicetos forman ascas después de la unión de las células sexuales. Ejemplo: Saccharomyces, relacionada con la producción de vino o cerveza.
- **Pezizomycotina**: Es un grupo monofilético que agrupa a la mayoría de los ascomicetos. El aparato vegetativo miceliar tiene septos que presentan una perforación central simple. El ciclo reproductor presenta varias fases:
    - **Fase telomórfica (sexual)**, el telomorfo produce ascas y esporas. La reproducción sexual parte de la formación de un gamentangio femenino y de los gamentangios masculinos. Tras la fecundación, el gamentangio femenino origina divertículos en los que aloja copias de los núcleos maternos y paternos en hifas dicarióticas. La cariogamia tiene lugar en el extremo de las ramificaciones de estas hifas. Las hifas que producen ascas crecen por un mecanismo que se denomina uncinación, por el cual la célula del extremo de la hifa se curva en forma de gancho, divide sus dos núcleos y los reparte entre las células hijas.

      Las células apicales pueden completar la reproducción sexual fusionando sus dos núcleos para dar un núcleo cigótico, que produce un tipo de célula que se denomina "célula madre del asca". La célula madre del asca primero por meiosis y después por mitosis da lugar a ocho núcleos haploides que producirán ocho ascosporas (esporas de reproducción sexual). Estas ascosporas se liberan de forma activa, proyectadas a cierta distancia. Las ascas se agrupan en cuerpos fructíferos (ascomas) junto con

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

hifas monocarióticas. Además los ascomas pueden ser:

- ascomas pequeños, cerrados y con las ascas desordenadas (cleistotecios).
- ascomas rodeados por una pared (peridio) y abiertos apicalmente por un ostiolo (peritecios).
- las ascas forman una superficie fértil (himenio) con aspecto de empalizada rodeado de una estructura carnosa (apotecios).

- **Fase anamórfica (asexual),** el anamorfo produce mitosporas (conidios).

La identificación de grupos monofiléticos de ascomicetos es compleja y generalmente no coincide con los grupos tradicionales. Se consideran como grupos principales:

- **Pezizomicétidos**: Agrupa a los hongos que forman apotecios cupuliformes o discoidales, sésiles o sostenidos por un pie. En estas formas las ascas unitunicadas, que se abren apicalmente por un opérculo, son cilíndricas con ocho ascosporas en fila. Constituyen el grupo de las "cazoletas" (Peziza, Helvella), de las colmenillas (Morchella) y de algunas formas hipogeas como las trufas (Tuber).
- **Sordariomicétidos**: Se incluyen aquí a los ascomicetos con peritecio y ascas con una capa interna elástica y que rompe la externa durante la dehiscencia. Ejemplo: cornezuelo del centeno (Claviceps purpurea).
- **Eurociomicétidos**: Están representadas en este grupo formas con ascomas tipo cleistotecio. Son formas tanto descomponedoras de la materia orgánica como parásitas. Algunos son importantes en la fabricación de fármacos (Penicillium).

Los hongos como parte de estructuras simbiontes

Líquenes

Los líquenes son talofitas originadas por simbiosis en la que puede estar implicado un número variable de simbiontes. Al menos están constituidos por un hongo heterótrofo (micobionte) y un organismo fotosintético (fotobionte). Los micobiontes más comunes son hongos ascomicetos, mientras que los fotobiontes pueden ser cianobacterias o algas verdes unicelulares.

Los talos liquénicos son entidades nuevas (holobiontes) muy estables y con propiedades emergentes. Los tipos de simbiosis son variados, así, en los hongos liquenícolas, dos hongos comparten un fotobionte, mientras que en los cefalodios es un hongo el que se asocia a dos fotobiontes.

Componentes de los líquenes:

- **Micobiontes.** Son casi siempre ascomicetos, algunos deuteromicetos y escasos basidiomicetos. La clasificación se refiere siempre al micobionte.
- **Fotobiontes**. Pueden ser organismos procariotas (cianobacterias) o eucariotas. En este caso son generalmente clorofitos (unicelulares, cenobiales o filamentosos) o heterocontofitos (escasos).

Con respecto al talo liquénico, el micobionte genera falsos tejidos denominados plecténquimas. Los talos liquénicos pueden ser:

- **Homómeros**, en los cuales el micobionte y fotobionte están distribuidos uniformemente.
- **Heterómeros**, en los cuales existe una estratificación interna. Suelen estar constituidos por: un córtex superior, una capa de fotobiontes y una médula constituida por hifas entremezcladas y, o un córtex inferior (opcional).

En el talo liquénico se pueden presentar distintas estructuras como:

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014

- Rizinas y cordones rizinales: estructuras apendiculares desarrolladas desde la cara inferior y que sujetan los talos foliáceos al sustrato.
- Discos de fijación: estructuras que fijan los talos fruticulosos al sustrato.
- Cifelas: excavaciones en la cara inferior del talo y recubiertas con un córtex diferenciado.
- Pseudocifelas: excavaciones en cualquiera de las caras del talo y sin córtex diferenciado.
- Cefalodios: estructura que aloja un fotobionte secundario.

Con respecto a los distintos biotipos donde se desarrollan los líquenes se conocen como:

- Crustáceos a los líquenes en contacto estrecho con el sustrato. Sin córtex inferior. Pueden situarse directamente por encima del sustrato o penetrar en él.
- Foliáceos a los líquenes laminares y dorsiventrales, aunque no presentan un contacto estrecho con el sustrato y se separan fácilmente. A su vez este tipo de liquen puede ser: lobulados, con órganos apendiculares en toda la cara inferior o, umbilicados, si el talo se adhiere por un ombligo.
- Fruticulosos, cuando los líquenes se sujetan al sustrato por una superficie mínima y adquieren la morfología de un pequeño arbusto.
- Complejo (caso de Cladonia) si existe un parte crustácea y una parte fruticulosa ramificada (podecios) o en forma de trompeta (escifos).

Micoficobiosis

Las micoficobiosis están constituidas por la agrupación de un hongo marino filamentoso y un alga marina pluricelular. El hongo es un ascomiceto y crece entre las células del talo del alga sin dañarla. Supuestamente el hongo facilita protección al alga en algunos momentos (desecación durante la marea baja).

Micorrizas

Las micorrizas son asociaciones establecidas entre hongos y raíces o rizoides de plantas terrestres. Aparecen en casi todos los grupos de plantas terrestres y están constituidas por “zigomicetos”, ascomicetos, basidiomicetos. Las raíces con micorrizas son más eficaces como órganos de absorción de agua y nutrientes. Existen muchos tipos de micorrizas de las que las más comunes son:

- **Ectomicorrizas**. El micelio fúngico no penetra en las células corticales y únicamente genera una envuelta a las raíces afectadas denominada manto. Desde el manto, las hifas crecen hacia fuera y hacia adentro intercalándose entre las células del córtex de la raíz. Las ectomicorrizas son típicas de basidiomicetos.
- **Endomicorrizas**. El micelio fúngico penetra en las células del córtex de la raíz. Las endomicorrizas son las más abundantes y se presentan en el 90% de las plantas.

RESUMEN LIBRO DIVERSIDAD VEGETAL - jrem – CIENCIAS AMBIENTALES - UNED – 2013-2014