

APUNTES DE SISTEMÁTICA VEGETAL 2021

Susana E. Freire (Prof. Titular de Plantas Vasculares, FCNyM) y
Néstor D. Bayón (Prof. Titular. Sistemática Vegetal, FCAyF).

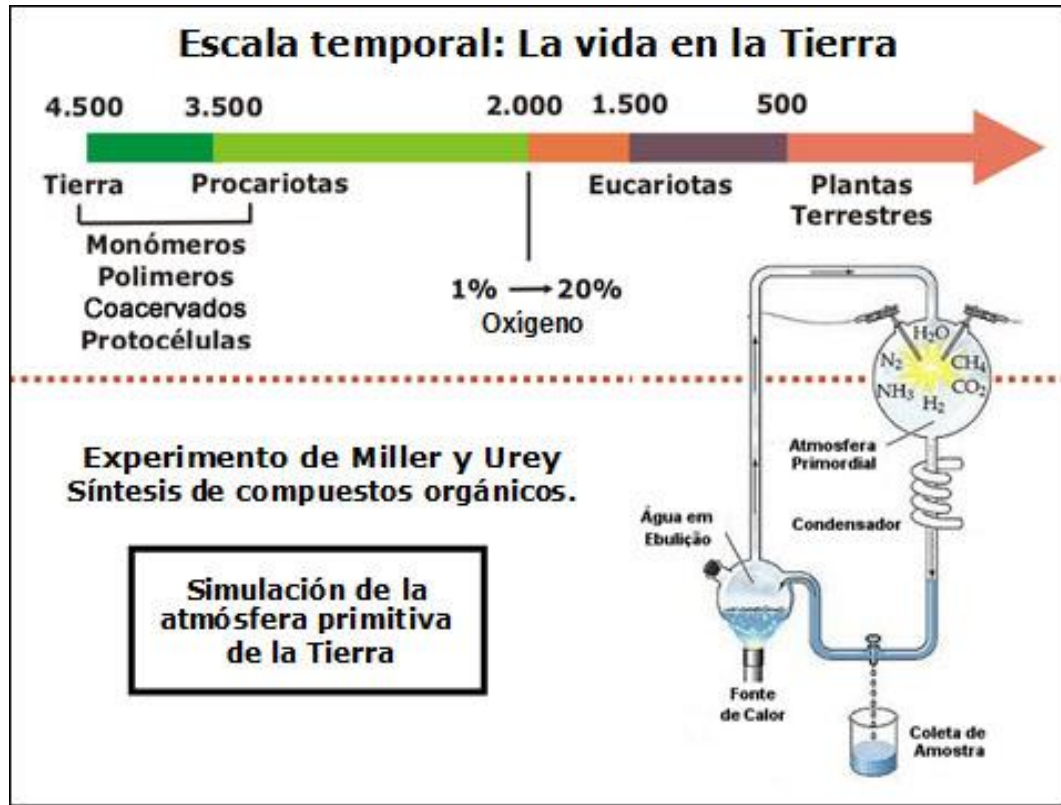
CRIPTÓGAMAS

Síntesis de la Clasificación Filogenética de los Seres Vivos (*)

- **Súper-Reino Prokaryota**
 - Reino Bacteria
 - Reino Archaea
- **Súper-Reino Eukaryota**
 - Reino Protozoa
 - Reino Plantae
 - Reino Chromista
 - Reino Fungi
 - Reino Animalia

PROCARIOTES, VIRUS Y ORIGEN DE LA VIDA

¿Cómo empezó la vida?



VIRUS

Los virus son considerados separadamente de la clasificación de los seres vivos por tener una organización distinta a la estructura celular de los organismos vivos. La mayor dificultad en la ubicación sistemática de los virus reside en el hecho de si deben o no ser considerados como organismos vivos. La mayoría de ellos están formados por una cubierta proteica rodeando a un ácido nucleico, careciendo entonces de una organización celular. No se conoce cuál es su origen, pero sí se sabe que no constituyen un grupo natural (monofilético).

Los virus tienen gran importancia como agentes patógenos. Son enfermedades virales en el hombre, por ejemplo, hepatitis infecciosa, fiebre amarilla, poliomielitis, sarampión y viruela. En los animales: la aftosa y la rabia de los perros. En las plantas, por ejemplo, los mosaicos, caracterizados por un moteado de las hojas.

Muchos virus causan enfermedades en los insectos y de esta forma son usados como agentes de control biológico.

Naturaleza

Los virus son parásitos obligados que pueden multiplicarse solamente dentro de la célula de un organismo vivo y muchos son altamente específicos en el tipo de célula en la cual se multiplican.

Los virus aunque dependen de la célula para su multiplicación, tienen una historia evolutiva independiente; sobreviven después de la muerte de la célula y del organismo que parasitan; pueden pasar de un huésped a otro de distinta especie; una vez separados y purificados no se alteran en cuanto a su estructura y composición y son capaces de volver a penetrar en una célula viva donde pueden ser copiados por ésta produciendo nuevos virus. Esta habilidad para mantener la continuidad genética, sirve de base para sostener la hipótesis de que los virus son organismos vivos.

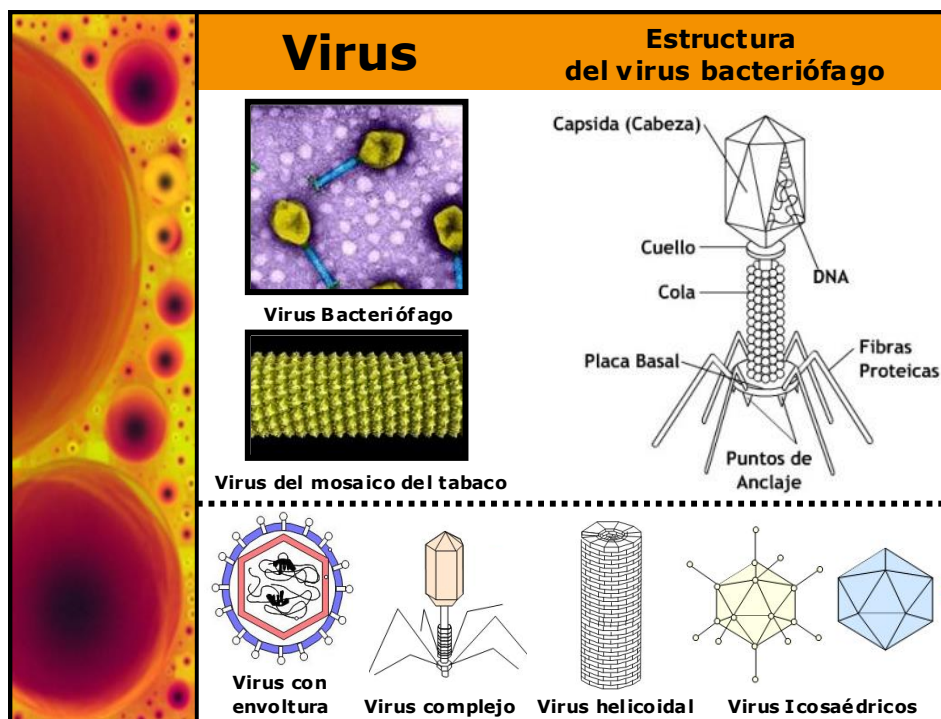
Morfología

El tamaño de los virus varía mucho, desde 10 a 30 nm los más pequeños, hasta 250 a 300 nm los más grandes. Las partículas individuales de un determinado virus son considerablemente uniformes en cuanto a su tamaño y a su forma.

El elemento fundamental de un virus es siempre una nucleoproteína formada a partir de un solo ácido que es unas veces el ARN (virus de las plantas y la mayoría de los virus de los animales) otras el ADN (bacteriófagos y algunos virus de animales).

Se distinguen tres formas fundamentales: alargadas, más o menos esféricas y en forma de renacuajo.

- Los virus más grandes (viruela) tienen una forma general cilíndrica.
- La mayoría de los virus de tamaño mediano y todos los virus pequeños tienen forma generalmente esférica. En forma de verdaderas esferas (virus de la gripe); agrupaciones esféricas "de forma de morsa" (mosaico amarillo del nabo).
- Ciertos virus entre los de las plantas o de los insectos tienen estructura más o menos alargada (virus del mosaico del tabaco).



- d. Ciertos virus presentan una forma geométrica muy regular (virus de *Tipula paludosa*). Estos virus están formados, en general, por un núcleo poliédrico rodeado de una envoltura, la cápside, sobre la cual se hallan enganchadas un cierto número de estructuras huecas de sección hexagonal, los capsómeros que se insertan sobre la cápside, un poco a manera de las púas de un erizo de mar.
- e. Los bacteriófagos, en su mayoría, tienen forma de renacuajo, con una especie de cabeza grande y una cola. La cabeza es cilíndrica, esférica o hexagonal y encierra el núcleo del ADN. La cola es el órgano que les sirve para unirse a los receptores de la pared celular de las bacterias susceptibles, unión que lleva a cabo por medio de unas fibras que tiene en su extremo. Esta cola inyecta el ADN de la cabeza del fago dentro de la célula bacteriana.

La simetría es básicamente, helicoidal, o una combinación de ambas. Los virus de simetría cúbica son icosaedros, por ejemplo, los **adenovirus** y **herpesvirus**. Entre los virus de simetría helicoidal se distinguen principalmente los que infectan a las plantas (virus del mosaico del tabaco). Entre los virus con simetría compleja están los bacteriófagos T pares.

Clasificación

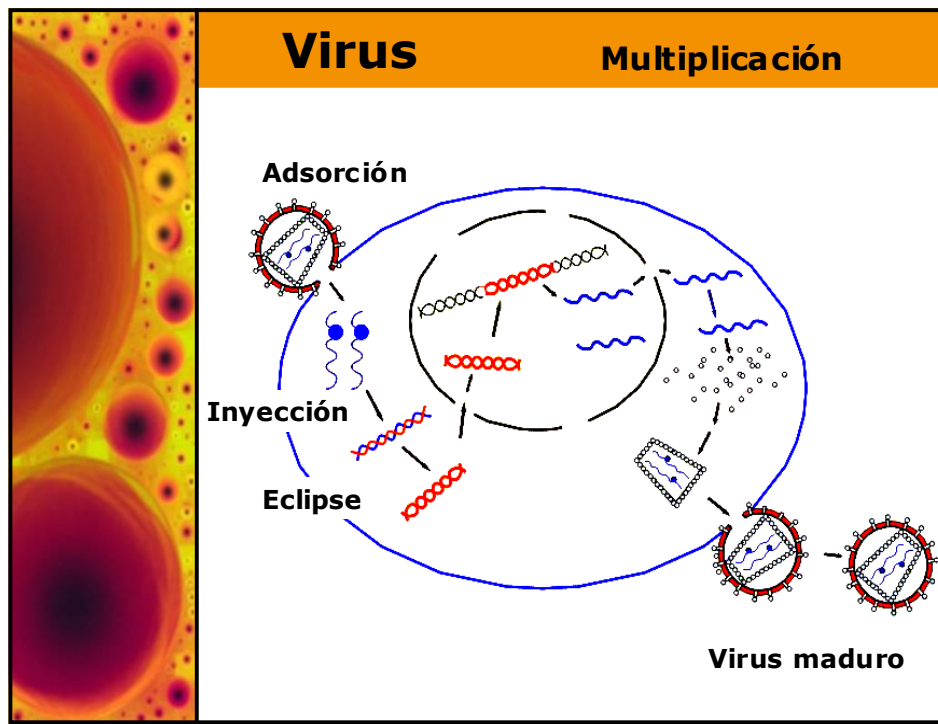
La clasificación se basa en la constitución química y en la forma de la partícula madura considerando, seis propiedades: composición del ácido nucleico, tamaño, sensibilidad del éter, presencia o ausencia de envoltura, número de capsómeros y simetría.

Los virus se dividen en dos grandes grupos: los que tienen ARN y los que tienen ADN. Entre los primeros se distinguen: picornavirus, reovirus, arbovirus, myxovirus. Entre los segundos: papovirus, adenovirus, herpesvirus y poxvirus.

Multiplicación

En general, la multiplicación de los virus bacterianos abarca varias etapas; la primera, es la adsorción a la superficie de las células. A continuación, la pared celular de la bacteria se rompe en el sitio de unión probablemente debido a una enzima (lisozima) del virus. Esto va seguido de la introducción o inyección del ADN del fago dentro de la célula y, durante un cierto tiempo no se registran elementos morfológicos que sugieran que el virus está dentro de la célula. Esta es la fase de **eclipse**, la que termina cuando aparecen las partículas virales inmaduras dentro de la bacteria, estas proliferan con rapidez y se empiezan a observar las partículas maduras ya completas, con cola y ADN, y su número aumenta hasta que la célula se desintegra liberándolas. Después de la desaparición del virus dentro de la célula, los primeros pasos del proceso de multiplicación viral consisten en la síntesis de nuevos componentes virales: proteínas y ácido nucleico, seguida de la unión de estos para formar partículas completas.

El problema de la multiplicación de los virus se halla ligado a la multiplicación de los ácidos nucleicos, considerados estos como portadores de la información que finaliza en la síntesis de nucleoproteínas y proteínas, sean de la célula, sean del virus. A partir de la penetración en la célula del ácido nucleico del virus infectante, el metabolismo celular se modifica profundamente estableciéndose dos tipos de relación huésped – fago:



1) El ácido nucleico extraño impone su orden de elaboración a la célula y esta sintetizará únicamente nucleoproteínas virales: es la muerte de las células por desaparición de sus estructuras normales sustituidas por las estructuras virales con liberación, luego de la muerte celular del virus neoformado, que repetirá el ciclo. 2) La célula rechazando la nucleoproteína extraña la metabolizará y la asimilará para la fabricación de sus propias nucleoproteínas, habrá sobrevida, curación de la célula y el genoma del fago se inserta en el genoma de la célula que retransmite de manera hereditaria a su progenie. De cierto modo, se trata de un estado portador, en el cual las células contienen el genoma del fago y son inmunes si se reinfectan.

En resumen: los virus no son organismos completos, no están formados por células, como tampoco son simples macromoléculas autorreproducibles; los virus no son organismos aberrantes. Tienen una especificidad que les es propia y una continuidad genética: se reproducen. Pero no pueden hacerlo de manera autónoma sin intervención de una célula viva.

Los virus no pueden relacionarse a ninguna otra estructura biológica: son virus.

Origen de los virus

Si bien algunos autores sostienen que los virus son los descendientes directos de la primera unidad que tuvo la capacidad de replicarse, esto es claramente imposible ya que los virus existen solamente en virtud de su habilidad para introducirse en la maquinaria de una célula huésped.

El origen de los virus puede sugerirse a través del fenómeno de transformación: fragmentos de ADN o ARN ocasionalmente encuentran el modo de penetrar en una célula, si ellos pueden replicarse a sí mismos, pueden expandirse de una célula a otra y así persistir. Cuando son capaces de producir una pared proteica se vuelven virósicos.

Los posibles escenarios que explican el origen de los virus son:

1. Son remanentes de las primeras formas de vida, esto es formas de vida previa a la celular. Esta hipótesis sugiere que esta forma de vida precelular continuó existiendo bajo la forma de parásitos luego del advenimiento de la célula.
2. Los virus se originaron como fragmentos de células normales que perduraron como parásitos.
3. Los virus fueron desde su origen parásitos celulares, reduciéndose en forma extrema dado su estilo de vida.

Nombres de algunas virosis en plantas:

Mosaico del zapallo: virus esférico de 30 μ m

Amarillamiento del lirio: virus esférico de 40 μ m

Enanismo amarillo de la papa: virus esférico de 110 μ m

Necrosis del tabaco: virus esférico de 20 μ m

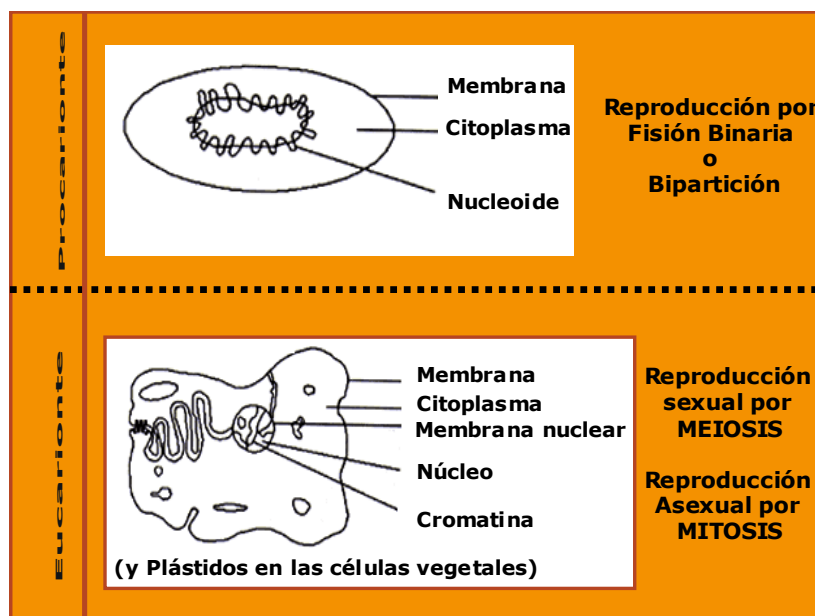
Achaparramiento del maíz: bastoncitos cortos de 240 x 50 μ m

Mosaico del tabaco: bastoncitos largos de 280 x 15 μ m

Virus del mosaico del tabaco: virus de forma alargada de 2500 – 3000 Å de longitud x 150 Å de diámetro.

Procariontes y Eucariontes

La división fundamental en el mundo viviente es la distinción entre Procariontes y Eucariontes. Este abismo filogenético está condicionado por la diferenciación celular y es mucho más profunda que la existente entre el reino animal y el vegetal.



Procariontes. ¿Cuándo aparecieron?

La primera forma de vida, la cual apareció hace cerca de 3.500 millones de años fueron los procariontes.

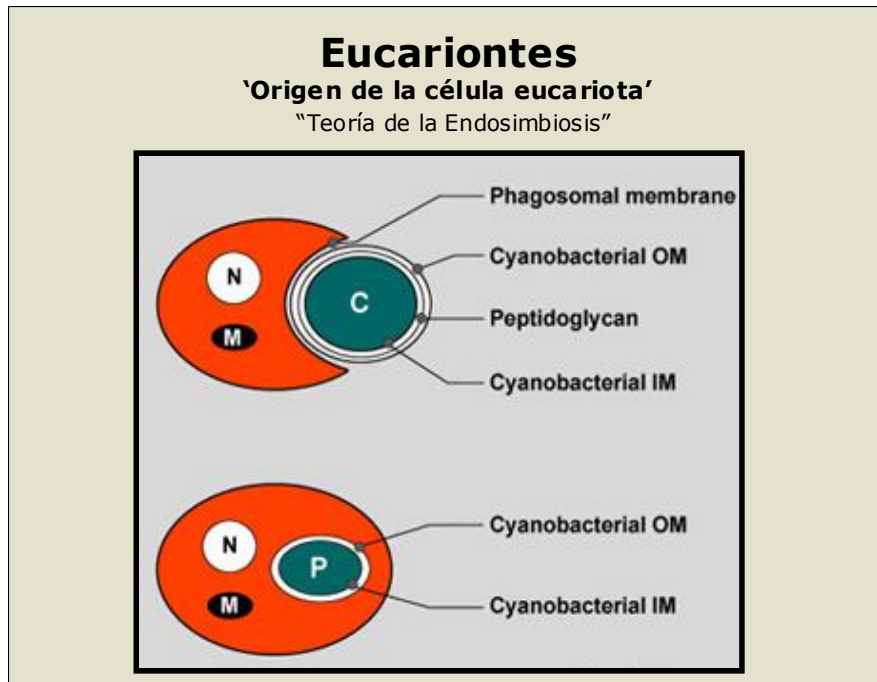
Características. Los procariontes están definidos por la ausencia de características encontradas en las células modernas: carecen de núcleo (no tienen membrana nuclear y poseen un cromosoma circular, el cual es una molécula de ADN), carecen de mitocondrias y de plástidos y la división celular es por fisión binaria (no presentan

ni meiosis ni mitosis). Están representados por bacterias y cianobacterias (también conocidas como “algas verde-azules”) y constituyen lo que en la clasificación que dividía a los seres vivos en cinco reinos se denominaba Reino Monera (Margulis & Schwartz, 1985, 1988, 1998).

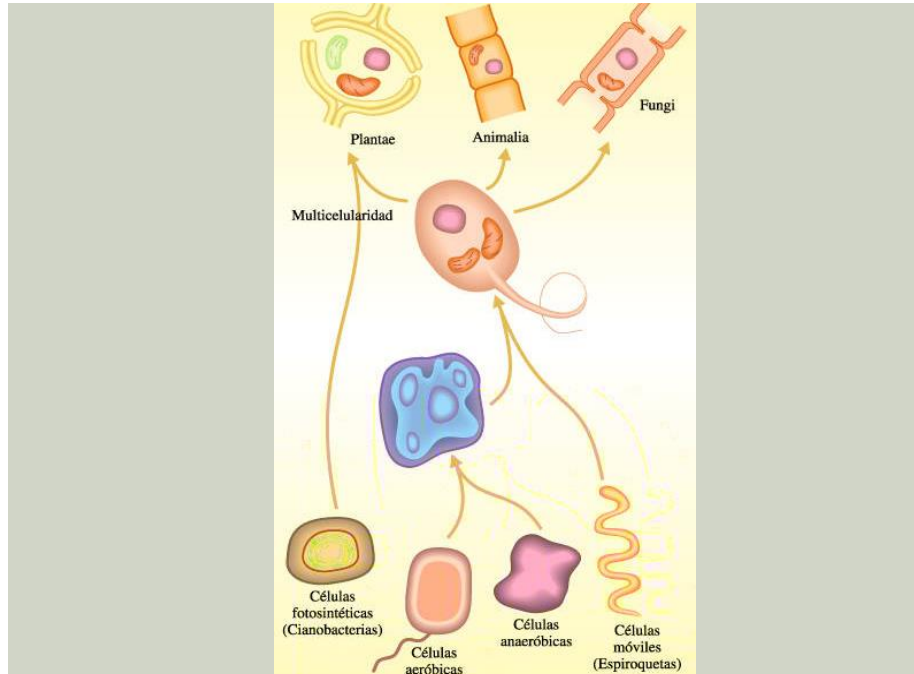
Eucariontes. ¿Cómo se originó la célula eucariota?

Los Eucariontes se caracterizan por tener mitocondrias, plástidos, ADN organizado en cromosomas lineares y sus células se dividen por mitosis. En ellos se ha producido una gran explosión evolutiva, la cual fue posible, entre otras cosas, por una modificación de la división mitótica, que fue la división meiótica, la cual permitió la reproducción sexual y la consecuente recombinación génica originando la gran diversidad de los eucariontes.

Si bien existen varias teorías en cuanto al origen de los eucariotas, la más aceptada en la actualidad es la **Teoría de la Endosimbiosis Serial (TES)** expuesta por Taylor (1974) y luego por Margulis (1967, 1975, 1981), aunque existieron antecedentes previos que no fueron tenidos en cuenta. Esta teoría explica que el origen de las células eucariotas se habría dado en forma más o menos súbita, derivando de ancestros bacterianos que cohabitaban en comunidades simbióticas. Margulis demostró que el paso fundamental en la organización de la vida, representado por la aparición de las células eucariotas, involucró la fusión de dos o más linajes por medio de simbiosis. Su ADN se habría reunido en cromosomas lineares dentro de una membrana interna que circunscribió el núcleo. Tanto las mitocondrias (derivados de una protobacteria) como los cloroplastos (derivados de una cianobacteria) constituyeron orgánulos que retuvieron su identidad bacteriana (Holt & Ludica, 2013). La Teoría de la Endosimbiosis Serial sostiene la idea de que los eucariotas derivan de una línea singular de taxones con núcleo, que a posteriori adquieren diferentes tipos de endosimbiontes mitocondriales. Es así que los grupos principales de eucariotas tienen crestas mitocondriales de distinto tipo: aplanadas (plantas, animales y fungi), discoidales (euglenas), ramificadas (mixomycota) o tubulares (chromistas). Además, Margulis & Schwartz (1985, 1988, 1998) definieron a las distintas líneas de eucariotas en base a la ocurrencia de flagelos y su orientación. Interpretaron que el origen del flagelo (al que llaman undulipodio) sería el resultado de una relación endosimbiótica entre un huésped con núcleo y una bacteria de forma alargada y helicoidal del género *Spirochaeta*. Según Margulis & Schwartz las distintas líneas de eucariotas pueden diferenciarse por el hecho de tener flagelos dirigidos hacia adelante, hacia atrás o de carecer de ellos (heterokonta: straminipila; opisthokonta: animales, fungi). Resulta que los grupos que poseen el mismo tipo de flagelos tienen también el mismo tipo de mitocondrias, lo cual constituye una confirmación de su existencia.



Para estas autoras los flagelos (=undulipodios) aparecen como un carácter de mayor importancia al momento de diferenciar a las líneas mayores dentro de los eucariotas, dado que los representantes de *Spirochaeta* no sólo habrían sido las responsables del origen de los flagelos, sino también de los cuerpos basales, los centriolos y el citoesqueleto (Holt & Ludica, 2013).

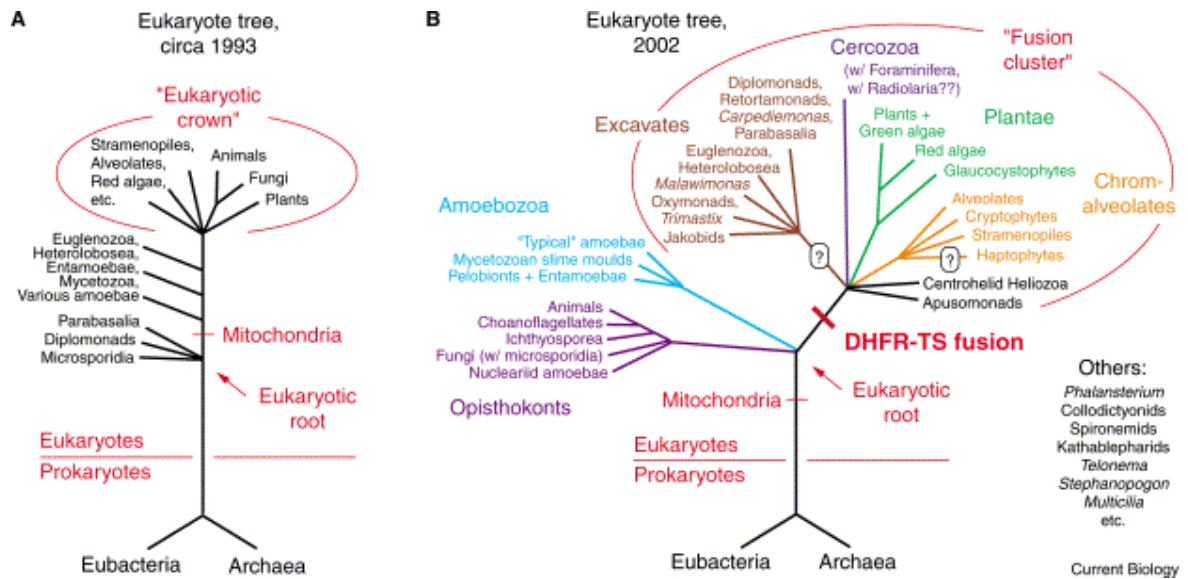


En los comienzos del presente siglo los datos moleculares y estructurales comenzaron a brindar soluciones. El método llamado análisis de los superárboles tiene en cuenta:

- Combinación de datos de multigenes.
- Búsqueda de patrones comunes (consenso).

- Mejor comprensión del problema de atracción en las ramas largas, una situación observada en las comparaciones moleculares, en las que se observan falsas relaciones de parentesco entre grupos que no están relacionados.

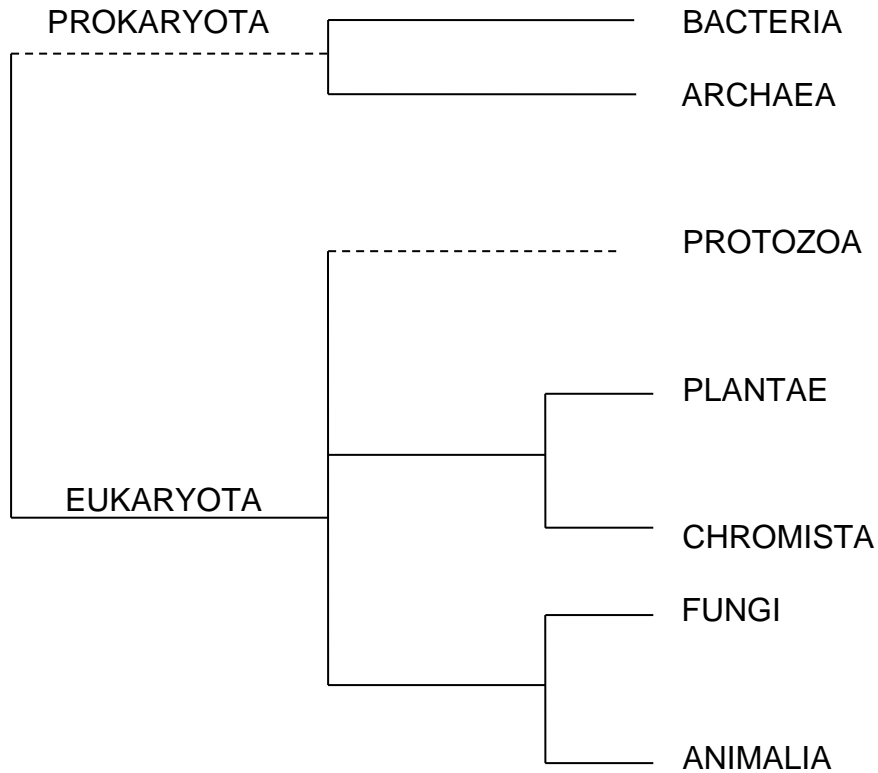
Con el uso de estas nuevas técnicas, los grupos que no tenían una ubicación clara comenzaron a poder ser incluidos en grupos mayores. El árbol filogenético que refleja las relaciones de parentesco entre los eucariotas cambió sustancialmente, pues perdió su forma de árbol con una corona con numerosas ramas de taxones avanzados en su parte superior (crown eucaryots), y adquirió la apariencia de un arbusto con unas pocas ramas basales formadas por grupos mayores de taxones.



Esta figura de Simpson and Roger (2002) muestra dos visiones con respecto a la evolución del árbol de la vida entre los años 1993-2002. Durante este lapso, la Hipótesis Archaezoa fue tenida en cuenta para después ser descartada. La idea de un árbol de la vida con una corona de taxa derivados dio lugar a una tipología más parecida a la de un arbusto.

LOS GRANDES GRUPOS DE ORGANISMOS

El total de los organismos se pueden dividir en dos **Súper-Reinos**: Prokaryota y Eukaryota. El primero a su vez se divide en **dos reinos**: Bacteria y Archaea, mientras que el segundo se divide en **cinco reinos**: Protozoa, Plantae, Chromista, Fungi y Animalia. Se reconocen entonces siete reinos (Ruggiero *et al.*, 2015).



Este cladograma propone un intento pragmático y simplificado para tratar el constante crecimiento del conocimiento sobre la diversidad de la vida. Las líneas de puntos en la base de Protozoa sugiere su origen parafilético, muy posiblemente al igual que para el súper-reino Prokaryota (Ruggiero *et al.*, 2015).

CLASIFICACIÓN DE LAS TALOFITAS (= Criptógamas o micro-organismos)
adoptada en este Curso de Sistemática Vegetal

◆ **Súper-Reino Prokaryota**

Reino Archaea (=Arqueobacterias)

Reino Bacterias (=Eubacterias)

◆ **Súper-Reino Eukaryota**

Reino Protozoa

Euglenofitas

Reino Plantae (=Archaeplastida)

Rhodoplantae (Glaucofitas, Rodofitas) y Viridiplantae (Clorofitas y Carofitas)

[Plantas terrestres: Musgos, Helechos y Espermatofitas] (*)

Reino Chromista

Súper-Phylum Straminipila

Crisofitas

Feofitas

Oomycetes

Súper-Phylum Alveolata

Pirrofitas

Reino Fungi

Chytridiomycota

Glomeromycota

Zygomycota

Ascomycota

Basidiomycota

Reino Animales (*)

(*) Tanto los Animales como las Plantas terrestres no son talofitos. Las plantas terrestres son cormofitas. Se incluyen estos dos grupos con el solo objeto de establecer su ubicación en la clasificación general.

I. Súper-Reino PROKARYOTAS

Reinos **ARCHAEA** (Arqueobacterias) y **BACTERIA** (Eubacterias) [= Bacterias]

Ambos reinos corresponden al nivel procarionte y como tales, comparten las siguientes características: carecen de verdadero núcleo, plástidos, mitocondrias, reproducción sexual y la reproducción asexual es por simple división transversal o fisión binaria. Entre las Bacterias, las Cianofitas se diferencian porque poseen **clorofila a** y β carotene, así como otros pigmentos, y por lo tanto son organismos capaces de sintetizar hidratos de carbono. Todos estos organismos presentan un tipo muy sencillo de organización.

Nuevas evidencias mostraron la existencia de organismos unicelulares procariontes diferentes al de las bacterias "tradicionales". Muchos de ellos en apariencia muy similares a las bacterias, tienen la propiedad de vivir en ambientes extremos, con temperaturas muy elevadas de hasta 100 °C (termófilos) o concentraciones salinas diez veces mayores a la del agua de mar (halófilos). Las diferencias ultraestructurales y genéticas entre bacterias y arqueobacterias, llevan a proponer primero dos reinos (Woese, 1977) y luego dos dominios (Woese, 1990) para los procariontes: **Arqueobacterias** ("bacterias antiguas") y **Eubacterias** ("bacterias verdaderas"). Si bien hoy existe un cierto acuerdo con respecto a este paradigma que sostiene la existencia de tres dominios, las opiniones no son unánimes. Ernst Mayr (1904-2005), destacado zoólogo de origen alemán radicado en EEUU, se opuso a que se le dé a las arqueobacterias la categoría de dominio. Por lo tanto, si bien el debate no ha llegado a su fin, se aceptará provisionalmente la propuesta de Ruggiero que las considera como reino.

Arqueobacterias y *Eubacterias* tienen apariencia semejante al microscopio de luz, pero al microscopio electrónico y mediante análisis bioquímico se observan dos tipos de pared celular. Mientras las Arqueobacterias tienen sustancias proteicas en sus paredes, casi todas las Eubacterias tienen aminoazúcares organizados en una pared de peptidoglucanos.

Arqueobacterias

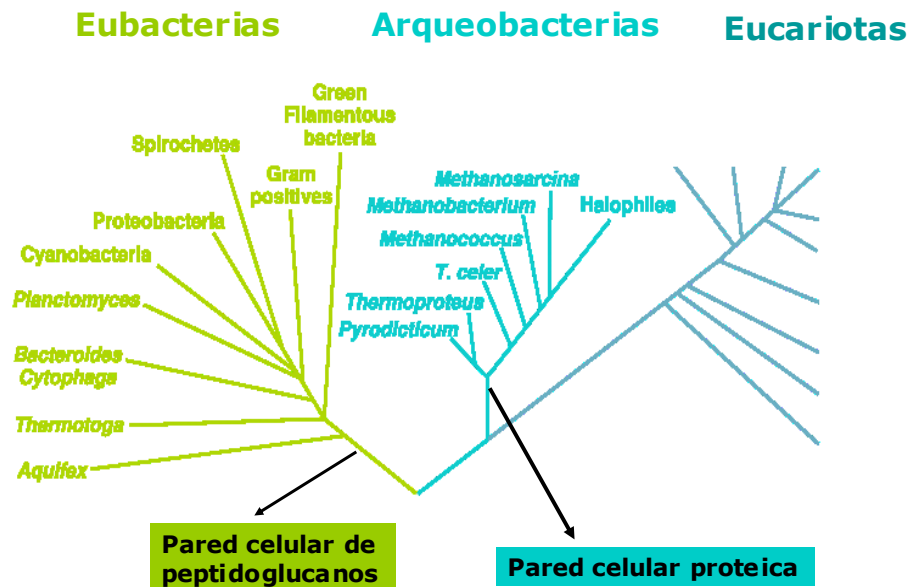
La mayoría de las arqueobacterias son anaerobias obligadas. Por lo general viven en aguas muy calientes (termófilas extremas), en elevadas concentraciones de sal (halófitas extremas) y en condiciones ácidas y calientes (termoacidófilas).

Eubacterias

Las Eubacterias son más conocidas y viven en condiciones menos drásticas que las Arqueobacterias. La mayor parte de las especies son saprobios heterotróficos independientes que viven libremente en el suelo y el agua. Son las reductoras o desintegradoras, las que a través de sus procesos de fermentación y putrefacción, liberan el dióxido de carbono, el agua, los nitratos, los fosfatos y otras sustancias importantes para que las usen de nuevo las formas autótrofas de la vida. También pueden ser parásitos heterotróficos que obtienen su alimento de organismos vivos, convirtiéndose en patógenas al causar enfermedades en plantas y animales. Una

pequeña cantidad es autótrofa (fotótrofas o quimiótrofas). Todas las eubacterias fotótrofas utilizan clorofila a (no a y b usadas por las plantas y algas). Las quimiótrofas son bacterias que utilizan sustancias inorgánicas como hierro y azufre de la corteza terrestre.

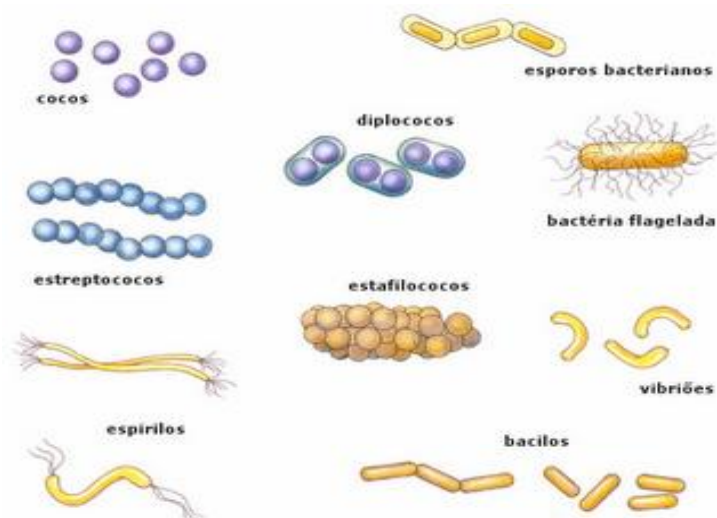
Árbol filogenético de los seres vivos

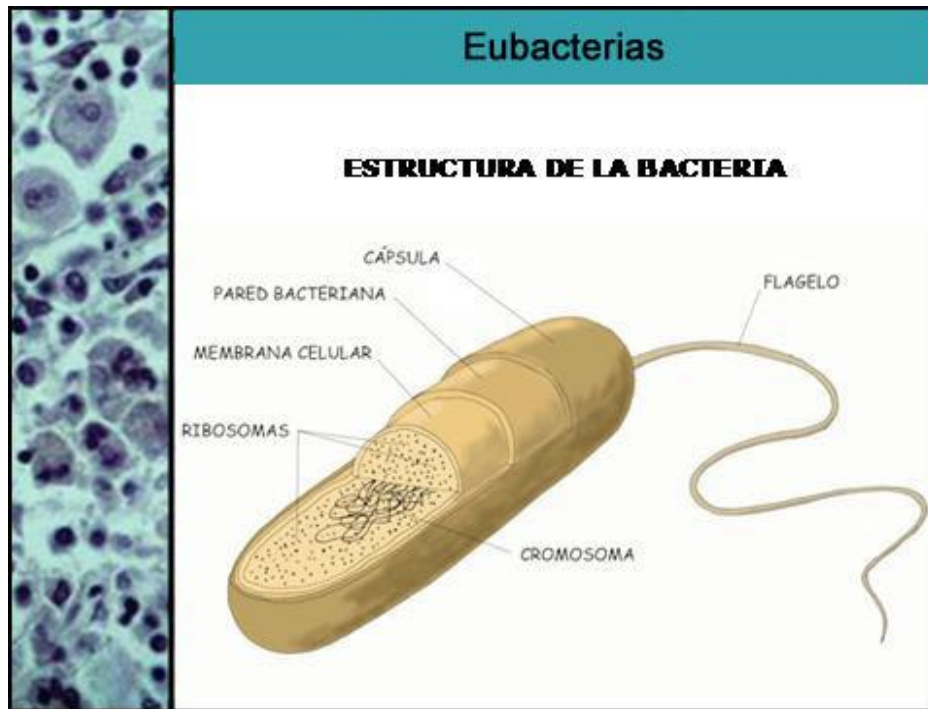


Estructura

De acuerdo a la forma tenemos:

1. Cocos: bacterias esféricas.
2. Bacilos: bacterias en forma de bastoncillos.
3. Espirilos: bacterias arrollados en hélice.
4. Vibrios: bacterias en forma de bastones cortos y curvos.



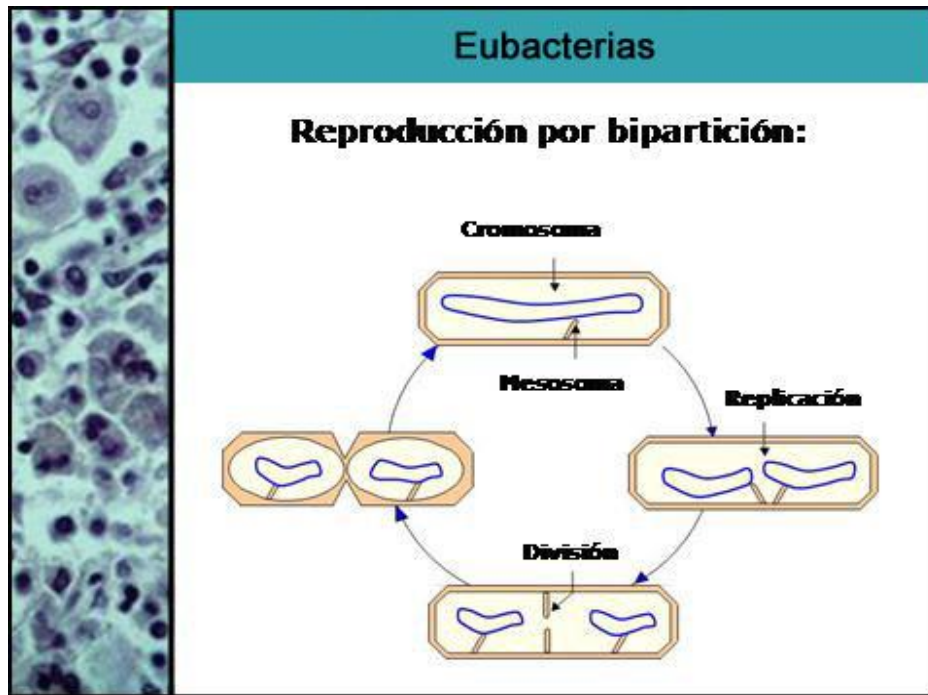


La forma de la célula es relativamente constante, pero puede sufrir transformaciones a medida que el cultivo envejece o en condiciones inusuales de cultivo.

Ejemplo: *Rhizobium leguminosarum*, que crece en el interior de los nódulos radicales de leguminosas, cambia su forma típica de bacilo por una X o Y, a estas formas se las llama bacteroides.

Son en su mayoría, unicelulares, muy pocos constituyen filamentos sencillos. Sumamente pequeños, los menores no llegan en diámetro a 1 μm (micrómetro o milésima de milímetro).

Las Eubacterias se caracterizan por la presencia de una **pared celular** de peptidoglucanos formada por polímeros de aminoazúcares. Esta capa de **peptidoglucano** confiere una gran resistencia a las bacterias y es la responsable de retener el tinte durante la tinción de Gram. En muchas eubacterias esta pared es muy densa y está compuesta por varias capas. En otras, la pared de peptidoglucanos es mucho más fina y más frágil. En estas, rodeando la pared, hay una membrana que contiene fosfolípidos, polisacáridos y glucolípidos. Los dos grupos tienen diferente reacción ante la tinción de Gram. Las bacterias con paredes densas de peptidoglucano absorben fácilmente la tintura brillante y se las denomina grampositivas. A causa de la membrana externa, las bacterias del segundo grupo no absorben el colorante y se las llama gramnegativas.



No todas las bacterias poseen **cápsula**, ésta es una capa mucosa, de espesor poco variable, más o menos constante y de límites externos bien definidos, en su constitución intervienen polisacáridos o complejos de polisacáridos con proteínas. Parecería estar relacionada la presencia de la cápsula con la patogenicidad. Ejemplo: *Diplococcus pneumoniae*.

Cuerpo nuclear

Carece de membrana nuclear, de nucleolo y de la organización en cromosomas. Por medio del microscopio electrónico se comprobó que la molécula de ADN forma un filamento continuo incluido en una matriz diferenciada del citoplasma. En él se encuentran los genes o unidades hereditarias, siendo semejante a un cromosoma.

Flagelos (=undulipodios)

Muchas especies tienen movimientos natatorios o de deslizamiento por medio de flagelos, los que pueden estar aislados o en grupos, pueden ser uno a infinitos. El flagelo se implanta en el citoplasma, donde remata en un **gránulo** cuya función sería semejante a la del blefaroblasto de otros organismos. La estructura del flagelo es muy simple, solo un filamento y no el grupo de 9 + 2 centrales típico de otros grupos.

Colonias

Con frecuencia los cocos forman agregados laxos de células.

Muchos bacilos forman endosporas, que resisten condiciones desfavorables, como desecación, calor, sustancias químicas, etc. Se forman en el interior de la pared celular de la célula madre y se rodea de una membrana espesa que la separa del resto del citoplasma y queda en libertad al desintegrarse la célula madre y puede dar origen a una célula vegetativa.

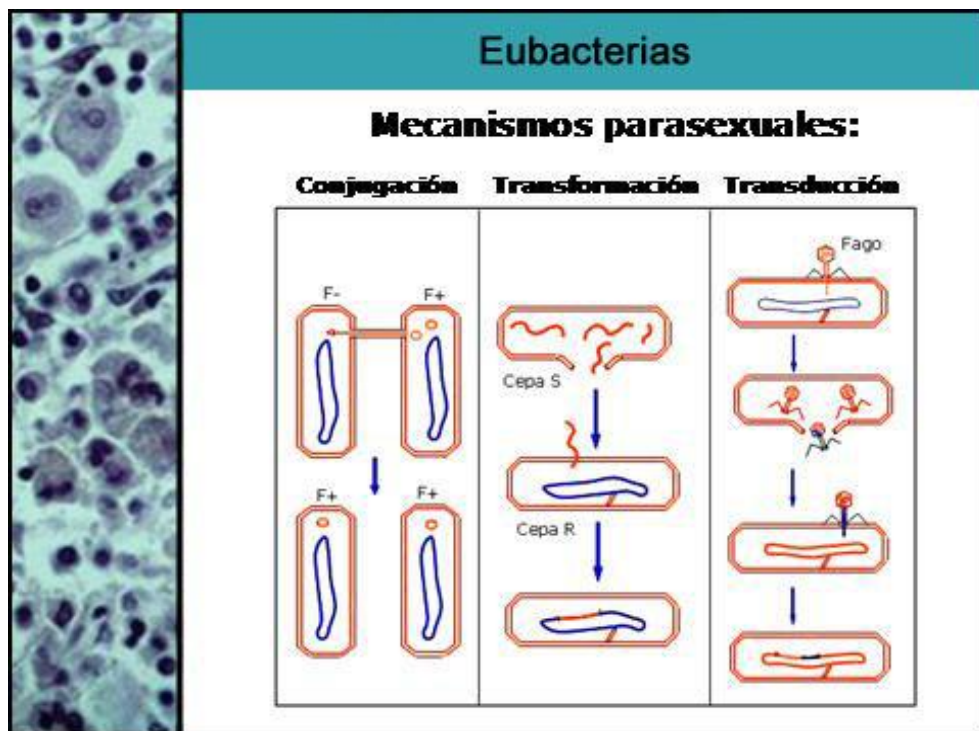
En cambio, en la formación de un quiste, la totalidad de la célula bacteriana se redondea y se rodea de una membrana espesa, originando también una célula vegetativa. Ambas son formas de resistencia.

Reproducción asexual: por simple división.

Fenómenos sexuales

Las bacterias carecen de reproducción sexual del tipo de otros grupos, como el de plantas. Sin embargo, se llega a los mismos resultados por medio de otros fenómenos:

1. **Conjugación:** en este proceso, una bacteria donadora F+ transmite a través de un puente, un fragmento de ADN, a otra bacteria receptora F-. La bacteria que se llama F+ posee un **plásmido**, además del cromosoma bacteriano.
2. **Transformación:** consiste en el intercambio genético producido cuando una bacteria es capaz de captar fragmentos de ADN de otra bacteria que se encuentran dispersos en el medio donde vive.
3. **Transducción:** en este caso la transferencia de ADN de una bacteria a otra se realiza a través de un **virus bacteriófago**, que se comporta como un **vector intermediario** entre las dos bacterias.



Ejemplos y su importancia

Streptomyces griseus, del cual se obtiene la estreptomicina.

Spirochaeta pallida, que produce la sífilis.

Agrobacterium tumefaciens, produce la enfermedad conocida como "agalla de la corona" en las plantas.

Escherichia coli, bacteria común en el intestino humano.

Dentro del Reino de Bacteria se reconocen en el presente nueve grupos. Uno de ellos denominado Oxyphotobacteria, el que contiene sólo a las Cyanobacterias, organismos fotosintéticos productores de oxígeno.

Phylum 1. CYANOBACTERIAS (= Eubacterias fotosintéticas, Cianofíceas, algas verdeazules).

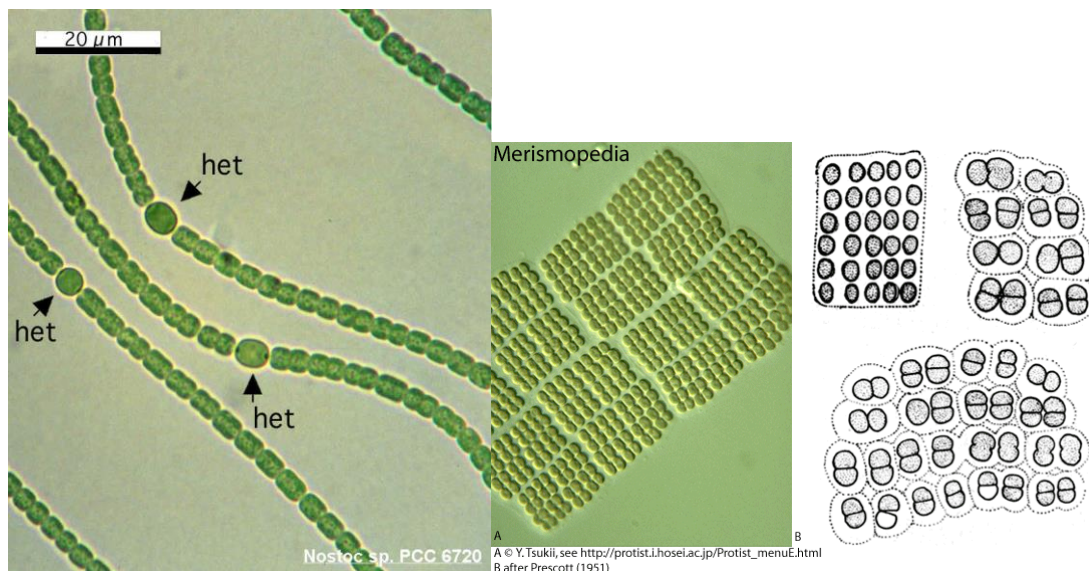
Constantemente **unicelulares** pueden vivir **aisladas** o reunidas en **cenobios**, que son asociaciones que duran sólo una generación y cuyos elementos descienden todos de una misma célula madre. Son el producto de la división de seres unicelulares por estrangulación completa del protoplasto, donde las células hijas quedan, si bien separadas e independientes una de la otra, reunidas en una masa gelatinosa producida en común, o bien por la membrana materna, éstos pueden ser filamentosos, laminares o macizos.

Morfológicamente existen dos líneas de evolución: el tipo filamentosos y el no filamentosos. Partiendo del miembro más sencillo, unicelular de vida flotante, tipo *Chroococcus*, llegamos por un lado a las formas filamentosas, ya sean simples o ramificadas, y por otro a las no filamentosas, en las cuales podemos encontrar cenobios planos, donde las células se dividen regularmente en sólo dos planos, dando un conjunto monoestratificado, tipo *Merismopedia*, o cuando los planos de división son irregulares, como en *Microcystis*, cenobios de formas diversas. En estas formas cenobiales, las células se consideran como individuos separados, pues no hay ningún tipo de diferenciación.

La clorofila está dispersa en el plasma periférico (cromatoplasma). El pigmento que tiene gran influencia en la coloración que poseen es la **ficocianina**, de color azul y en algunos casos la **ficoeritrina** de color rojo.

En el plasma central se halla la cromatina, sin formar un verdadero núcleo, pues no hay membrana nuclear.

La sustancia de reserva es el **“almidón de las cianofíceas”**, semejante al glicógeno animal, que con solución yodo-iodurada da color pardo.



El principal tipo de reproducción vegetativa es la fragmentación, pero la reproducción se puede llevar a cabo, sobre todo en las especies filamentosas, por medio de hormogonios (fragmento de un filamento, capaz de deslizarse, que en condiciones óptimas es liberado de la vaina gelatinosa originando nuevos conjuntos), de acinetos, los cuales tienen aspecto de esporas y el tamaño es mayor de una célula ordinaria, son ricos en reservas alimenticias y pueden resistir condiciones adversas antes de germinar, y de heterocistos, que en algunos casos producen un nuevo filamento y en otros actúan como células degeneradas (cuerpos reproductores arcaicos). En este último caso, a nivel de ellos se produce la fragmentación del filamento, diferenciándose de las restantes células por su forma, tamaño y color, pueden ser intercalares o terminales.

Debido a que los cenobios quedan encerrados en vainas gelatinosas, pueden encontrarse en aguas termales a 85 °C o en la nieve, ya que dicha vaina actúa protegiéndolos de los factores externos.

Son en general de aguas dulces, algunas marinas, otras se desarrollan en tierra húmeda, también en arrozales, son abundantes en el plancton y dan idea de una comunidad poco madura, que no ha alcanzado su equilibrio.

II. Súper-Reino Eucaryota

A. Reino Protozoa

Se trata de un grupo parafilético compuesto por organismos eucariotas unicelulares, que por ende carecen de tejidos. Comprende a los grupos (sub-reinos) Euglenozoa y Sarcomastigota. Muchas veces se hace difícil su diferenciación con integrantes de otros reinos. Se distinguen del Reino Fungi por carecer de pared conformada por quitina. Del Reino Plantae se diferencia pues este último presenta cloroplastos originados en la endosimbiosis primaria con una cianobacteria. El límite entre el Reino Protozoa y el Reino Chromista es más difícil de establecer, considerándose que los Chromistas están conformados por: i) por aquellas algas que contienen clorofilas *a* y *c* (no *a* y *b* como las del Reino Plantae), las que han evolucionado por un proceso de endosimbiosis secundaria (incluso a veces terciaria), al engullir a otros eucariotas (algas rojas), y ii) por aquellos protistas heterotróficos surgidos de organismos que han perdido sus cloroplastos y la consiguiente capacidad de hacer fotosíntesis.

Phylum 1. EUGLENOFITAS

Este constituye el único grupo dentro del Reino Protozoa que posee capacidad de hacer fotosíntesis, originándose sus cloroplastos en un proceso de endosimbiosis secundaria (de eucariote a eucariote) de un alga verde que ha sido engullida.

Típicamente son organismos **unicelulares móviles** mediante flagelos, aunque hay formas inmóviles. Habitan en las aguas dulces, especialmente en aquellas aguas que tienen materia orgánica en descomposición, también en las riberas de los ríos y algunas especies despigmentadas se desarrollan sobre el cuerpo de otros organismos. Muchas especies de euglenófitas son responsables de las espumas ("floraciones") de colores brillantes que se forman sobre las aguas.

Características estructurales

La pared celular no es verdadera y en su lugar hay una membrana llamada **periplasto** que puede ser más o menos flexible o dura, que es una condensación del citoplasma externo.

-Reserva alimenticia: **paramilo**, es un polisacárido.

-Pigmentos: poseen **clorofila a** y **b** (como en el reino de las plantas). Poseen también otros pigmentos: xantofilas y β -caroteno.

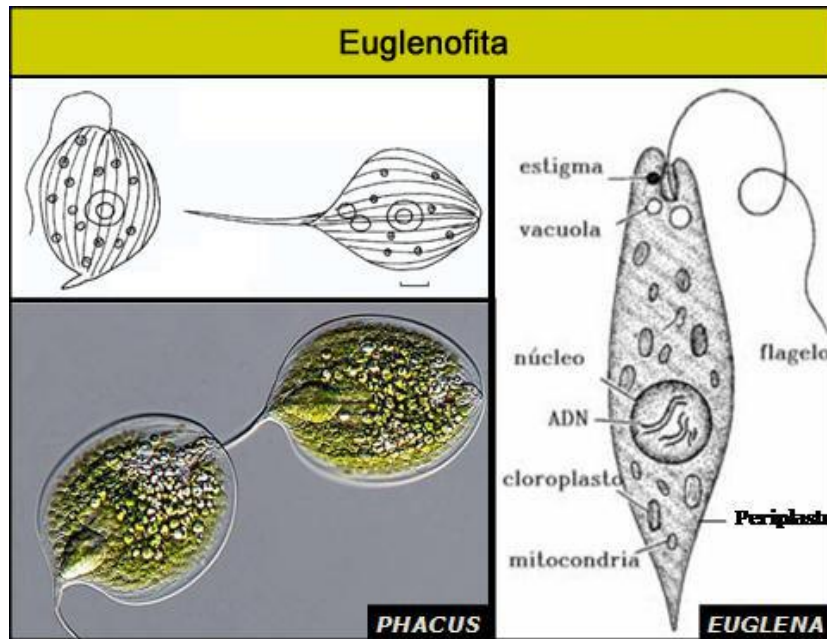
-Flagelos: cada organismo posee 1-2; estos nacen de una bolsa o cripta que a su vez se encuentra en uno de los polos en una invaginación. En algunas especies la base del flagelo (undulipodio mastigonemado) está bifurcada. En algunos casos en la base del flagelo hay un blefaroblasto que establece comunicación con el núcleo por medio de un delgado filamento.

-Mancha ocular: roja, próxima a la bolsa flagelada, su presencia está relacionada con la orientación hacia la luz. No está presente en todas las especies.

-Movimiento: está relacionado con la presencia de flagelos; el movimiento se realiza en espiral debido a que los flagelos giran en hélice.

-Vacuola: una o varias; pueden ser contráctiles, ubicadas en el polo flagelar.

-Reproducción: se multiplican por división directa. Si hay reproducción sexual es isogámica.

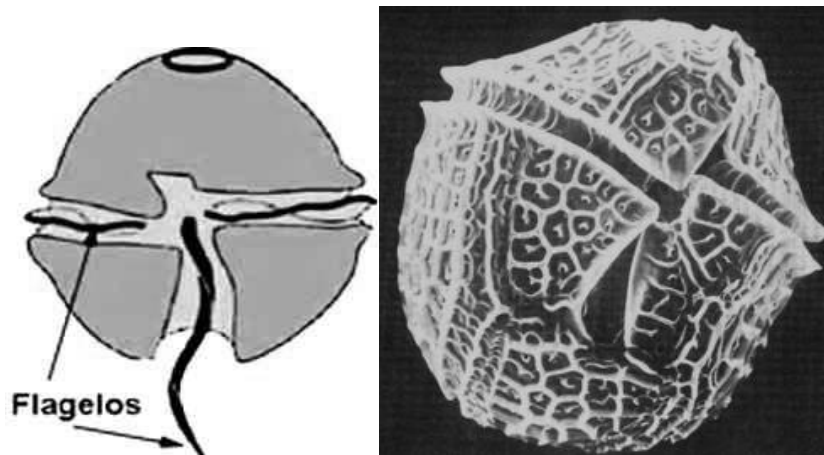


B. Reino Chromista

Súper-Phyllum ALVEOLATA

Phylum 1. PIRROFITAS (= Dinoflagelados).

Son generalmente algas marinas que constituyen un importante componente del fitoplancton (ca. 3000 especies). Son en su mayoría **unicelulares, móviles mediante dos tipos de undulipodios** (o flagelos). Estos dos undulipodios -undulipodio transversal y undulipodio longitudinal- forman un ángulo recto, están alojados en dos excavaciones: el cíngulo y el surco. Los surcos se ubican entre las placas que forman la teca, compuesta a menudo de celulosa con incrustaciones de sílice. Estos undulipodios hacen que los individuos a un mismo tiempo que avanzan giren sobre sí mismos. Pueden ser autótrofos o heterótrofos. Los autótrofos contienen clorofila a y c, además de β y γ -caroteno, este último un carotenoide particular de los dinoflagelados llamado peridina. Tienen una gran importancia en los arrecifes de corales. A esta división pertenecen organismos responsables de las "mareas rojas", floraciones que producen los envenenamientos por mariscos, para los cuales el efecto no es letal, pero si el hombre consume estos mariscos sufre serios problemas de tipo parálisis. Uno de estos pirrófitos pertenece al género *Gonyaulax*.



Los pirrófitos presentan distintos tipos de plástidos. En algunos grupos se originaron a partir de una endosimbiosis terciaria, siendo incorporado una diatomea (cuyos cloroplastos son producto de una endosimbiosis secundaria).

Características estructurales

- Pared celular: poseen una **pared celulósica** de estructura complicada, formando placas que determinan dibujos externos: pueden tener poros o prolongaciones en forma de picos, cuernos o alas.
- Reserva: forman y reservan **almidón** semejante al de las algas verdes y de las plantas superiores.
- Pigmentos: poseen **clorofila a y c**. Poseen también otros pigmentos: entre ellos, β -caroteno, **peridinina** (= γ -caroteno) y xantofilas.
- Flagelos: las formas móviles tienen dos flagelos morfológicamente distintos. Uno de ellos rodea a la célula por el interior de un surco central ecuatorial, el **cíngulo**; el otro flagelo se extiende por un surco longitudinal o **surco**; este último actúa como timón y es el responsable del movimiento de avance.
- Reproducción: asexual por bipartición; raramente sexual.

Súper-Phylum STRAMINIPILA (=HETEROKONTAE)

Este grupo está sustentado en la presencia de dos flagelos desiguales en las células móviles, siendo uno de ellos de posición anterior y mastigonemado (plumoso), mientras que el otro es de posición posterior y liso. El nombre heterokontae proviene del griego: *heteros* (ἕτερος), 'diferente', *kontos* (κοντός), 'vara'.

Phylum 1. CRISOFITAS "algas doradas".

Son **unicelulares**, acuáticas o terrestres. Pueden ser libres o estar sujetas al substrato.

Características estructurales.

- Pared celular: **celulosa**, hemicelulosa, frecuentemente impregnada con **sílice**.
- Reserva: reservan un polisacárido denominado **crisolaminarina**.
- Pigmentos: poseen **clorofila a y c**. Poseen también otros pigmentos: entre ellos, **fucoxantina**, xantofilas y β -caroteno.

- Poseen núcleo diferenciado.
- Flagelos: 1 ó 2 de diferente longitud, o ausentes.
- Reproducción: asexual, ocasionalmente sexual.

CLASIFICACIÓN: hay tres grupos principales:

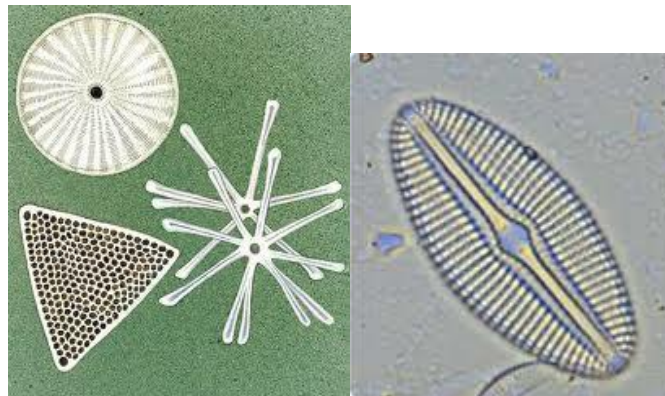
- Xantofíceas: predominan las xantofilas, son de color verde amarillento. La pared es de celulosa y hemicelulosa y típicamente tiene dos flagelos de distinta longitud. Ej.: *Vaucheria*.
- Crisofíceas: predominan los carotenoides tipo fucoxantina, son de color pardo amarillento y dorado. La pared es de celulosa y hemicelulosa impregnada con sílice y pueden ser flageladas o no. Ej.: *Dinobryon*.
- Bacilariofíceas (= Diatomeas): unicelulares sin flagelo.

Bacilariofíceas o Diatomeas

Comprenden un gran número de especies **unicelulares** libres o coloniales; de aguas dulces o saladas. La mayoría flotan libremente.

Tienen formas características y la pared celular forma **dos valvas** una de las cuales encaja sobre la otra como si fuera una caja y su tapa.

La pared externa es **silícica** y presenta relieves y dibujos (ornamentaciones, como costillas, estrías, etc.).



División

Cuando la diatomea llega a un tamaño adecuado se divide por simple bipartición (asexual) se separan ambas valvas, se parte en dos el contenido celular y cada una regenera otra valva complementaria que va encajada en la vieja. Resulta entonces que de las dos células formadas una es más pequeña que la madre. La división continuada trae como consecuencia un empequeñecimiento de los individuos. Llegado cierto tamaño extremo se produce una reproducción sexual con producción de **auxosporas**: una célula se divide por meiosis dando 4 gametas femeninas. Otra célula, anteridial, se divide por meiosis dando 4 gametas masculinas. Ambas gametas se unen dando un cigoto con paredes pécticas únicamente, que crece aumentando su tamaño hasta cuatro veces, formando la auxospora, y recién entonces forma la caparazón silícica y luego otra vez la división asexual por bipartición, con la consecuente disminución del tamaño de la célula nuevamente.

Clasificación de las diatomeas.

- Diatomeas céntricas: con valvas circulares, poligonales o triangulares y simetría radial: Ej.: *Coscinodiscus*.
- Diatomeas pennadas: con valvas alargadas y simetría bilateral. Ej.: *Pinnularia*.

Importancia de las diatomeas: la mayoría de las especies son marinas y cuando mueren caen al fondo y por su naturaleza silícica conservan las paredes, formando depósitos que reciben el nombre de “tierra de diatomeas” que tiene aplicación en la industria para fabricar filtros, pinturas y barnices; también se usan como abrasivos en polvos de limpieza y pulimento y para fabricar dinamita.

Phylum 2. FEOFITAS “algas pardas”

Son las llamadas “algas pardas” esencialmente marinas. Hay feofíceas microscópicas y otras gigantes de más de 60 metros de largo como por ejemplo los géneros *Macrocystis* y *Nereocystis*, o 100 m del género *Laminaria*.

Características estructurales.

- Pared celular: **celulosa**, hemicelulosa, con sustancias coloidales llamadas ficocoloides.
- Reserva: La sustancia de reserva está representada por un polisacárido denominado **laminarina**.
- Pigmentos: Poseen β -caroteno y **clorofila a** y **c**, enmascarada por otros pigmentos, principalmente **fucoxantina** que les da el color pardo.
- Reproducción: asexual y sexual (oogamia).

Morfológicamente presentan un **cauloide** con aspecto de tallo, en el cual se forman los **filoides** que son zonas laminares con aspecto de hojas y **rizoides** que las fijan al sustrato. Existe además una diferenciación estructural rudimentaria con células periféricas con función asimiladora y células centrales que forman una zona pseudomedular con función reservante.

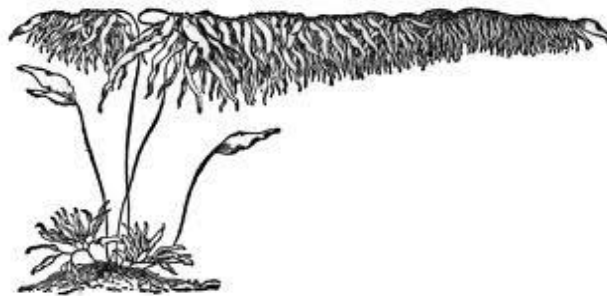
Importancia económica

Laminaria: es un género de cuyas paredes celulares se obtiene una sustancia coloidal llamada “algina”.

Undaria pinnatifida. “Wakame” cultivada para alimento, sobre todo en Japón y Korea.

Fucus: en los mares de Europa. Con vesículas fistulosas.

Sargassum: también con vesículas flotadoras. Forman inmensas masas que cubren las aguas formando el “mar de los Sargazos” (en el océano Atlántico cerca de las islas Azores).



Macrocystis sp.

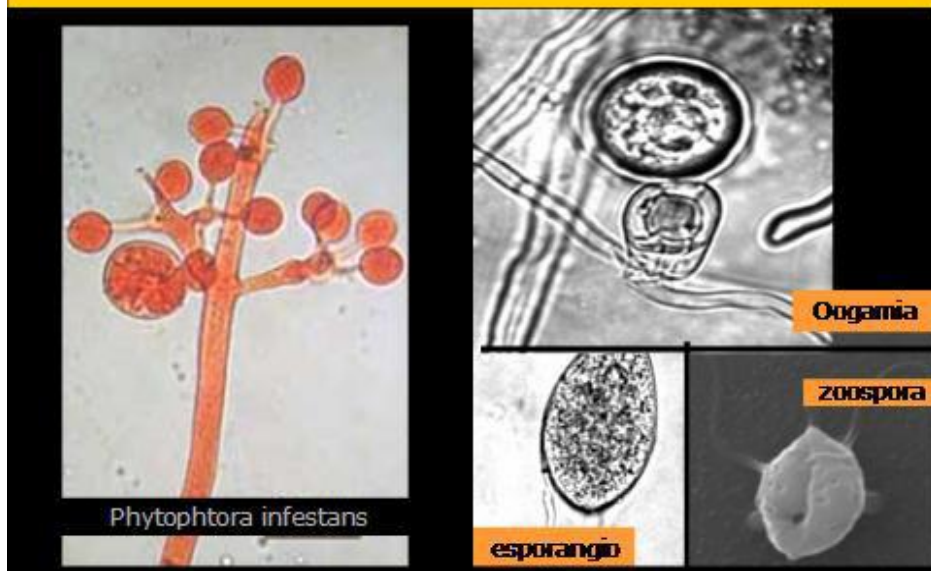
Phylum 3. OOMYCOTA.

Reproducción sexual por **oogamia**: la espora de la fase perfecta o sexual es una oospora producto de la fusión de una gameta femenina grande (óvulo) con un gameto masculino pequeño (anterozoide).

Reproducción asexual por **zoosporas** (con dos flagelos).

Phylum Oomycota

'Mohos acuáticos' con pared celulósica - talo cenocítico - zoosporas



Orden Peronosporales.

Es el orden de mayor incidencia económica, pues muchos de sus representantes son patógenos. Por ej. *Phytophthora infestans* "tizón tardío de la papa", causa la podredumbre negra de la papa. *Plasmopara viticola* "mildeu de la vid". *Phythium* spp. responsable del "mal de los almácigos".

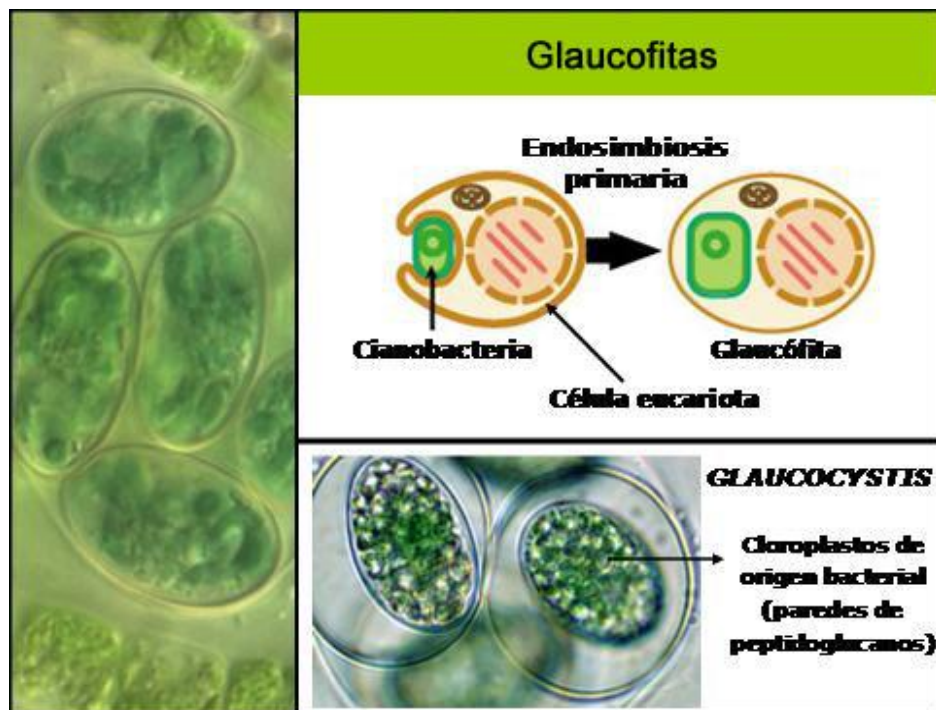
C. Reino PLANTAE (=Archaeplastida)

Phylum 1. GLAUCOFITAS.

Organismos integrados por un alga verde inmóvil, en la cual se halla alojado un pequeño organismo semejante a los cianófitos. El alga verde esta despigmentada y el cianófito hace de cromatóforo. Algunos se hallan reunidos por un mucílago, mientras otros viven en hojas de especies del género *Potamogeton*. Ej.: *Chalarodora spp.*

Es una simbiosis donde el organismo incoloro recibe parte de la sustancia sintetizada por la cianofíceas y esta recibe el dióxido de carbono y otras sustancias del alga despigmentada. Ej.: *Paulinella spp.*

Algunos autores no la consideran como una división si no que las incluyen dentro de las Cianofíceas.



Phylum 2. RODOFITAS “algas rojas”.

Se llaman así por las tonalidades rojizas (rosas, violetas) que poseen debido a que tienen pigmentos denominados ficobilinas (ficoeritrina y ficocianina) que enmascara a la clorofila a, que se aloja en los rodoplastos.

Generalmente son pluricelulares, bastante desarrolladas, aunque no tanto como las feofitas. Son acuáticas, de los mares, algunas pocas de agua dulce.

Características estructurales.

-Pared celular: **celulósica**, con incrustaciones de calcio.

-Reserva: el producto de reserva es un polisacárido: **almidón de florídeas**.

-Pigmentos: **clorofila a**, β -caroteno, xantófilas y **ficobilinas** (ficoeritrina, ficocianina).

-Reproducción: asexual y sexual (oogamia).

Tienen diferenciación morfológica en **rizoides**, **cauloides** y **filoides**. Histológicamente presentan plecténquimas (o falsos tejidos) y tejidos elementales.

Importancia económica

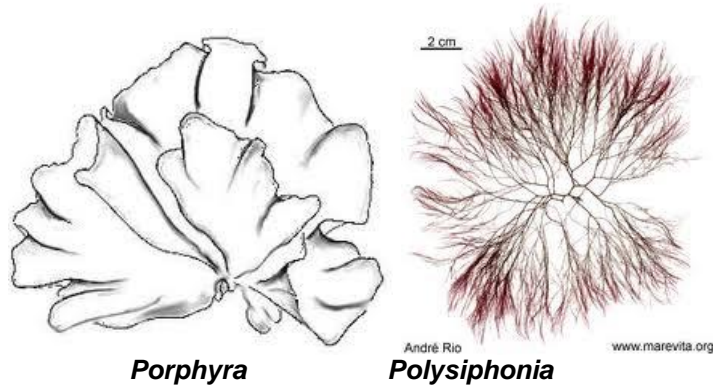
Gelidium: es un género de cuyas paredes se obtiene el “agar-agar”, un producto que se usa en bacteriología para sustratos de cultivos.

Porphyra: es el alga comestible conocida como “nori”, que se cultiva en Asia oriental.

Polysiphonia: frecuente en los mares del norte de Europa.

Chondrus crispus: es laminar, alimenticia y medicinal conocida como “musgo de Irlanda”.

Por el calcio que poseen sus paredes, suelen formar depósitos calcáreos marinos.



Phylum 3. CLOROFITAS “algas verdes”.

Comprenden en su mayoría especies dulciacuícolas, aunque las hay también marinas, en general éstas últimas son de mayor tamaño, si bien en ambos hábitats se encuentran algas verdes macroscópicas y microscópicas.

Características estructurales.

- Pared celular: **celulósica**, aunque hay formas desnudas.
- Reserva: los cloroplastos poseen pirenoides y forman **almidón** como producto de reserva.
- Pigmentos: sus pigmentos fotosintéticos son iguales a los de las plantas superiores: **clorofila a** y **b** y β -caroteno y xantófilas.

-Flagelos: 2 ó 4, ocasionalmente numerosos o ausentes.

-Reproducción: asexual y sexual (isogamia, anisogamia y oogamia).

Si los gametos femeninos y masculinos son iguales hay isogamia.

Si los gametos femeninos y masculinos son desiguales hay anisogamia.

Si la gameta femenina es inmóvil y mayor hay oogamia.

-Reproducción asexual por esporas móviles: zoosporas; o inmóviles autosporas y aplanosporas (con membrana engrosada).

Presentan una gran diferenciación morfológica, varían desde formas **unicelulares** móviles o inmóviles hasta **coloniales** (pluricelulares) móviles o inmóviles y desde **filamentosas** (pluricelulares) simples o ramificadas hasta **foliáceas** formados por un parénquima macizo o **sifonadas** (talo cenocítico plurinucleado).

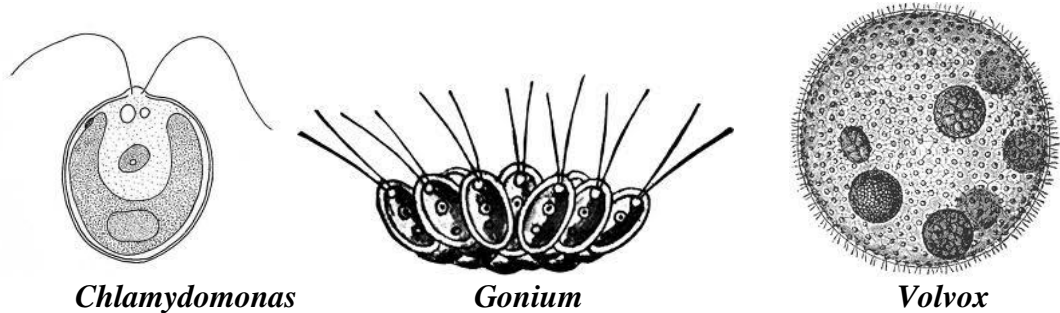
Existen tres líneas generales de evolución de acuerdo al plano de división y al tipo de división nuclear, a saber: línea volvocina, línea tetrasporina y línea sifonada.

Línea volvocina

El género *Chlamydomonas*, unicelular móvil, representa el tipo más primitivo a partir del cual derivaron las restantes algas verdes.

En esta línea, bajo determinadas condiciones, la célula pasa al estado inmóvil rodeándose de una matriz mucilaginoso y se divide vegetativamente, quedando las células hijas unidas entre sí por dicha matriz, este tipo de organización en el cual el número de células es constante y no hay diferenciación de trabajo, se denomina cenobio (*Gonium*).

En los tipos más avanzados, coloniales (*Pleodorina*, *Volvox*), ciertas células permanecen en forma vegetativa, mientras otras se especializan en la reproducción, al tiempo que se evidencia un aumento gradual en el número de células.



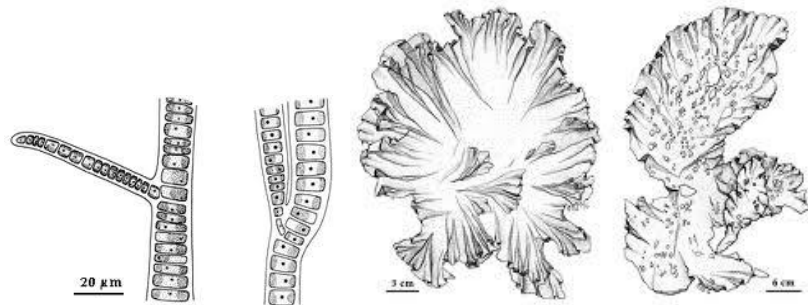
Chlamydomonas

Gonium

Volvox

Línea tetrasporina

Aquí la célula vegetativa inmóvil está representada por el género *Chlorococcum*, la cual se divide vegetativamente en forma ordenada, es decir, en un solo sentido, quedando las células hijas unidas entre sí por paredes celulósicas comunes, originando de tal modo una estructura pluricelular denominada talo filamentososo (*Ulothrix*). Si se producen ocasionalmente divisiones en un segundo plano, se obtienen filamentos ramificados (*Stigeoclonium*). Cuando en cada una de las células de un filamento se produce una división en un segundo plano, se obtiene un talo biseriado (*Percursaria*). Y si estas divisiones se repiten llegamos a un talo monostromático (*Monostroma*). Por último, una división en un tercer plano daría lugar a un talo foliáceo (*Ulva*). Esta división en tres planos es la base para la formación de un verdadero parénquima que originará los tejidos complejos en las plantas superiores.



Ulothrix

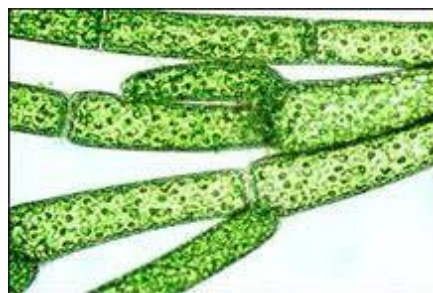
Ulva

Línea sifonada

Se caracteriza por sus células plurinucleadas. A partir de una forma unicelular uninucleada, se origina otra unicelular pero plurinucleada (*Centrosphaera*) debido a la formación de septos luego de cada división nuclear. En algunos casos ocurren formaciones ocasionales de septos en forma regular, dando un filamento simple plurinucleado (*Urospora*), el cual por divisiones ocasionales da ramificaciones (*Cladophora*). Cuando no se forman septos, excepto en el momento de formarse las células reproductoras, se produce un talo cenocítico plurinucleado, el que puede estar irregularmente ramificado (*Valonia*) o tener alargamientos más pronunciados (*Derbesia*). Una agrupación de filamentos ramificados formando una masa densa daría formas del tipo *Codium*.



Codium



Cladophora

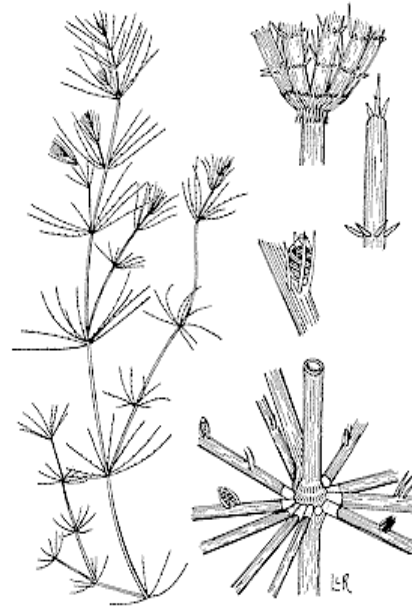
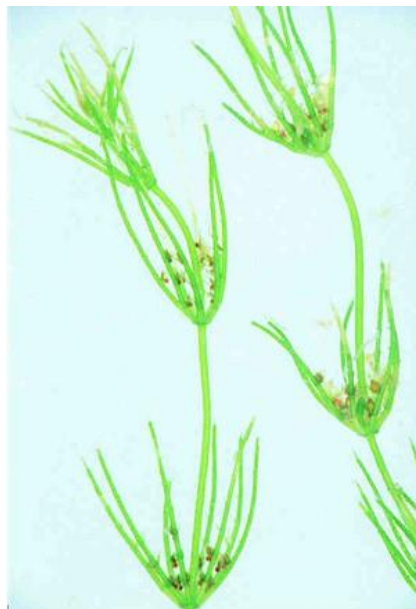
Phylum 4. CAROFITAS.

Comprende un pequeño grupo de algas de agua dulce, sumergidas, fijas en el fondo. Se diferencian morfológicamente por presentar regiones nodales (nudos) e internodales. A nivel de los nudos aparecen verticilos de ramificaciones de crecimiento limitado dando un talo en forma de candelabro. Poseen rizoides filamentosos, incoloros y ramificados, por medio de los cuales se fijan al sustrato; a menudo presenta el talo con incrustaciones de calcio. Se considera que estas algas verdes son los predecesores de las plantas superiores, de tal modo, a partir de ellas se originaron las primeras plantas terrestres como los musgos o los helechos. Esta teoría está apoyada por la naturaleza bioquímica de las paredes celulares, composición de los pigmentos y reservas alimenticias, presencia de nudos y entrenudos, y predominancia del crecimiento apical.

Características estructurales:

- Pared celular: **celulósica.**
- Reserva: forman **almidón** como producto de reserva.
- Pigmentos: sus pigmentos fotosintéticos son iguales a los de las plantas superiores, **clorofila a y b**, β -caroteno, flavonoides y xantófilas.
- Reproducción: asexual y sexual por oogamia.

Es interesante desde el punto de vista evolutivo, el hecho de que estas algas retienen la ovocélula, e incluso a veces la cigota dentro del cuerpo haploide de la planta. Sobre esa cigota perdurante se produce la meiosis con degeneración de tres células y desarrollo de una sola que va a terminar dando una planta haploide.



Chara sp.

C. Reino FUNGI

CLASIFICACIÓN DE LOS HONGOS

- A. Pared celular compuesta de celulosa; mitocondrias con crestas tubulares; reproducción sexual por oogamia [Reino Chromista: Straminipila (=Heterokontae)]
..... **Phylum Oomycota**
- A'. Pared celular compuesta de quitina; mitocondrias con crestas aplanadas [Reino Fungi]
 - B. Uni o pluricelulares con hifas cenocíticas: "hongos inferiores".
 - C. Sin reproducción sexual; simbioses obligados **Phylum Glomeromycota**
 - C'. Con reproducción sexual; saprobios, parásitos o simbioses.
 - D. Reproducción sexual por isogamia; reproducción asexual por zoosporas
..... **Phylum Chytridiomycota**
 - D'. Reproducción sexual por conjugación gametangial (cigospora); reproducción asexual por aplanosporas **Phylum Zygomycota**
 - B'. Uni o pluricelulares con hifas dicarióticas; con cuerpos fructíferos: "hongos superiores".
 - E. Reproducción sexual por ascosporas **Phylum Ascomycota**
 - EE. Reproducción sexual por basidiosporas **Phylum Basidiomycota**

Importancia de los hongos

Su estudio constituye la Micología (es la parte de la Botánica consagrada al estudio de los "hongos" y micólogos los que se dedican a ella). El nombre procede del griego *mýketes* (μύκητες), 'hongo'.

Los hongos son de gran importancia en la economía del hombre. Conjuntamente con las bacterias descomponen la materia orgánica en el proceso de putrefacción, simplificándola y siendo de esa forma esenciales en la nutrición de las plantas superiores. Encuentran aplicación en medicina, en la alimentación, en fermentaciones industriales. Ciertos hongos causan enfermedades al hombre, a los animales y a los vegetales (patógenos). Los hongos son más nocivos para las plantas, que las bacterias para el ser humano. Laboratorios universitarios e industriales trabajan constantemente en problemas directa e indirectamente relacionados con hongos; abarcando el problema de semillas y suelos, de la madera, tejidos y otros materiales. Métodos de producción, de cosechas y otras prácticas agrícolas. Inspecciones, cuarentenas y demás medidas de prevención. Su enseñanza en los estudios agronómicos se realiza en la asignatura de Fitopatología.

Naturaleza de los hongos

Son talófitos **desprovistos de clorofila**, uni-pluricelulares y su cuerpo está constituido por filamentos ramificados llamados **hifas**, que se encuentran entrecruzados formando el **micelio**. Las hifas pueden ser **continuas** (=cenocíticas) o **tabicadas** (=septadas). En el primer caso los núcleos no están separados por paredes; en el micelio tabicado, en cambio, se separan los núcleos por la presencia de paredes. La pared celular de los verdaderos hongos está constituida por una sustancia llamada **quitina** (un polisacárido compuesto de unidades de N-acetilglucosamina).

El micelio puede ser:

Micelio vegetativo: cuando no forma elementos de reproducción y cumple funciones de absorción, nutrición, sostén y resistencia.

I. *Absorción, nutrición y sostén*

Haustorios: prolongaciones del micelio que penetran en el hospedante para absorber los nutrimentos.

Rizoides: prolongaciones del micelio que sirven para sostén y absorción.

II. *Resistencia*

Esclerocios: masas de hifas muy entrelazadas formando cuerpos duros oscuros que miden entre 0,1 y 3 cm, y son esféricos, reniformes o alargados.

Micelio reproductivo: cuando sí tiene los elementos de reproducción.

Reproducción: la reproducción puede ser sexual y asexual. La mayoría de los hongos tienen ambos tipos.

Reproducción sexual: en la reproducción se produce división meiótica y hay unión de núcleos haploides.

Tipos de Reproducción sexual:

1. Copulación planogamética

Fusión de gametos desnudos, siendo móvil al menos uno de ambos. Existen los siguientes tipos:

Isogamia: ***Chytridiomycota***

Es el caso más sencillo y menos evolucionado de reproducción, en el que los dos gametos tienen el mismo tamaño y configuración, sin diferenciación de sexo.

Anisogamia: Fusión de dos gametos desiguales, generalmente móviles y con sexo diferenciado.

Oogamia: ***Oomycota*** (no son verdaderos hongos).

Fusión de dos gametos desiguales, en donde el masculino es móvil y el femenino inmóvil y de mayor tamaño.

2. Contacto gametangial: *Oomycota* (no son verdaderos hongos).

La reproducción sexual es por la unión de los gametangios masculinos (anteridios) con los femeninos (oogonios). Los gametangios se acercan por quimiotaxis y se ponen en contacto, sin fusionarse. Los anteridios generan un tubo de fecundación, por el cual migra un núcleo dentro del oogonio, no existiendo gametos libres.

3. Conjugación gametangial: *Zygomycota*

Es la fusión del contenido de dos hifas especiales, aparentemente de signo sexual diferente, llamados **gametangios**, que crecen dirigiéndose una hacia otra hasta entrar en contacto, sus citoplasmas se mezclan y varios núcleos de las mismas entran en la zona de contacto. Como resultado se da la formación de la **cigospora** (= esporas de resistencia con paredes gruesas). Adentro de la cigospora se produce la cariogamia (fusión de los núcleos) y posteriormente la meiosis, para finalmente dispersarse las esporas haploides.

4. Plasmogamia (= somatogamia): *Ascomycota* y *Basidiomycota*

Proceso en el cual dos micelios primarios se unen para dar origen a un micelio dicariótico. El proceso comienza en la germinación de una basidiospora o ascospora, generando un **micelio primario**. Cuando dos micelios primarios, hifas + (plus) y – (minus) se unen realizan fusión del plasma y no de núcleos (plasmogamia o somatogamia), formando un micelio dicariótico (n+n), que corresponde al **micelio secundario**, que culmina con la **cariogamia**. La fase 2n comienza con la cariogamia y finaliza con la meiosis, obteniéndose 4 basidiosporas o ascosporas que vuelven a reiniciar el ciclo. La fase 2n ocupa una porción muy pequeña del ciclo de vida en relación a las fases n y n+n.

Plasmogamia (n + n) – Cariogamia (2n) – Meiosis (n)

En Ascomycota – Basidiomycota hay producción de esporas sexuales que se forman en cuerpos llamados esporocarpos o cuerpos fructíferos conocidos como ascocarpos y basidiocarpos.

Esporas sexuales:

- Externas: basidiosporas sobre basidios en basidiocarpos (Basidiomycota).
- Internas: ascosporas en el interior de ascos (o sacos): Protoascomicetes (ascos libres); Euascomicetes (ascos en ascocarpos: apotecios, peritecios o cleistotecios).

Reproducción asexual: en la reproducción asexual no hay formación de micelio haploide y se puede realizar por:

- Fragmentación: rotura de un micelio en pedazos, cada uno de los cuales puede generar un nuevo individuo.
- Gemación: división directa como ocurre en las levaduras.
- Esporulación: formación de esporas asexuales.
 - Externas: conidios (del griego *konis*, 'polvillo') sobre conidióforos.
 - Internas: (producidas en esporangio=esporangiosporas)
 - zoosporas o planosporas (móviles, con undulipodios o flagelos, acuáticas)
 - aplanosporas (inmóviles, se desplazan por el aire)

Nutrición: la falta de clorofila no les permite elaborar materia orgánica carbonada, según como la obtienen pueden ser:

- Saprófitos: cuando viven sobre materia orgánica en descomposición (vegetal o animal)
- Parásitos: cuando viven sobre animales o plantas vivas a las que ocasionan diversas enfermedades.

Algunos hongos combinan ambos tipos de nutrición siendo en ciertas épocas de su ciclo parásitos y en otras saprófitos.

- Simbióticos: cuando viven asociados con otros organismos en los que ambos salen beneficiados: por ej. líquenes y micorrizas.

Condiciones ambientales necesarias para desarrollar:

Temperatura óptima: entre 20 y 30 C°, pero viven y desarrollan entre 0 y 35 C°.

Acidez óptima: más o menos pH 6.

Oxígeno: en general son aerobios.

Humedad: es fundamental.

REINO CHROMISTA

Phylum 1. OOMYCOTA

Tradicionalmente incluidos dentro del Reino Fungi, hoy se los considera como parte del Reino Chromista, dentro de Straminipila (o Heterokontae) [Véase página 23].

REINO FUNGI

Phylum 1. CHYTRIDIOMYCOTA

Son hongos de tipo primitivo, están entre los más diminutos y más sencillos. El cuerpo vegetativo está formado por un **talo cenocítico**, donde los núcleos no están separados por tabiques. Las paredes celulares de los quitridiomycetes están formadas por quitina. Mediante hifas delgadas o rizoides penetran en los tejidos de huéspedes vivos o materia en descomposición, segregan enzimas digestivas y absorben los nutrientes producidos. Algunos son patógenos de plantas superiores.

Son holocárpicos, es decir que todo el talo se convierte en una o más estructuras reproductivas.

Reproducción sexual por **isogamia** (gametas iguales y móviles).

Reproducción asexual por **zoosporas**.

Por ejemplo. *Olpidium brassicae*.

Reproducción asexual:

La zoospora haploide penetra en la célula huésped, donde se desarrolla y se divide dando nuevas zoosporas haploides (n) que salen al exterior y repiten el ciclo.

Reproducción sexual: por isogamia, dos gametas iguales se unen formando un cigoto biflagelado que penetra en la célula hospedante, luego sufre una división reductiva dando nuevas zoosporas haploides (n). Las zoosporas (n) y (2n) son iguales.

Phylum 2. ZYGOMYCOTA

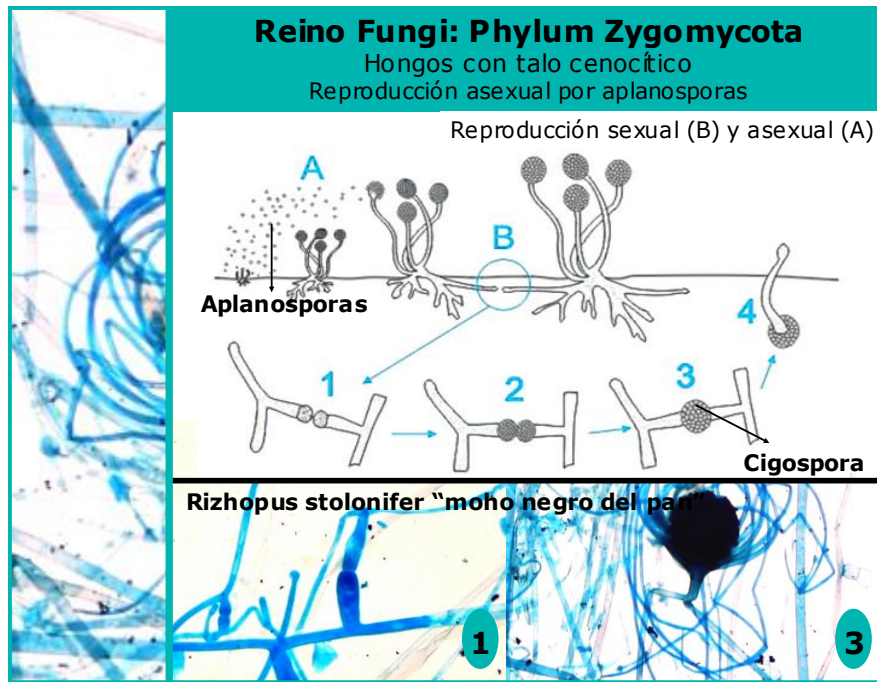
Hongos con **talo cenocítico**. Su carácter principal es la formación de una espora de resistencia denominada **cigospora**, resultante de la fusión de los órganos sexuales iguales llamados gametangios.

Reproducción sexual por **conjugación gametangial** con formación de **cigosporas**.

Reproducción asexual por medio de **esporas inmóviles (= aplanosporas)**.

Orden Mucorales: Saprófitos, parásitos débiles de plantas superiores.

Por ej. *Mucor* y *Rhizopus*.



El moho que comúnmente crece sobre el pan, *Rhizopus stolonifer*, pertenece al grupo de “mohos negros”. Su aspecto es algodonoso, en un principio blancuzco y luego se vuelve negro. Producido por la germinación de esporas vegetativas, consta de hifas enredadas y ramificadas, de las que salen los esporangios globosos pedunculados que contienen las esporas asexuales (inmóviles, llamadas aplanosporas), llevados por hifas especiales llamadas esporangióforos. El micelio produce muchos estolones aéreos que en ciertos puntos desarrollan rizoides que absorben el alimento y el agua. Al madurar el moho, el extremo globoso del esporangióforo se ensancha, formando un esporangio, allí se producen numerosas divisiones originando las esporas, que son transportadas por el viento al madurar el esporangio y al germinar darán un nuevo micelio.

Phylum 3. GLOMEROMYCOTA

Se caracterizan por **carecer de reproducción sexual** y ser **simbiontes** obligados de plantas terrestres. Sólo tienen reproducción asexual por medio de **esporas inmóviles**.

Los Glomeromycota establecen con las plantas terrestres asociaciones endomicorríticas, caracterizadas por la entrada de las hifas del hongo en el interior de las células de la raíz de la planta simbiote, donde forman vesículas alimeticias y formaciones conocidas como *micorizas arbusculares*, que se ramifican dicotómicamente.

Phylum 4. ASCOMYCOTA

Conjuntamente con los Basidiomycota se diferencian de los grupos anteriores por presentar **micelio tabicado**.

El asco (del griego, askos, saco, odre o bolsa) es el carácter principal que distingue a los Ascomicetes de los demás hongos. Se caracterizan por sus **esporas sexuales endógenas**, dentro de una estructura en forma de asco, con una cantidad limitada de esporas, **generalmente 8**, resultantes de la cariogamia y posterior meiosis. Estos

ascos son llevados por cuerpos fructíferos (esporocarpos) que pueden tener forma de copa, botella o ser totalmente cerrados, llamándose apotecios, peritecios o cleistotecios, respectivamente. Estas esporas producidas en el interior de una hifa ensanchada en forma de saco, llamada asco, son de origen sexual y se denominan ascosporas.


La espora asexual más común es el **conidio**, que se forma aislada o en cadena en el extremo de un conidióforo, siendo esporas inmóviles. Los Ascomycetes tienen especies parásitas, saprófitas y simbióticas, aerobias y anaerobias.

Presenta las clases Protoascomycetes y Euascomycetes.

- A. Unicelulares, sin formación de cuerpos fructíferos, ni micelio. Los ascos no se originan en hifas ascogénicas PROTOASCOMICETES
- A'. Pluricelulares, formación de cuerpos fructíferos (ascos en ascocarpos). Los ascos se originan en hifas ascogénicas..... EUASCOMICETES

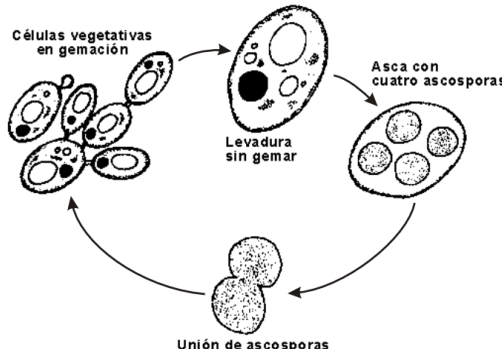
Sub-Clase Protoascomycetes

Reino Fungi: Phylum Ascomycota
Protoascomycetes: Hongos con talo unicelular

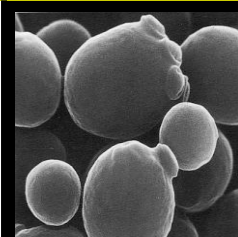
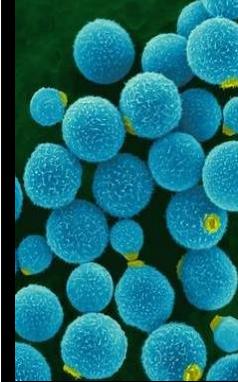


CRECIMIENTO AEROBIO:
 $1 \text{ glucosa} + 6\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

FERMENTACIÓN ANAEROBIA:
 $1 \text{ glucosa} = 2\text{CO}_2 + 2 \text{ etanol}$



Células vegetativas en gemación → Levadura sin gemar → Asca con cuatro ascosporas → Unión de ascosporas

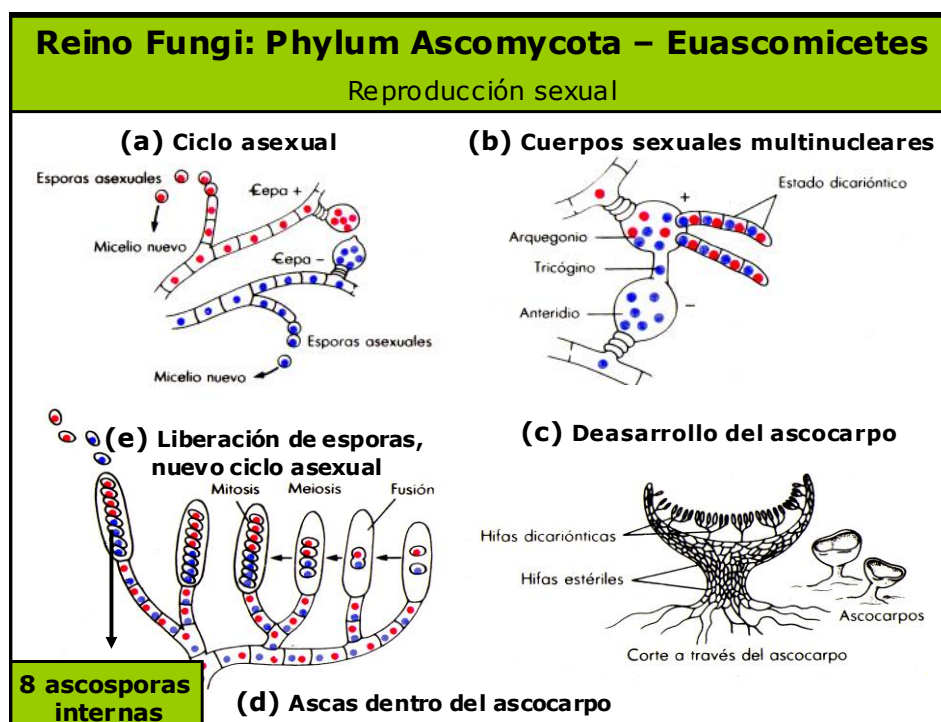
A esta subclase pertenecen las “levaduras” muy importantes en ciertas fermentaciones por la capacidad de producir enzimas, por ej. *Saccharomyces cerevisiae* “levadura de cerveza”.

Se presenta como células redondeadas que **se multiplican vegetativamente por gemación**. La pared celular se hincha en una pequeña zona, hacia la que fluye citoplasma y núcleo hijo. Esta nueva célula se desprende o continúa desarrollando junto con la célula progenitora, formando una colonia o pseudomicelio. Estas células son diploides, siendo esta forma la manera más frecuente de multiplicación celular. Cuando las “levaduras” desarrollan en condiciones inadecuadas para la actividad vegetativa, tienen lugar la formación de ascosporas (en número de 4) y ello presupone un proceso sexual previo.

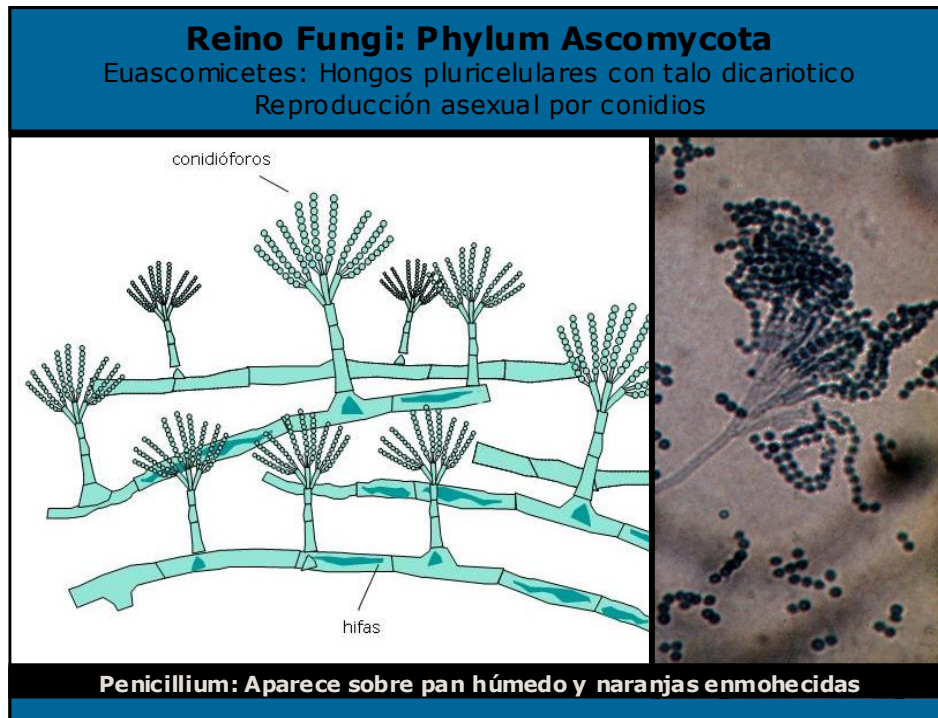
Importancia Económica

Las levaduras se conocen sobre todo por su capacidad para fermentar carbohidratos, de allí el nombre (*Saccharo*: azúcar + *myces*: hongo). En la industria de la cerveza el producto industrial buscado es el alcohol, mientras que en la panadería es el CO₂ el producto que importa y el alcohol un residuo. Los panes comprimidos y secos de levaduras de comercio se preparan sometiendo a presión en cubos un número de células de levadura juntamente con una sustancia inerte como el almidón. Son valiosos como alimentos por el alto contenido de vitaminas. También son perjudiciales, ya que destruyen fácilmente los quesos blandos con alto contenido de agua, dándoles un desagradable gusto a levadura.

Sub-Clase: Eucomycetes.



Desarrollan ascos a partir de hifas ascógenas, encerrados en esporocarpos.



Se encuentran sobre alimentos no protegidos, los cuales descomponen en cultivos bacteriológicos, sobre cueros (zapatos), ropa, por su actividad enzimática se usan en procesos industriales. Por ej. *Aspergillus niger* en la producción de ácido cítrico y ácido glucónico.

Penicillium “mohos verdes” “mohos azules”, común en la fabricación de quesos.

Penicillium notatum y *P. chrysognum*, en la elaboración de antibióticos.

Aspergillus niger “mohos negros”.

Tuber spp. “trufas”, comestibles.

Claviceps purpurea, causante de la enfermedad conocida “cornezuelo del centeno”.

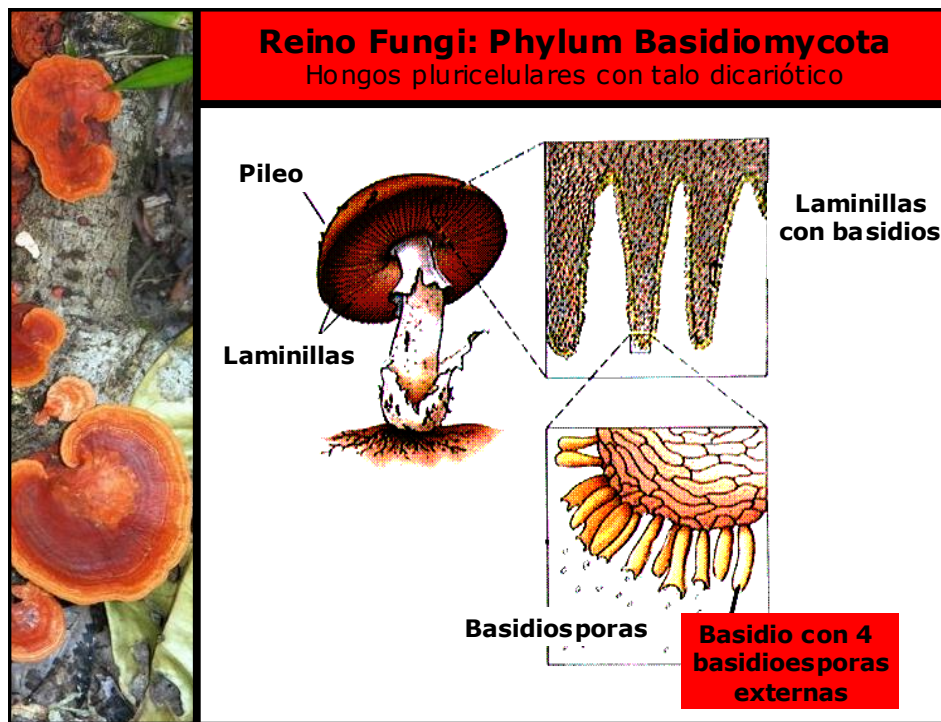
Morchella spp. “colmenilla”, comestible.

Phylum 5. BASIDIOMYCOTA

Los Ascomicetes y Basidiomicetes se distinguen fundamentalmente por la reproducción sexual. Los Basidiomicetes producen esporangios con **esporas exógenas**, es decir fuera de la célula esporífera llamada basidio. Las basidiosporas son uninucleadas y haploides, usualmente **en número de 4**, resultantes de la cariogamia y meiosis igual que las ascosporas. La diferencia está en que el basidio se producen cuatro divertículos donde ellas se introducen, cada una en uno. Luego los divertículos se redondean y se aíslan del basidio. El resto del divertículo que no contiene la basidiospora y que la sostiene se denomina esterigma.

Cuando las basidiosporas germinan, producen un micelio de células uninucleadas n , llamado micelio primario. Si este micelio se encuentra con otro de signo contrario se ponen en contacto por plasmogamia (=somatogamia) de lo que deriva otro micelio llamado ahora micelio secundario, con células binucleadas, es un micelio dicariótico ($n+n$). Este micelio dicariótico es el que va a dar los cuerpos fructíferos o

basidiocarpos. El micelio terciario está representado por los tejidos especializados que se originan para formar los basidiocarpos.



Descripción de un hongo de sombrero.

Son en su mayoría saprófitos y carnosos. Las hifas se extienden por el suelo o madera muerta (n+n) y producen los cuerpos fructíferos visibles, que constan de un pie o estípite que sostiene el píleo o sombrero. Las basidiosporas se producen en la superficie de unas laminillas delgadas, dispuestas en la parte inferior del píleo, en forma radial desde el pedúnculo al borde. Al crecer y extenderse el píleo, se rompe el velo parcial, dejando al descubierto las laminillas, en la parte superior del estípite quedan restos del velo parcial en forma de anillo.

En las amanitas además del velo parcial, existe en las primeras etapas el velo universal, que va del píleo a la base del estípite. Cuando madura el basidiocarpo quedan restos de él en la superficie del píleo, conocidas como “verrugas” y una porción basal rodea la parte inferior del estípite llamada volva.

La familia de las Poliporáceas constituye los llamados “hongos de repisa”, con basidiocarpos coriáceos o leñosos en forma de repisa en árboles vivos o muertos. La parte visible es el basidiocarpo, producido por las hifas ubicadas en la madera.

Agaricus campestris es objeto de cultivo en muchos países del mundo incluyendo Argentina. Industrialmente se hace en galerías subterráneas, galpones o invernaderos, que puedan permanecer perfectamente cerrados, con humedad y temperaturas adecuadas y protegidos de insectos y roedores. El medio de cultivo se obtiene con estiércol de caballo fermentado, al que se adiciona tierra tamizada y rica en humus. Se efectúa la siembra y a las cinco semanas aproximadamente aparecen los hongos formados. Para obtener mayor valor comercial se cosechan antes que el sombrero se abra totalmente. El cultivo evita el riesgo de confundirlos con los tóxicos en las tareas de recolección. El champiñón es estimado por su sabor y también como alimento por su alto contenido proteico.

Agaricáceas venenosas.

Las más peligrosas pertenecen al género *Amanita*. Poseen velo general, que al romperse suelen dejar en ciertas especies venenosas restos discontinuos en la superficie del sombrero y en la base rodeando

al pie (la volva). El anillo formado por restos de velo parcial, frecuentemente es frágil y desaparece al madurar. Estos caracteres sin embargo no son absolutos para todas las especies tóxicas.

Amanita phalloides con sombrero generalmente de color verdoso, estípites blanco o moteado de verde claro y con volva. Fue hallado varias veces en nuestro país. Se registraron intoxicaciones con casos fatales.

Amanita muscaria de sombrero rojo o anaranjado, recubiertos de escamas o verrugas. Inferiormente la volva en forma de anillos o escamas superpuestas. Fue hallada en Uruguay y Argentina. Es muy tóxica.

Amanita ameghinoi se trata de una especie indígena, que fue conocida a raíz de una intoxicación, afortunadamente superada por Florentino Ameghino en 1888. Fue descrita por Carlos Spegazzini, a la que denominó *Armillaria ameghinoi*. Dicho hongo fue recolectado por Ameghino en las cercanías donde actualmente funciona la Cátedra de Sistemática Vegetal en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP).

Familia Poliporáceas.

Son hongos coriáceos o leñosos, en forma de estante o repisa, que se observan frecuentemente sobre árboles muertos o decrepitos. Asimismo, por tratarse esencialmente de hongos de hábitos xilófagos se los puede hallar sobre maderas destinadas a construcciones, residuos de poda, etc.

El micelio vegetativo se extiende internamente, mientras que la parte visible está representada por el cuerpo fructífero.

En la mayoría el basidiocarpo está compuesto de tubos cilíndricos o prismáticos verticales, apareciendo como poros en el extremo inferior y en conjunto bajo aspecto de colador.

Polyporus sulphureus prolifera a veces en gran cantidad sobre troncos de árboles muertos cubriendo con sus casquetes de color anaranjado o rojizo, descomponiendo la celulosa y restituyendo al suelo minerales que serán aprovechados por otros vegetales.

Ciertas Poliporáceas al invadir durmientes, postes, etc., que no fueran tratadas previamente con sustancias preservantes, resultan perjudiciales. Las maderas duras con taninos como "quebracho colorado" son más resistentes al ataque de estas Poliporáceas.

LÍQUENES

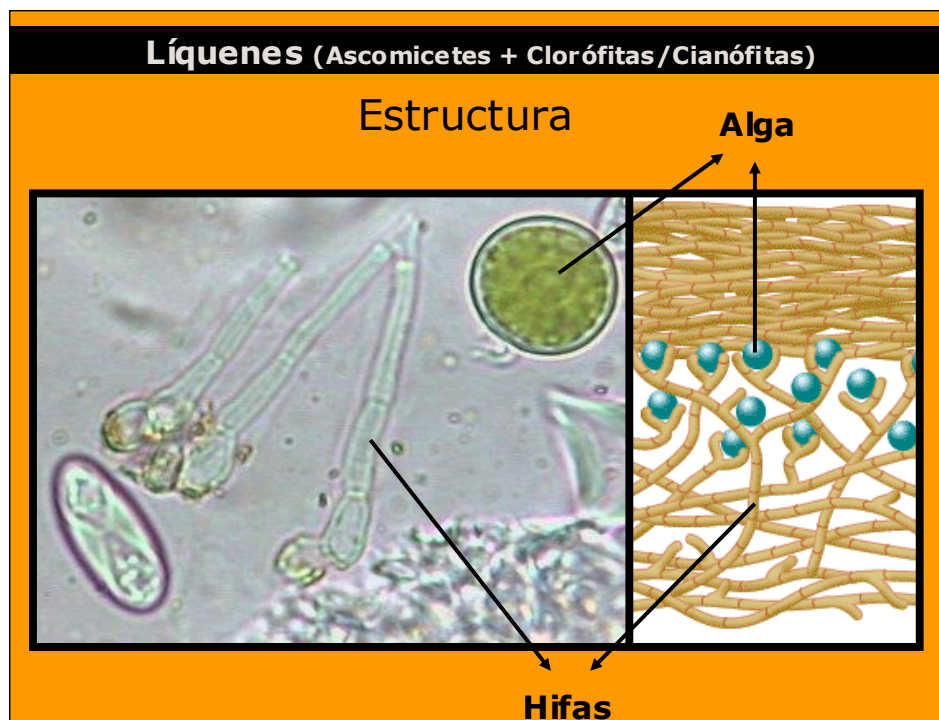
El líquen es un ser que se compone de dos organismos: **un alga y un hongo**. El hongo en el 99% de los casos es un ascomicete, esto es unas 13.500 spp. (Izco et al., 2004), el alga puede ser una clorofita o cianobacterias unicelulares o filamentosas. La mayor parte de su cuerpo está formada por hifas del hongo, en la parte superior del talo se hallan las células algales, en la parte inferior hay hifas especializadas, los rizoides, que adhieren la planta a la roca, tronco o tierra.

El talo es esponjoso y absorbe el agua del medio ambiente. Obtiene las sales a través de los rizoides y del agua de lluvia y de las partículas de polvo arrastradas por el viento.

Es una **asociación simbiótica**, donde el hongo obtiene del alga compuestos orgánicos y el alga adquiere alimentos minerales, agua y queda protegida de la desecación y de la intensidad luminosa.

La reproducción de los líquenes es principalmente en forma vegetativa, asexual, por fragmentación o soredios, éstos están formados por una o varias células algales, envueltas por hifas del hongo, cada soredio es capaz de dar un nuevo líquen.

La reproducción sexual se realiza por la producción de ascos encerrados en apotecios o peritecios.



Los líquenes pueden ser de tres tipos:

1. Crustáceos: perfectamente adheridos al sustrato.
2. Foliáceos: forman láminas ordenadas, de consistencia coriácea.
3. Arborescentes: con tallo rollizo y ramificado.

Tienen importancia económica por transformar la roca en suelo (sobre todo en climas fríos). Son los pioneros de comunidades vegetales iniciales. Rompen la superficie de la roca iniciando la formación del suelo, es en parte un proceso mecánico, porque el talo es suave y gelatinoso, adherido a la roca, cuando se seca se contrae,

desprendiendo fragmentos de roca, también hay una acción química, por el efecto disolvente de los ácidos producidos por el líquen.

De algunos se extraen colorantes (*Rocella tinctoria*), otros se usan en perfumería, otros sirven de alimento, por ejemplo *Cladonia rangiferina*, el pasto de los renos.

ADAPTACIÓN A LA VIDA TERRESTRE

El paso de la vida acuática a la terrestre exigió profundos cambios en el cuerpo vegetal, hasta llegar al nivel actual. Este paso ha sido lento y hay numerosas transiciones entre cuerpo vegetativo de las talofitas (talo) y el cuerpo vegetativo de las plantas superiores (cormo).

En el cormo aparecerán:

- 1) Tejido de absorción, especializado, localizado (raíz), ya que no se puede absorber agua por toda la planta.
- 2) Tejido de conducción, ya que la absorción es localizada y se debe distribuir el agua y las sustancias absorbidas.
- 3) Tejido de sostén, para asegurar la rigidez en un medio que no ofrece "soporte" como el agua.
- 4) Tejido de protección, ya que en el aire el agua se pierde por transpiración. Aparición de epidermis, estomas, cutícula, suberina, etc.

La culminación del proceso sufrido en el esporofito es la aparición de la semilla como forma de resistencia de las plantas terrestres.

En el gametofito habrá cada vez más una tendencia a la inmovilidad de las gametas (independencia del agua para la fecundación) proceso que culmina con la aparición del tubo polínico. Además una reducción del gametofito que en plantas inferiores era una generación independiente, para culminar en el gametofito parásito alojado en el esporofito.



CORMÓFITAS

Este nivel se caracteriza por la presencia del **cormo**, entendiéndose como tal a un cuerpo vegetativo perfectamente diferenciado en raíz, tallo y hojas. Estos órganos están formados por auténticos tejidos, diferenciados y especializados en las distintas funciones que realizan los vegetales. Los Cormófitos están protegidos exteriormente por un tejido llamado epidermis e interiormente poseen tejidos especializados de absorción, sostén, circulación, secreción, etc.

CLASIFICACIÓN DE LAS CORMÓFITAS TRADICIONALMENTE UBICADAS EN EL REINO VEGETAL de Engler (1964) adoptada en el Curso de Sistemática Vegetal

Reino Plantae (=Archaeplastida)

Embriófitas asifonógamas (con embrión, sin tubo polínico) (con dos divisiones para Engler, 1964):

División BRIOFITAS

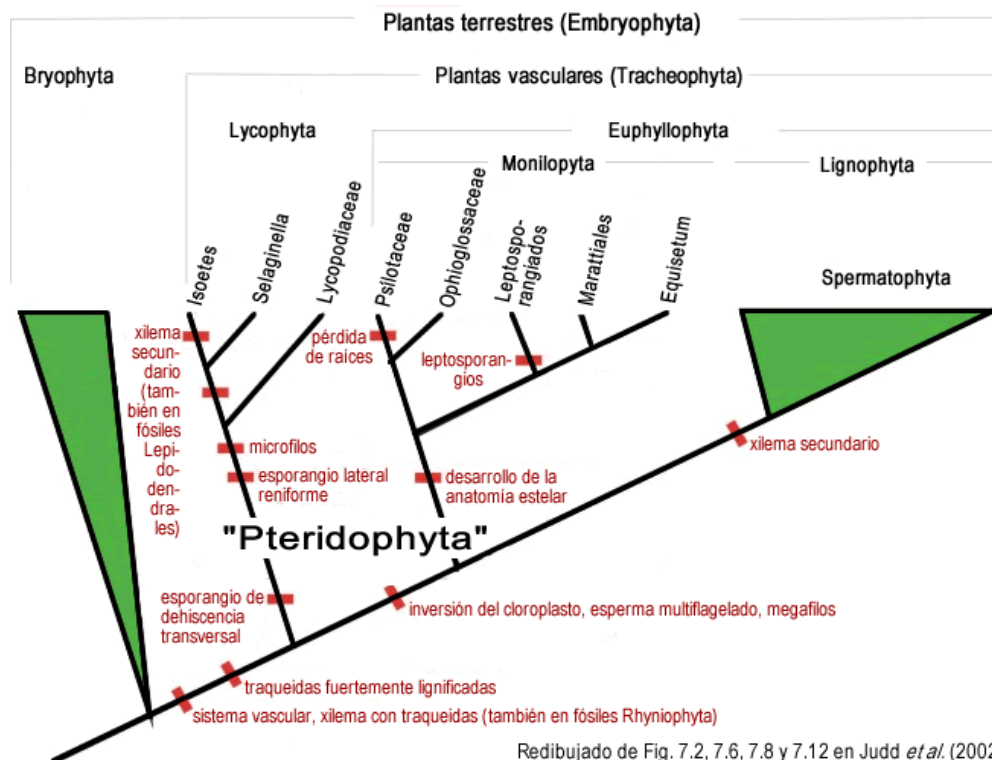
División PTERIDOFITAS

Embriófitas sifonógamas (con embrión, con tubo polínico) (con dos divisiones para Engler, 1964)

[= Espermatofitas (plantas con semilla) = Fanerógamas (plantas con flores)]:

División GIMNOSPERMAS

División ANGIOSPERMAS



Redibujado de Fig. 7.2, 7.6, 7.8 y 7.12 en Judd *et al.* (2002), con información agregada de Pryer *et al.* (2004) traducido de http://www.botany.utoronto.ca/Courses/BOT307/D_Families/307Dpterido.html

División BRIOFITAS

Los vegetales de este grupo ocupan una posición intermedia, ya que si bien muchos de ellos tienen tallitos y hojuelas, carecen de verdaderas raíces, incluso los tallos y hojas presentan estructura muy primitiva y no son comparables a los tallos y hojas de los Cormófitos auténticos (que son parte del esporofito). Constituyen el principio de adaptación a la vida terrestre. No se trata de un nivel sino de una etapa de transición, ubicándolos de acuerdo a los diferentes autores, ya sea en los talófitos o entre los Cormófitos.

Son plantas verdes de ambientes húmedos y sombríos, pero capaces de sobrevivir períodos de sequía. Absorben rápidamente el agua de lluvia, pero son incapaces de retenerla en una atmósfera que no esté saturada de vapor.

Presentan una diferenciación morfológica pero no anatómica. Tienen **rizoides** por medio de los cuales se adhieren al sustrato y absorben el agua y sales minerales. Además de diferenciarse de sus antepasados algales por sus características vegetativas, en cuanto a forma corporal se distinguen por:

1. Órganos sexuales multicelulares: **anteridios** y **arquegonios**, que contienen anterozoides y oóferas respectivamente. Debido a la presencia de arquegonios se reúnen junto con las pteridofitas en las denominadas *Plantas arquegoniadas*.
2. Después de la fecundación, la cigota se convierte en un **embrión multicelular** (*Embriófitas asifonógamas* = con embrión y sin tubo polínico). El embrión queda alojado en el arquegonio y el esporofito joven se alimenta de los tejidos de la planta progenitora (gametofito).

Ciclo vital

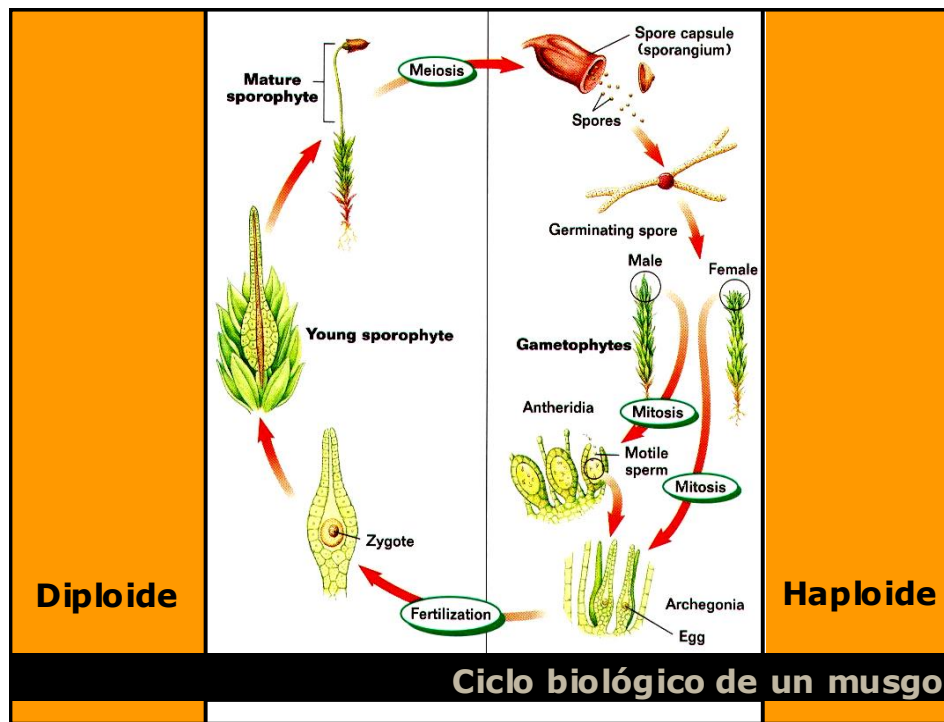
El ciclo vital de las Briófitas presenta como todas las plantas un gametofito (n) y un esporofito (2n). El cuerpo vegetal pertenece a la generación **n**, es **independiente y predominante**, mientras que el esporofito **2n** es **parásito del gametofito** y más breve.

Comprende dos clases: Musgos y Hepáticas.

1. Clase MUSCI, “musgos”

Plantitas foliosas, con simetría radial, es decir que sus **filidios** u “hojuelas” se disponen en todos los lados de un eje central, “talluelo” o **caulidio**, fijándose al sustrato a través de **rizoides** (Cronquist, 1980). La sección transversal de un caulidio muestra una diferenciación celular: células periféricas más recias, con función mecánica y las más internas más adecuadas para el traslado de agua y savia elaborada (carecen de xilema y floema). Sobre ellos nacen los filidios de una célula de espesor (membranas translúcidas) de color verde claro, poseen comúnmente un nervio medial semejante al del tallito. Aquí, se debe hacer notar que tanto los rizoides, como los caulidios y los filidios son estructuras gametofíticas, a diferencia de las raíces, tallos y hojas de las plantas superiores, que corresponden a estructuras esporofíticas. Por lo tanto, constituyen órganos análogos, no homólogos, por no tener un mismo origen.

Los musgos varían en tamaño desde unos pocos centímetros hasta 30 cm en especies acuáticas y tropicales.



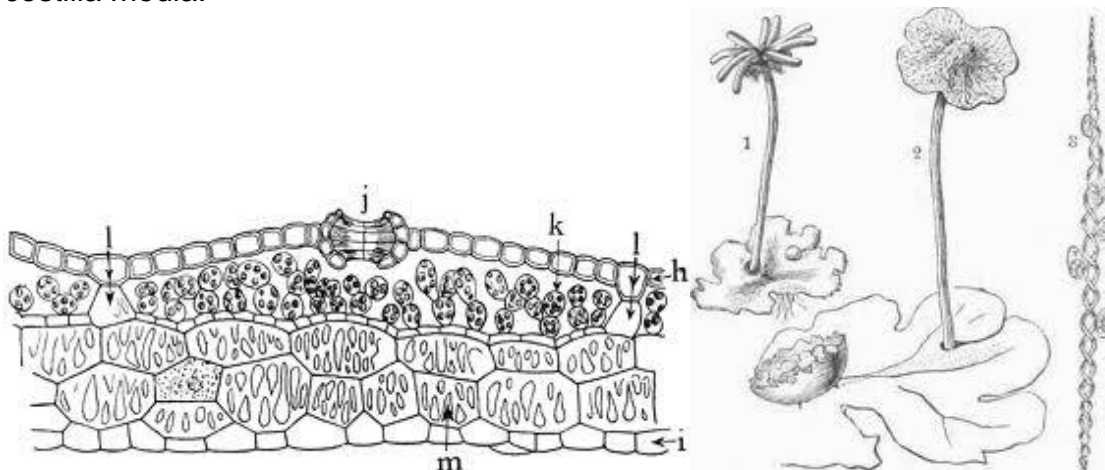
Polytrichum commune “musgo”

La plantita es haploide y consta de un caulidio (pequeño eje o talluelo) con filidios (hojuelas) verdes y rizoides que lo adhieren al sustrato. En las axilas de las hojuelas superiores se forman anteridios (masculinos) que darán anterozoides, y arquegonios (femeninos) que darán óosferas, que nacen en plantas diferentes (dioicos). Los anterozoides viajan por el agua hasta el arquegonio, y con la fecundación de la óosfera se forma la cigota, dando comienzo a la fase esporofítica (2n). La cigota germina dando el embrión que al desarrollarse constituye el esporangio diploide, que consta de un eje, cuya base, el **pie**, se continúa en una **seta**, y en cuya extremidad se forma la **cápsula**, cubierta a modo de capuchón por la **caliptra** o **cofia** (mitad superior rasgada y acrecida del arquegonio). Dentro de la cápsula hay un tejido fértil esporífero 2n y una columna estéril, en el tejido fértil por meiosis se originan las esporas n. Al madurar la cápsula, se forma el opérculo, que es una especie de tapa en el ápice. Al secarse la cápsula, caen el opérculo y la caliptra y son liberadas las esporas y transportadas por el viento.

Los dientes que rodean la boca de la cápsula son higroscópicos y facilitan y regulan la liberación de las esporas. Si el aire es seco se inclinan hacia fuera con lo que las esporas salen, si el aire es húmedo, los dientes se vuelven hacia adentro impidiendo la salida. Cuando la espora germina (sufre mitosis) origina un **protonema**, filiforme, con tabiques transversales, de color verde, con rizoides. Crece postrado al suelo y allí se originan los tallitos hojosos que forman la plantita visible, desarrolla rizoides y se independiza del protonema que desaparece.

2. Clase HEPATICAE, “hepáticas”

El cuerpo del vegetal presenta **simetría dorsiventral**, crece pegado al suelo o a la superficie de los árboles, a los que se adhiere por rizoides unicelulares. Son generalmente terrestres y la mayoría carece de elementos conductores diferenciados. Se clasifican en talosas, donde el cuerpo es un talo lobado o ramificado. Ej: *Marchantia*, de suelos húmedos, y en foliosas u hojosas, que son las más numerosas, donde el cuerpo de la planta es un eje con extensiones en forma de hojas, dispuestas en tres filas, dos de ellas laterales y en la superficie inferior la tercera. Ej.: *Porella*. Anatómicamente, el talluelo de las formas foliosas tiene una estructura más sencilla que en los musgos. Las hojuelas constan de un solo estrato celular y carecen de costilla media.



Marchantia: Corte transversal del talo.

M. polymorpha: 1. Planta femenina; 2. Planta masculina con conceptoáculo; 3. Elaterio con esporas.

Marchantia: plantita común en suelos húmedos y sombríos. El ciclo gametofítico consta de un talo haploide, acintado, carnoso, plano, dorsiventral, de unos 2 cm de ancho y fijado al suelo por rizoides. En la cara superior aparecen los conceptáculos, recipientes en cuyo interior se forman los propágulos, que son pequeñas yemas que en forma vegetativa darán un nuevo talo. Los gametangios, anteridios y arquegonios, se forman en diferentes plantas (dioicos), se encuentran en unos cuerpos especiales en forma de sombrillas que emergen del talo, los anteridióforos (masculinos), constan de un disco horizontal con nueve lóbulos que contienen a los anteridios en recipientes en forma de botellas. Los anterozoides allí formados salen y quedan retenidos en el borde del disco por las gotas de lluvia o rocío. Los arquegonióforos tienen forma estrellada, generalmente con nueve radios curvados hacia abajo, quedando en la parte inferior los arquegonios, cada uno con una oófera.

Los anterozoides son llevados por el agua hasta la oófera, luego de la fecundación se forma la cigota y a partir de ella el ciclo esporofítico, dentro del arquegonio, a partir de la cigota se forma el embrión que dará se esporangio, que consta de una cápsula y pie, en ella se forman previa meiosis las esporas haploides ($=n$) a partir de las células madres de las esporas $2n$. Dentro de la cápsula se forman unos cuerpos delgados, espiralados, llamados elaterios, higroscópicos, que se arrollan y retuercen, sacudiéndose y facilitando la salida de las esporas para su diseminación. El protonema está muy reducido y no presenta la independencia morfológica y biológica del de los musgos.

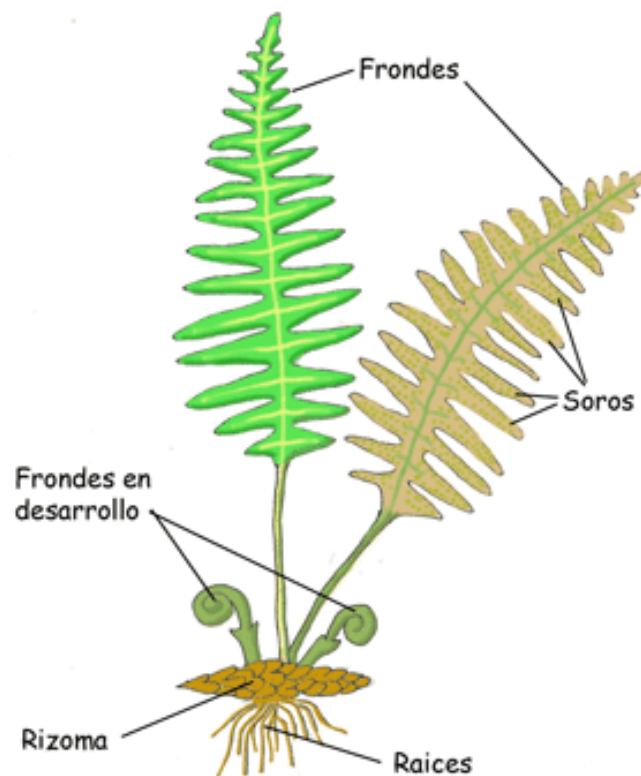
División PTERIDOFITAS

Son plantas verdes con diferenciación morfológica y anatómica.

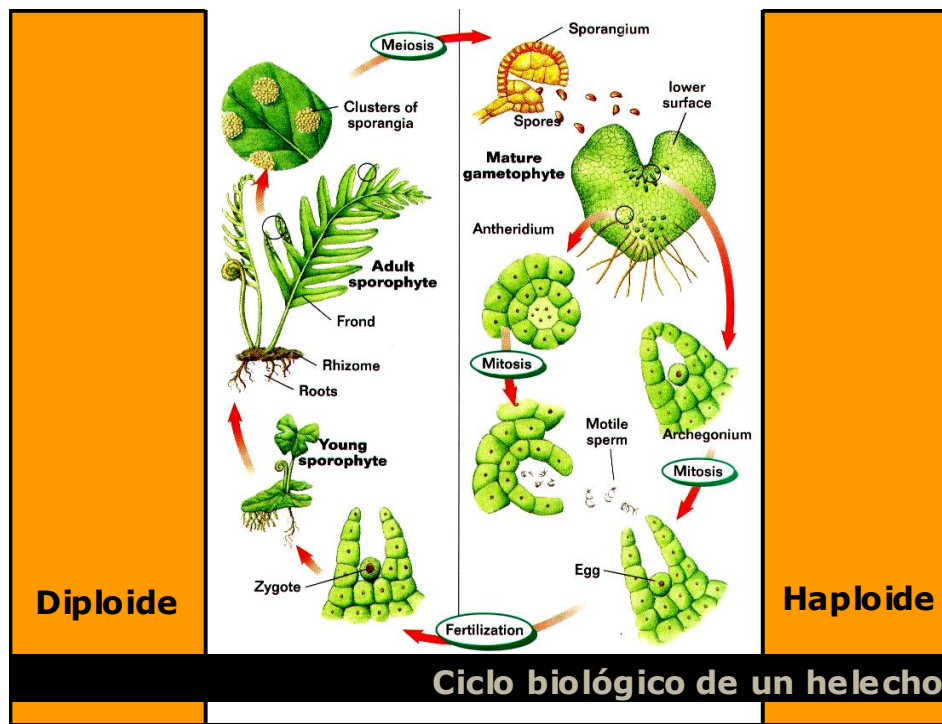
Criptógamas vasculares, donde el leño está formado por **traqueidas**.

Tienen tallo, hojas y raíces, pero no producen flores ni semillas. Son plantas perennes, pues los tallos viven de un año a otro. Algunos helechos poseen tallo erguido y aún arborescente, otros poseen rizomas (tallos subterráneos), que generalmente están enterrados en el suelo. El sistema radicular consta de numerosas raíces adventicias filiformes que nacen del tallo. Las hojas de los helechos se denominan frondes, y constan de dos partes: el pecíolo o estípite y la lámina o limbo, que generalmente es compuesta pinnada.

Ej.: *Nephrolepis cordifolia* "helecho serrucho"



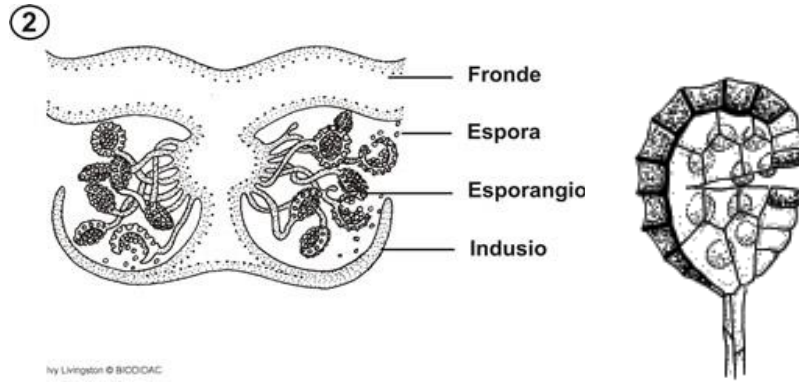
Ciclo vital



El helecho grande y frondoso es la parte visible de la generación esporofítica, lleva esporangios en el envés de las frondes, donde previa meiosis se producen las esporas (n), si son todas iguales, las plantas son isosporadas, pero si dan dos clases (macrosporas y microsporas) la planta es heterosporada (helechos acuáticos).

La germinación de la spora da una planta diferente al esporofito, un cuerpo pequeño, verde, aplanado en forma de corazón: el protalo (gametofito, n), que presenta rizoides, si la planta fuera heterosporada habría protalos femeninos y protalos masculinos. El protalo es el portador de las gametas, allí se forman anteridios y arquegonios que darán anterozoides y oóferas. Cuando la oófera es fecundada por el anterozoide, comienza la fase diploide (2n) que origina la planta de helecho que reinicia el ciclo.

En la cara inferior de las frondes, encontramos numerosos esporangios agrupados, cada uno de éstos grupos se llama soro, protegidos por una membrana, el indusio. Los esporangios están formados por un pedúnculo que lo fija a la hoja y una cápsula donde se hallan las esporas formadas por meiosis. En la pared del esporangio existe una fila de células de paredes gruesas, llamada anillo. Generalmente se ubica en la parte superior, aunque la ubicación puede variar según las distintas especies. Este anillo no es continuo en todo el contorno, sino que se halla aproximadamente en las dos terceras partes y cumple función esencial en la descarga de las esporas.



Esporangio con anillo de dehiscencia

Clave para determinar las Clases de Pteridófitas

- A. Sin raíces; tallos dicotómicos **PSILOTOPSIDA**
- AA. Con raíces.
 - B. Con hojas reducidas (micrófilos), con una sola nervadura.
 - C. Tallos no articulados; esporofilos y hojas semejantes; anterozoides biciliados **LICOPSIDA**
 - CC. Tallos con nudos y entrenudos; esporofilos diferentes de las hojas vegetativas; anterozoides pluriciliados **ESFENOPSIDA**
 - BB. Con hojas bien desarrolladas (megáfilos), con muchas nervaduras **FILICOPSIDA**

CLAVE PARA DIFERENCIAR LOS ÓRDENES DE LA CLASE FILICOPSIDA

- A. Plantas isosporadas, terrestres o epífitas; esporangios protegidos o no por un indusio **ORDEN FILICALES**
- A'. Plantas heterosporadas, acuáticas **ORDEN SALVINIALES**

CLAVE PARA DIFERENCIAR LAS FAMILIAS DEL ORDEN FILICALES

- 1. Plantas arborescentes, con tronco Fam. **CYATHEACEAE**
- 1'. Plantas pequeñas a medianas
 - 2. Plantas desprovistas de indusio
 - 3. Soros cuando marginales protegidos por el margen reflexo de la hoja Fam. **ADIANTACEAE**
 - 3'. Soros circulares, epífitas Fam. **POLYPODIACEAE**
 - 2'. Plantas generalmente con indusio
 - 4. Plantas epífitas, con pecíolos articulados al rizoma o a las pinnas del raquis; con tendencia a los soros marginales Fam. **DAVALLIACEAE**

- 4'. Plantas terrestres, raro epifitas, con pecíolos no articulados al rizoma, soros superficiales
5. Soros alargados con indusio lateral.....Fam. **ASPLENIACEAE**
- 5'. Soros circulares con indusio peltadoFam. **ASPIDIACEAE**

Bibliografía citada

- Cavalier-Smith, T.** 1983. A six-kingdom classification and a unified phylogeny. In: Schenk, H. E. A. and W. S. Schwemmler, eds. Endocytobiology II. de Gruyter, Berlin. Pp. 1027-1034.
- Cronquist, A.** 1980. Introducción a la Botánica. Compañía Editorial Continental, México.
- Engler, A.** 1964. Syllabus der Pflanzenfamilien. Gebruder Borntraeger, Berlín.
- Holt, J. R. & C. A. Iudica.** 2013. Diversity of life. <http://comenius.susqu.edu/biol/202/taxa.htm> [Acceso 8-VII-2015].
- Izco, J., E. Barreno, M. Brugués, M. Costa, J. A. Devesa, F. Fernández, T. Gallardo, X. Llimona, C. Prada, S. Talavera & B. Valdés.** 2004. Botánica. 2da ed. McGraw-Hill–Interamericana, Bogotá.
- Margulis, L.** 1967. On the origin of mitosing cells. Journal of theoretical biology 14 (3): 225.
- Margulis, L.** 1975. Origins of Eukaryotic Cells. Yale University Press, New Haven.
- Margulis, L.** 1981. Symbiosis in Cell. Evolution Freeman, New York.
- Margulis, L. & K. Schwartz.** 1985. Cinco Reinos, Guía ilustrada de los phyla de la vida en la Tierra. 1ra Edición. Ed. Labor, Barcelona.
- Margulis, L. & K. Schwartz.** 1988. Five kingdoms, an illustrated guide to the phyla of life on earth. 2nd Edition. W. H. Freeman and Co., New York.
- Margulis, L. & K. Schwartz.** 1998. Five kingdoms, an illustrated guide to the phyla of life on earth. 3rd Edition. W. H. Freeman and Company. New York.
- Ruggiero, M. A., D. P. Gordon, T. M. Orrell, N. Bailly, T. Bourgoin, R. C. Brusca, T. Cavalier-Smith, M. D. Guiry & P. M. Kirk.** 2015. A higher level classification of all living organisms. PLoS ONE 10(4): e0119248. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119248>
- Taylor, F. J. R.** 1974. Implications and extensions of the serial endosymbiosis theory of the origin of eukaryotes. Taxon. 23: 229–258.
- Whittaker, R. H. & L. Margulis.** 1978. Protist classification and the kingdoms of organisms. BioSystems. 10: 3–18.
- Woese, C. R. & G. E. Fox.** 1977. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: pheprimary kingdoms. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 74 (11): 5088–5090.

Woese, C. R., O. Kandler & M. L. Wheelis. 1990. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eukarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 87: 4576-4579.