

MANUAL DE “BIOLOGÍA DE PROTISTAS Y HONGOS”

GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS Y COMPLEMENTO TEÓRICO INTRODUCCIÓN TEÓRICA

En nuestro planeta Tierra, los predadores más abundantes no son los vistosos Animales sino los microscópicos y unicelulares Protozoos, Protozoos y Protistas. Del mismo modo, la mayor parte del oxígeno aportado a la atmósfera del planeta como producto de la fotosíntesis, no proviene de los grandes árboles o plantas vasculares terrestres, sino de los Protistas fotosintetizadores o Algas, en su mayoría acuáticas. Por otro lado, también son generalmente microscópicos los organismos descomponedores (bacterias y hongos), los encargados de la degradación y el reciclaje de nutrientes en la Tierra; en particular los hongos, son los únicos capaces de degradar sustancias recalcitrantes, tales como los compuestos fenólicos de las plantas y los derivados más complejos del petróleo.

Durante años, el Sistema de Clasificación de los seres vivos más aceptado se basó en el reconocimiento de cinco Reinos (Bacteria, Plantae, Protista, Animalia y Fungi) y fue propuesto por R. H. Whittaker en 1969 (Margulis & Schwartz 1998). En 1993, T. Cavalier-Smith presentó un nuevo Sistema formado por ocho Reinos (Eubacteria, Archaeobacteria, Archezoa, Protozoa, Plantae, Animalia, Fungi y Chromista) y diez Subreinos (Negibacteria, Posibacteria, Adictyozoa, Dictyozoa, Viridiplantae, Biliphyta, Radiata, Bilateria, Chlorarachnia, Euchromista). Ambos Sistemas estuvieron

basados en caracteres morfológicos, anatómicos, bioquímicos y fisiológicos de los organismos. Desde entonces y con el advenimiento de las técnicas moleculares como herramientas útiles para descifrar las relaciones filogenéticas entre los seres vivos, los Sistemas de Clasificación fueron cambiando y a su vez los niveles taxonómicos elevados como Reino, Subreino y Superphylum se fueron desdibujando. Al mismo tiempo, aparecieron nuevos niveles taxonómicos como Grupo o Supergrupo, los que hacen referencia a afinidades filogenéticas establecidas a partir de análisis moleculares de los organismos.

Históricamente, los microorganismos eucarióticos fueron clasificados como Protista y constituían un Reino (definido por Haeckel en 1866); anterior a ello, otros autores ubicaron a estos organismos también en Reinos, pero los asignaron a Protozoa o Primigenum (Owen 1858, Hogg 1860, ambos en Cavalier-Smith 1993). Así, cómo está constituido este Reino, cuáles son sus divisiones y cómo se clasifican los organismos que lo integran, lleva ya en discusión más de 150 años. Todos estos Reinos incluyeron además a las bacterias, las que fueron separadas en un Reino aparte por Copeland en 1938, es decir que la definición del Reino Protista como exclusivamente eucariota lleva cerca de 80 años. La clasificación de Protista ha variado mucho en los últimos veinte años, debido a la utilización de nuevas técnicas de comparación directa de secuencias de nucleótidos, las que han permitido resolver el problema de la escasez o ambigüedad de los caracteres morfológicos, el pequeño tamaño y la organización sencilla de estos microorganismos. Actualmente, Protista constituye un taxón parafilético basado en el carácter plesiomórfico de la unicelularidad y no contiene a todos los descendientes de las especies que abarca; además, la multicelularidad evolucionó a partir de los organismos unicelulares varias veces y en forma independiente a lo largo del tiempo (Schlegel & Hülsmann 2007).

De tal forma, los Protistas han tenido un papel central en el origen y evolución de la célula eucariota. A partir de Protistas heterótrofos primitivos evolucionaron los distintos grupos de Protistas heterótrofos actuales, los Protistas autótrofos o Algas, las Plantas, los Animales y los Hongos. Aunque actualmente los Sistemas de clasificación se hallan en un continuo y vertiginoso proceso de cambio, existe cierto consenso dentro de Eukarya en discriminar como Supergrupos monofiléticos a Amoebozoa, Opisthokonta/Unikonta, Rhizaria, Archaeplastida, Chromoalveolata/ Alveolata y Stramenopila, Excavata y Discicristata (Adl *et al.* 2005, 2012, Baldauf 2008, Lane & Archibald 2008). Incluidos en esos Supergrupos se encuentran los Protistas autótotrofos (Algas) abordados en este curso, como Heterokontophyta (Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Phaeophyceae, Tribophyceae), Dinophyta y Euglenophyta, además de los Protistas heterótrofos conocidos como Hongos en sentido amplio *-sensu lato* o *s.l.-* (debido a su tipo nutricional), tales como Acrasiomycota, Hyphochytridiomycota, Labyrinthulomycota, Myxomycota (Dictyosteliomycetes, Myxomycetes, Protosteliomycetes), Plasmodiophoromycota y Oomycota. También se incluyen en este curso los Hongos en sentido estricto (*sensu stricto* o *s.s.*) o Fungi (Ascomycota, Basidiomycota, Blastocladiomycota, Chytridiomycota, Glomeromycota, Mucoromycotina de lugar incierto o *incertae*

sedis (i.s.) y Neocallimastigomycota), los que dentro de Opisthokonta se encuentran como un Reino bien definido o monofilético según la propuesta de Hibbett *et al.* (2007).

Por otro lado, la gran mayoría de los seres vivos no son individuos completamente solitarios sino verdaderos consorcios de organismos que coexisten, estableciendo relaciones interespecíficas que fluctúan desde la neutralidad hasta el parasitismo, en un continuo que se extiende pasando por el mutualismo. Los organismos autotróficos en general y las plantas en particular, no son una excepción y a lo largo de su existencia co-evolucionaron con diversos simbiontes, entre ellos los hongos. Las relaciones simbióticas plantas/autótrofos-hongos como los Líquenes, las Micofilas, las Micorrizas y los Patógenos, están ampliamente distribuidas en la naturaleza y en el caso de las simbiosis mutualistas, el micosimbionte brinda al hospedante protección frente a condiciones adversas del ambiente mediante cambios fisiológicos inducidos, mejorando la nutrición y pudiendo intervenir en el sistema de defensa del vegetal. Por último, los organismos incluidos en Protista y Fungi, además de su gran diversidad morfológica, anatómica y de ciclos de vida, poseen una gran plasticidad y sus niveles de organización simple (unicelular o filamentos) les confieren potenciales usos biotecnológicos, importantes para su aplicación con fines agronómicos e industriales. Es por ello que resulta de sumo interés el conocimiento de la biología de estos seres vivos, su cultivo y campos de aplicación, debido a su gran importancia socioeconómica y sanitaria.

Objetivos del Curso:

- Conocer la diversidad morfológica, citológica, reproductiva y ciclos vitales de los organismos existentes en Protistas y Hongos.
- Adquirir los conocimientos básicos para la identificación y clasificación de los diferentes grupos incluidos en Protistas y Hongos.
- Aplicar los conocimientos sobre la Morfología y Citología de estos organismos para:
 - *Determinar la posición taxonómica de Protistas y Hongos mediante el uso de claves dicotómicas y diagramas.
 - *Realizar estudios de Diversidad de interacciones biológicas.
 - *Incluir la Diversidad de los Protistas y Hongos como herramienta útil en la evaluación ambiental.
- Reconocer y aprender a recolectar los distintos grupos en su hábitat natural.
- Manejar el concepto de Epidemiología y aplicarlo en Protistas y Hongos.
- Considerar la importancia socioeconómica y sanitaria de Protistas y Hongos.
- Acceder a la información sobre los usos biotecnológicos de Protistas y Hongos.

Este **Manual de “Biología de Protistas y Hongos”** contiene la suficiente información teórica que le permitirá al alumno aprovechar íntegramente los Trabajos Prácticos de Aula, de Campo y de Laboratorio planificados. El Manual consta de una introducción teórica a la **Sistemática Biológica**, una **Sinopsis de la Sistemática y Taxonomía** utilizada en este curso, una breve explicación sobre la **Teoría de la Endosimbiosis Seriada**, una síntesis de los caracteres diagnósticos de **Protistas y Hongos *sensu lato* (s.l.) y *sensu stricto* (s.s.)**, los **Ciclos Biológicos** de estos organismos, sus **Interacciones Biológicas**, **Epidemiología** de las enfermedades que causan y la **Bibliografía** utilizada. Además, contiene los Trabajos Prácticos de **Seguridad**, de **Laboratorio**, de **Aula** y de **Campo**, cada uno de ellos con una síntesis teórica e ilustraciones de los organismos a analizar en el Trabajo Práctico, un **Cuestionario** que sirve de guía de estudio del tema, la **Bibliografía** pertinente, **Claves Dicotómicas** para la determinación taxonómica de los organismos analizados y su **Sistemática** actualizada. Finalmente, en los ANEXOS I y II el Manual presenta el **Programa de la materia**, su **Régimen de Aprobación**, las **Bolillas de Examen final** y un **Glosario** con definiciones de los términos de uso frecuente en este curso.

SISTEMÁTICA BIOLÓGICA

La Sistemática Biológica es la rama de las ciencias biológicas que estudia la clasificación de los organismos considerando sus relaciones filogenéticas. Existen sistemas y métodos de clasificación biológica artificiales (claves dicotómicas por ejemplo, que son útiles para organizar la información sobre un grupo de organismos sin considerar sus relaciones filogenéticas) y naturales (por ejemplo cladogramas, los que incluyen la filogenia o parentesco entre los organismos estudiados). ***Para estudiar este tema los alumnos deberán leer el Capítulo 1 del libro *Árbol de la Vida: sistemática y evolución de los seres vivos* (Vargas & Zardoya 2013).**

Actualmente, los organismos vivos se agrupan en **tres Dominios** (Woese *et al.* 1990): **Eubacteria**, **Archaea** y **Eukarya** (Figura 1). Esta clasificación se basa tanto en caracteres estructurales, ultraestructurales y características bioquímicas celulares, como en caracteres moleculares (por ejemplo, la secuencia de nucleótidos que codifica la subunidad menor del ribosoma 16S en procariontes y 18S en eucariotas). Los estudios filogenéticos recientes, basados en caracteres moleculares, sugieren que la raíz del "árbol de la vida" se encuentra entre la rama de Eubacteria y una rama que uniría Archaea con Eukarya. ***Para estudiar este tema los alumnos deberán leer los Capítulos 2 y 4 del libro *Árbol de la Vida: sistemática y evolución de los seres vivos* (Vargas & Zardoya 2013).**

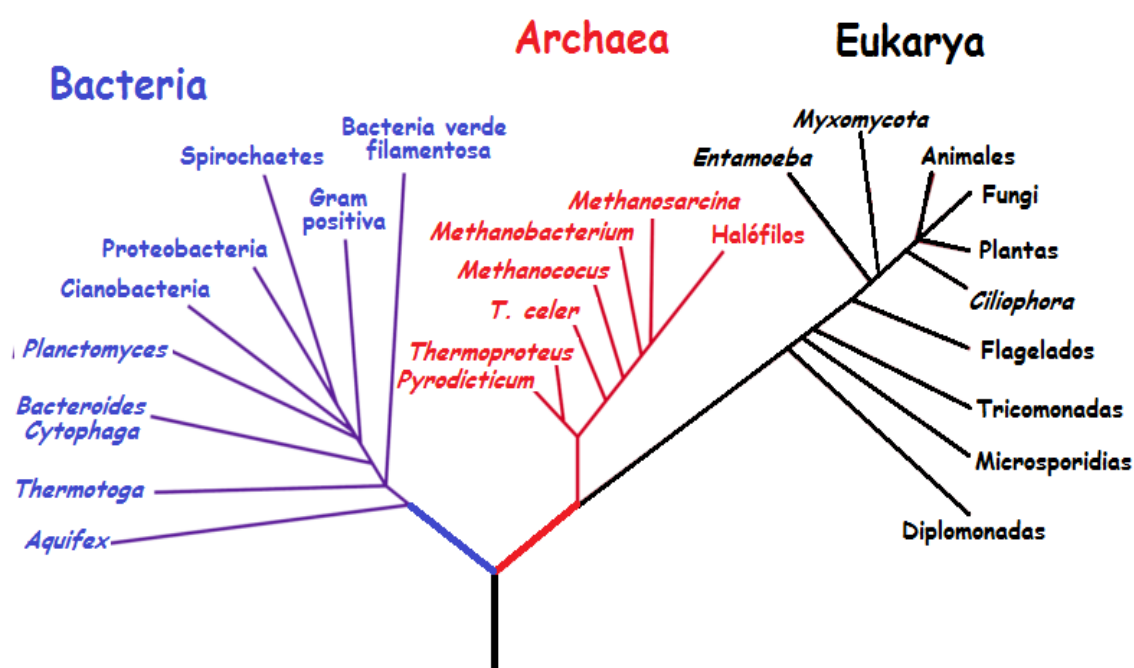


Figura 1. Esquema filogenético que muestra los tres Dominios en los que se agrupan los seres vivos actualmente (Woese *et al.* 1990).

Archaea: organismos unicelulares procariotas (sin núcleo definido). Fosfolípidos de membrana: glicerol 3P. No presentan péptidoglucano como parte de su envoltura celular. Las ARN polimerasas difieren estructuralmente a las presentes en Eubacteria. Se destacan los organismos extremófilos.

Eubacteria: organismos unicelulares procariotas. Fosfolípidos de membrana: glicerol 1P. Envoltura celular de mureína y péptidoglucano. Se pueden diferenciar en bacterias Gram + (positivas) o Gram - (negativas) según la estructura de la envoltura celular. Tienen una gran diversidad genética y ecológica. Se destacan las Cianobacterias y las α -Proteobacterias, entre otras.

Eukarya: organismos uni o pluricelulares eucariotas, con núcleo definido, citoesqueleto, flagelos con estructura microtubular 9+2, sistema de endomembranas y otros orgánulos productos de asociaciones endosimbióticas (mitocondrias y plastidios o cloroplastos). El material genético de estos organismos es una combinación no azarosa de genes nucleares de ascendencia bacteriana y archaeana. Los organismos que conforman este Dominio son clasificados en **seis Supergrupos** según el Sistema propuesto por Lane & Archibald (2008): **Amebozoa, Archaeplastida, Chromoalveolata, Excavata, Opisthokonta** y **Rhizaria** (Figura 2).

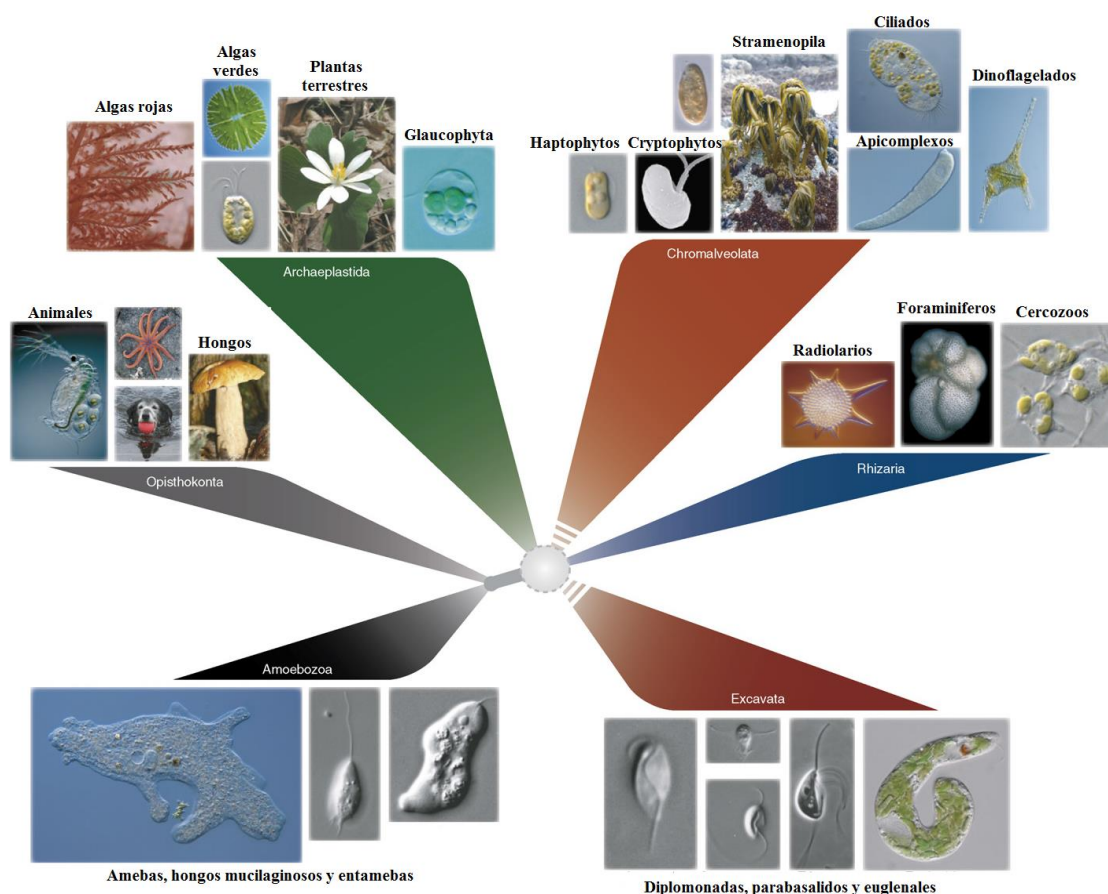


Figura 2. Árbol filogenético representando los seis Supergrupos propuestos por Lane & Archibald (2008) y que forma parte del Proyecto mundial “Árbol de la vida” (*Tree of Life project* o **TOL**).

Los eventos de sucesivas endosimbiosis y la transferencia horizontal de genes (**THG**) y de genes endosimbióticos (**TGE**) entre las primeras células eucariotas, habrían dado origen a los Supergrupos que componen el Dominio Eukarya en el Sistema de clasificación mencionado y sus características se sintetizan a continuación:

Amebozoa.

Clado monofilético creado a partir de datos moleculares. Organismos ameboides que en general carecen de flagelos (salvo en Myxomycota). Heterótrofos de vida libre, algunos parásitos. Agrupa amebas (*Amoeba*), hongos mucilaginosos (Myxomycota) y entoamebas.

Archaeplastida.

Clado monofilético. Organismos fotosintéticos con plastidios originados por endosimbiosis primaria con una Cianobacteria. Agrupa a las divisiones de algas Glaucophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta y a los organismos del Reino Plantae.

Chromalveolata.

Grupo polifilético. Organismos de formas y metabolismos muy diversos. Formado por la unión de los grupos Alveolata y Stramenopila. El origen de los plastidios presentes en Heterokontophyta resulta de una endosimbiosis secundaria con un alga roja, mientras que los cloroplastos presentes en Dinophyta provendrían de una endosimbiosis secundaria con un alga verde. Suelen presentar dos flagelos heterocontos. Agrupa las divisiones de algas Dinophyta y Heterokontophyta, los parásitos de Apicomplexa, los protistas de vida libre de Ciliophora y la división de hongos *s.l.* Oomycota.

Excavata.

Grupo propuesto en base a caracteres morfológicos y filogenias moleculares; en la actualidad, el carácter monofilético de este grupo se encuentra en discusión. Algunos representantes poseen mitocondrias con crestas discoides (grupo Discicristata) y la mayoría cuenta con una fosa vestibular (lugar donde ocurre la fagocitosis o pinocitosis), que le da nombre al grupo. Organismos morfológica y metabólicamente muy diversos. Algunos de vida libre, autótrofos, heterótrofos o parásitos. Los autótrofos presentan plastidios derivados de una endosimbiosis secundaria con un alga verde. Contiene a Euglenida (*Euglena*, *Phacus*), Kinetoplastida (*Leishmania*, *Trypanosoma*), Diplomonada (*Giardia*) y Parabasalida (*Trichomonas*).

Opisthokonta.

Grupo monofilético. Organismos con crestas mitocondriales planas y un solo flagelo en la parte posterior de la célula. Incluye a Metazoa, Coanoflagelados y Fungi o Eumycota (los hongos verdaderos o *s.s.*).

Rhizaria.

Grupo monofilético, determinado en base a caracteres moleculares. Organismos ameboides que forman filipodios o reticulopodios, con esqueletos complejos de carbonato de calcio o silicio. Parásitos y de vida libre, la mayoría marinos. Este Supergrupo reúne a Foraminifera, Radiolaria y Cercozoa.

En la Sistemática Biológica confluyen otras ramas de las ciencias biológicas, tales como la **Taxonomía** y la **Nomenclatura**, las que aportan conocimientos que se complementan para abordar como un todo la clasificación de los organismos. En particular la **Nomenclatura** aplicada a **Protistas y Hongos**, está reglamentada y legislada por el "**Código Internacional de Nomenclatura de Algas, Hongos y Plantas**". A continuación sintetizamos en dos cuadros (uno para Algas y otro para Hongos *s.l.*) los nombres que se utilizarán para los taxones abordados en este curso:

RANGO TAXONÓMICO	ALGAS (Protistas autótrofos)
DIVISIÓN O PHYLUM	→ <i>phyta</i> . Ejemplo: <i>Heterokontophyta</i>
SUBDIVISIÓN O SUBPHYLUM	→ <i>phytina</i> . Ejemplo: <i>Chlorophytina</i>
CLASE	→ <i>phyceae</i> . Ejemplo: <i>Phaeophyceae</i>
SUBCLASE	→ <i>phycidae</i>
ORDEN	→ <i>ales</i> . Ejemplo: <i>Fucales</i>
SUBORDEN	→ <i>ineae</i>
FAMILIA	→ <i>aceae</i> . Ejemplo: <i>Ectocarpaceae</i>
SUBFAMILIA	→ <i>oideae</i>
TRIBU	→ <i>ae</i>
SUBTRIBU	→ <i>inea</i>
GÉNERO	→ Sust. Singular, 1ra letra en mayúscula

RANGO TAXONÓMICO	HONGOS <i>s.l.</i> (Protistas heterótrofos y Fungi)
DIVISIÓN O PHYLUM	mycota. Ejemplo: Basidiomycota
SUBDIVISIÓN O SUBPHYLUM	mycotina. Ejemplo: Mucoromycotina
CLASE	mycetes. Ejemplo: Saccharomycetes
SUBCLASE	mycetidae
ORDEN	ales. Ejemplo: Agaricales
SUBORDEN	ineae
FAMILIA	aceae. Ejemplo: Agaricaceae
SUBFAMILIA	oideae
TRIBU	eae
SUBTRIBU	inea
GÉNERO	Sust. Singular, 1ra letra en mayúscula

TEORÍA DE LA ENDOSIMBIOSIS SERIADA (TES)

La **Teoría de la Endosimbiosis Seriada (TES)** es la teoría evolutiva que describe las distintas endosimbiosis que dieron origen a las células eucariotas (Margulis, 2004). Se entiende por endosimbiosis a un tipo especial de simbiosis, una condición topológica, en la que un organismo vive alojado dentro de otro. La **TES** postula que una célula eucariota ancestral fagocitó a una bacteria, la cual no fue digerida y permaneció dentro de la célula eucariota, formándose una relación de dependencia entre los dos organismos; una célula provee protección mientras que la otra, por medio de su metabolismo, genera sustancias beneficiosas para la nutrición del organismo unicelular heterótrofo que la fagocitó. Las redundancias genéticas y metabólicas de la bacteria fagocitada fueron eliminándose o transfiriéndose al núcleo de la célula hospedante. Entre los orgánulos de las células eucariotas se encuentran los cilios y flagelos, las mitocondrias y los cloroplastos, que se habrían originado a partir de procesos endosimbióticos (Figura 3A y 3B). Sin embargo, también se propone el origen autogénico de cilios y flagelos a partir de las proteínas contráctiles citoplasmáticas.

Mitocondrias → endosimbiosis con α -proteobacteria.

Cloroplastos → endosimbiosis con cianobacteria.

Cilios/Flagelos → endosimbiosis con espiroquetas.

La **TES** sostiene que el proceso endosimbiótico se ha dado en múltiples ocasiones a lo largo de la evolución de los eucariotas (Figura 3). ***Para estudiar este tema los alumnos deberán leer los Capítulos 4, 5, 6 y 7 del libro *Árbol de la Vida: sistemática y evolución de los seres vivos* (Vargas & Zardoya, 2013).**

Las endosimbiosis pueden clasificarse en:

- **Primarias:** orgánulos originados por un único evento de endosimbiosis

→ eucariota ancestral + α -proteobacteria = eucariota aerobio

→ eucariota aerobio + cianobacteria = eucariota fotosintetizante

En ambos casos el orgánulo resultante consta de 2 membranas

- **Secundarias:** orgánulos originados por dos eventos sucesivos de endosimbiosis

→ eucariota aerobio + eucariota fotosintetizante/orgánulo fotosintetizador/cloroplasto

El orgánulo resultante consta de 3 ó 4 membranas

- **Terciarias:** orgánulos originados por tres eventos sucesivos de endosimbiosis

→ eucariota aerobio + eucariota fotosintetizante formado por endosimbiosis secundaria

El orgánulo resultante consta de 3 ó 4 membranas de distintos orígenes

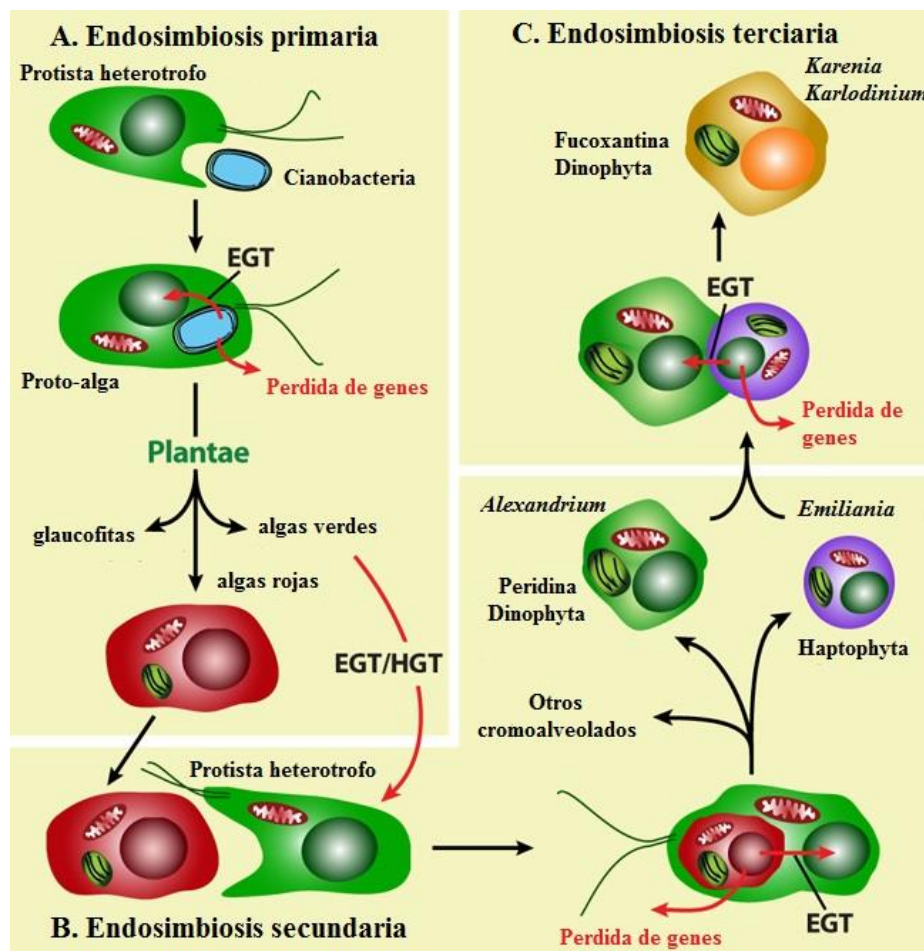


Figura 3A. Reconstrucción de los eventos de endosimbiosis sucesivas. **TGE:** transferencia de genes endosimbióticos; **THG:** transferencia horizontal de genes.

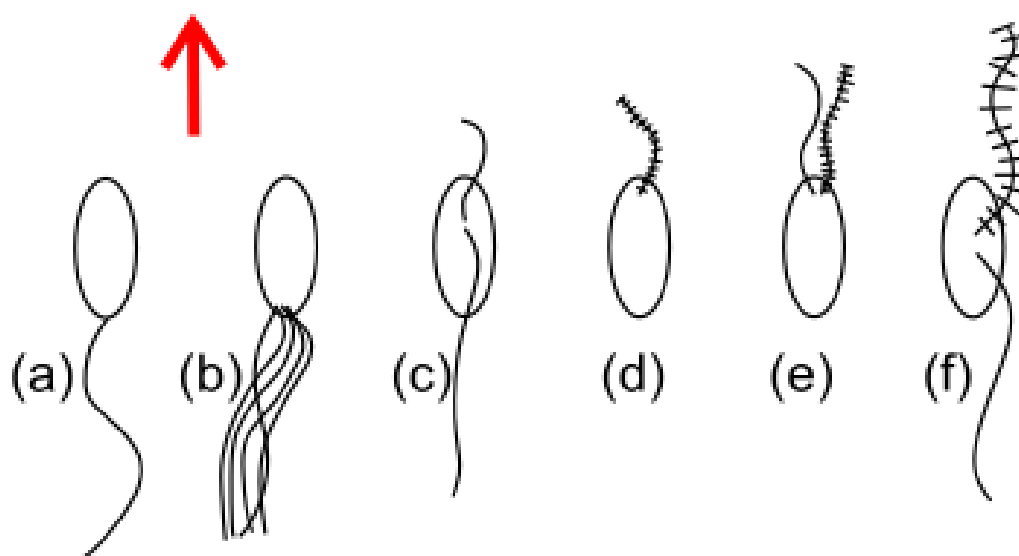


Figura 3B. Tipos de flagelos en Eukarya. **Opisthokonta.** Zoósporas con flagelo posterior liso, una característica de Chytridiomycota (Fungi), en la mayoría hay un sólo flagelo posterior (a), pero en Neocallimastigomycota hay hasta 16 (b). **Anisocontos.** Zoósporas biflageladas lisas con dos flagelos de distinta longitud (c); se encuentran en algunos Myxomycota y Plasmodiophoromycota. Stramenopila. Zoósporas con un flagelo anterior, barbulado (d), característico de Hyphochytridiomycetes. **Heterokonta.** Zoósporas biflageladas (e, f) con dos tipos de flagelos, uno liso y otro barbulado, ubicados anteriormente o lateralmente; característicos de Oomycota y otros Stramenopila. La flecha roja indica la dirección del movimiento.

PROTISTAS

Whittaker (1969), en su clasificación de los cinco reinos, agrupó los eucariotas según su modo de nutrición (autotofía, absorción e ingestión), incluyendo en cada categoría organismos multicelulares (Reinos Planta, Hongos o Fungi y Animalia) y unicelulares (Reino Protista). Con el advenimiento de las filogenias moleculares, que se basaban inicialmente en el ARN ribosómico de la subunidad pequeña (ARNr 18S), se descubrió que Protista no es un grupo natural, ya que los organismos que lo componen no tienen un origen común; es decir, que al tratarse de un grupo polifilético, dicho Reino perdió su valor taxonómico como tal. Actualmente, se utiliza el término “protistas” (se utilizan las comillas para destacar la naturaleza polifilética del grupo y denotar que es un nombre vulgar y no es un nivel taxonómico) para hacer referencia a los organismos eucariotas autótrofos o heterótrofos unicelulares o multicelulares que no alcanzan el nivel de organización de tejidos, que “no son ni plantas, ni animales, ni hongos” (Vargas & Zardoya 2013) y que tradicionalmente han sido clasificados como integrantes del *ex* Reino Protista. Debido a la gran heterogeneidad que se observa dentro de cada grupo que constituye los protistas, las características

morfológicas resultan insuficientes para establecer los orígenes de cada linaje, por ello la mayoría de las relaciones evolutivas entre “protistas” han sido reconstruidas gracias a las filogenias moleculares. Actualmente, se reconocen varios linajes de “protistas” como Supergrupos o Reinos por separado (Lane & Archiblad 2008, Adl *et al.* 2012). En este curso se aplicará el término protistas en plural y omitiendo las comillas, para referirse a los representantes del ex Reino Protista, actualmente distribuidos en distintos Supergrupos y/o Reinos. ***Para estudiar este tema los alumnos deberán leer el Capítulo 5 del libro *Árbol de la Vida: sistemática y evolución de los seres vivos* (Vargas & Zardoya 2013).**

Características generales:

Los protistas son notablemente diversos, tanto en su morfología como en su estructura y anatomía, hábitats, tipos de nutrición y ciclos biológicos. Presentan los siguientes caracteres:

- Niveles de organización y hábitos: unicelulares de vida libre (solitarios, agregados o coloniales) y pluricelulares filamentosos (simples o ramificados), cenocíticos o de talo masivo laminar. No desarrollan tejidos verdaderos.
- Hábitats: la mayoría son acuáticos (marinos o dulceacuícolas), formando parte del plancton o asociados al bentos, otros son terrestres y pueden encontrarse sobre materia orgánica en descomposición o formando parte de las comunidades de microorganismos de los suelos.
- Tipos de nutrición: presentan una gran diversidad nutricional, algunos son autótrofos (fotosintéticos), otros heterótrofos (detritívoros o saprótrofos y parásitos), mixótrofos y algunos alternan con facilidad entre formas de nutrición autótrofas y heterótrofas.
- Locomoción: la mayoría se mueven mediante locomoción ameboide (en la que interviene la formación de pseudópodos o “falsos pies”), por acción ciliar o mediante flagelos.
- Flagelos: de número y características variables según el grupo. Pueden ser apicales isocontos, heterocontos, anisocontos o estefanocontos; subapicales laterales o posteriores; lisos o barbulados, con microfibrillas simples o mastigonemas con pelos tripartitos.
- Cubierta celular: es muy variable en ubicación con respecto a la membrana plasmática (puede estar por fuera o por dentro de ésta), por su organización (continua, discontinua formada por placas, escamas o por alveolos) y por su composición (celulósicas, proteicas, etc.). Algunos protistas carecen de cualquier tipo de envoltura celular, presentando la membrana plasmática desnuda, si bien la mayoría presentan cubiertas celulares rígidas o poco flexibles, tales como paredes celulares, lóricas o películas

situadas por debajo de la membrana plasmática, cubiertas extracelulares de silicio o carbonato de calcio.

- Sustancias de reserva: varían con los grupos, pueden acumular almidón, glucógeno, paramilon, polialcoholes, laminarina, crisolaminarina, etc.
- Reproducción: se reproducen sexual y asexualmente. Presentan mecanismos reproductivos complejos y diversos como la fisión binaria, la conjugación, la copulación gamética o el contacto gametangial; pueden ser isogámicos, anisogámicos u oogámicos.
- Ciclos de vida: son diversos y característicos de cada grupo. Algunos protistas presentan alternancia de generaciones (ciclos diplobiónticos), otros sólo tienen una generación (haplobiónticos) que puede ser haploide (organismos haplontes) o diploide (organismos diplontes), mientras que en algunos se desconoce la reproducción sexual.

HONGOS

Se denominan “Hongos” en sentido amplio o *s.l.*, a los organismos **heterótrofos**, en su gran mayoría **eucariotas**, unicelulares o pluricelulares filamentosos, plasmodiales o cenocíticos, que presentan formas de vida saprófita, comensales o parásita, distribuidos en los Supergrupos de protistas Chromoalveolata/Stramenopila y Heterokonta (Oomycota, Hyphochytridiomycota, Labyrinthulomycota), Rhizaria (Cercozoa: Plasmodiophoromycota), Excavata (Heterolobosea: Acrasiomycota) y Amoebozoa (Myxomycota) y los Hongos *s.s.* que constituyen el Reino Fungi o Eumycota (“hongos verdaderos”) en el dominio Eukarya. Además, los Actinomycota también podrían incluirse dentro de los hongos *s.l.*, aunque estas bacterias filamentosas y esporulantes pertenecen al dominio Eubacteria. Los hongos verdaderos se diferencian de los hongos *s.l.* por su organización celular, la presencia de flagelos opistocontos (sólo en los grupos más primitivos), su división celular peculiar, la composición de las envolturas celulares y su particular forma de nutrición heterotrófica que es siempre osmotrófica. ***Para estudiar este tema los alumnos deberán leer los Capítulos 5 (Hongos “protistas” o *s.l.*) y 15 (Hongos *s.s.*, Reino Fungi o Eumycota) del libro *Árbol de la Vida: sistemática y evolución de los seres vivos (Vargas & Zardoya 2013) y estos temas en el libro *Biología de Hongos (Cepero de García et al. 2012).****

Características generales:

- Niveles de organización y hábitos: amebas unicelulares de vida libre (solitarios o agregados) y pluricelulares filamentosos (simples o ramificados), cenocíticos o plasmodiales. No desarrollan tejidos verdaderos.
- Hábitats: muchos son acuáticos (marinos o dulceacuícolas), otros son terrestres pudiendo encontrarse sobre materia orgánica en descomposición, habitando distintos sustratos orgánicos o inorgánicos y otros están asociados a plantas y a animales.
- Tipos de nutrición: todos los Hongos son exclusivamente **heterótrofos**. Los Hongos *s.l.* pueden ser fagótrofos u osmótrofos, mientras que los Hongos *s.s.* son únicamente osmótrofos. En general pueden tener formas de vida detritívora o saprofítica, comensalista, mutualista y muchos son parásitos (biótrofos o necrótrofos).
- Locomoción: entre los hongos *s.l.*, los que tienen hábitos ameboides se mueven mediante pseudópodos y los plasmodiales presentan movimientos en masa muy similares a la locomoción de las amebas; algunos se desplazan mediante distintos tipos de flagelos, mientras que otros no presentan movilidad. Los Hongos *s.s.* primitivos se trasladan por medio de flagelos y los más evolucionados carecen de ellos.
- Flagelos: de número y características variables según el grupo (Figura 3B). Pueden tener dos heterocontos, apicales o laterales (Oomycota), dos anisocontos, lisos y apicales (Plasmodiophoromycota, Myxomycota) uno apical y barbulado (Hyphochytriomycota), uno posterior y liso (Chytridiomycota) y hasta 16 posteriores y lisos (Neocallimastigomycota).
- Cubierta celular: es muy variable en su composición química (celulósica, de quitina, beta-glucano, etc.). Algunos grupos de Hongos *s.l.* carecen de envoltura celular en sus estadios vegetativos, pero sí tienen cubierta celulósica en sus esporas (Myxomycota), mientras que los hongos protistas pertenecientes a Oomycota generalmente presentan una cubierta celular rígida de celulosa y beta glucano a lo largo de todo su ciclo vital. Todos los Hongos *s.s.* presentan una pared o envoltura celular en sus estructuras vegetativas y reproductivas, formada por quitina, quitosano y beta glucano (en combinación variable según la División).
- Sustancias de reserva: varía con los distintos grupos, pudiendo acumular glucógeno y polialcoholes los Hongos verdaderos, glucógeno los Myxomycota y micolaminarina los Oomycota.
- Reproducción: se reproducen sexual y asexualmente, presentando mecanismos reproductivos sexuales complejos y diversos, tales como la copulación gamética, la

copulación gametangial, el contacto gametangial, la espermatización y la somatogamia; pueden ser isogámicos, anisogámicos u oogámicos. Se reproducen formando esporas de origen sexual y asexual o conidios, que presentan diversos mecanismos de formación. También pueden reproducirse asexualmente por fragmentación del talo fúngico o del micelio.

- Ciclos de vida de los hongos: los hongos protistas tienen ciclos característicos en cada grupo; algunos presentan alternancia de generaciones (ciclos diplobiónticos), otros sólo tienen una generación (haplobiónticos) que puede ser genéticamente haploide (organismos haplontes) o diploide (organismos diplontes) y en otros se desconoce la reproducción sexual. Los hongos s.s. son mayoritariamente haplobiónticos haplontes, aunque algunos grupos son haplobiónticos diplontes o diplobiónticos haplodiplontes.

CICLOS BIOLÓGICOS

Los ciclos de vida de los organismos son un tema central en las Ciencias Biológicas y su conocimiento fue fundamental para terminar con la **Teoría de la Generación Espontánea**. Además, su estudio es una herramienta de suma importancia para comprender la evolución de la vida en nuestro planeta.

“The view taken here is that the life cycle is the central unit in biology. ... Evolution then becomes the alteration of life cycles through time, genetics the inheritance mechanisms between cycles, and development all the changes in structure that take place during one life cycle” (“El punto de vista adoptado aquí es que el ciclo de la vida es la unidad central en biología... La evolución se convierte entonces en la alteración de los ciclos de vida a través del tiempo, la genética de los mecanismos de la herencia entre los ciclos y el desarrollo de todos los cambios en la estructura que tienen lugar durante un ciclo de vida”). J. T. Bonner (1965).

Un ciclo biológico o ciclo vital es una representación abstracta del círculo imaginario que traza un organismo desde las estructuras reproductivas de las que se origina hasta el momento que genera sus propias estructuras reproductivas. ***Para estudiar este tema los alumnos deberán leer el libro Los Ciclos Biológicos en el Reino Vegetal (Cocucci & Hunziker 1994), la página Hipertextos del Área de la Biología de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) (<http://www.biologia.edu.ar/reproduccion/sexual.htm>) y la página de Botánica, Ciclos Biológicos de Vegetales de la Universidad de Oviedo, España (<http://www.unioviedo.es/bos/Asignaturas/Botanica/1.htm>)**

La reproducción de un organismo puede ser de naturaleza sexual o asexual. La reproducción sexual se caracteriza por la participación de gametos haploides (n), de sexo o polaridad diferentes, originados a partir de una división **meiótica** (es decir que presentan una reducción en el número de cromosomas). La **singamia** o fusión de los gametos da origen a un **zigoto** diploide ($2n$), restableciendo así el número de cromosomas característico de la especie; si este cigoto sufre sucesivas divisiones mitóticas da origen a organismos diplontes, mientras que si experimenta una meiosis seguida de sucesivas mitosis origina organismos haplontes. La reproducción asexual es aquella en la que no intervienen gametos y entre sus variantes asexuales puede mencionar la esporulación mitótica, la apomixis y la multiplicación vegetativa. Algunos organismos presentan ciclos biológicos complejos en los que se pueden encontrar tanto individuos sexuados como asexuados, haplontes y diplontes.

Los ciclos biológicos se pueden clasificar en función del número de generaciones y el tipo de **fase nuclear (haplofase o diplofase)** que presenta la generación dominante (<http://www.biologia.edu.ar/reproduccion/sexual.htm>); cabe destacar que se entiende por **generación** al conjunto de células vegetativas originadas por sucesivas divisiones mitóticas a partir de una célula reproductiva determinada.

Ciclos con una generación o haplobiónticos: en este tipo de ciclos no hay alternancia de generaciones pero si de fases nucleares; si la fase nuclear dominante es **haploide (n)** el ciclo es **haplobióntico haplonte** (Figura 4), mientras que si la fase nuclear dominante es **diploide ($2n$)** el ciclo es **haplobióntico diplonte** (Figura 5).

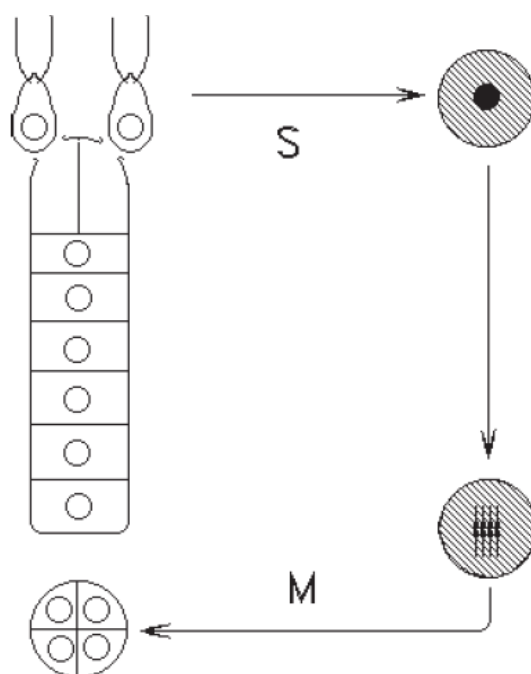


Figura 4. Esquema de un ciclo **haplobióntico haplonte**. Los núcleos en **blanco** presentan un número n de cromosomas, los núcleos en **negro** presentan un número $2n$ de cromosomas. La letra M indica división meiótica y la letra S la singamia (Cocucci & Hunziker 1994).

Los **ciclos haplobiónticos haplontes** (con **meiosis zigótica**) están presentes en:

- La mayoría de los Hongos s.s. (Fungi)
- Varias algas verdes, ej. *Chlamydomonas*, *Chara*
- Varias algas doradas, ej. Chrysophyceae, Tribophyceae
- Algunas algas Dinophyta, ej. *Ceratium*, *Peridinium*, *Noctinoluca*
- Varios Apicomplexa, ej. *Plasmodium* (agente causal de la malaria)
- Varios Excavata, ej. algunos parabasálidos
- Varios Amoebozoa, ej. *Dictyostelium*

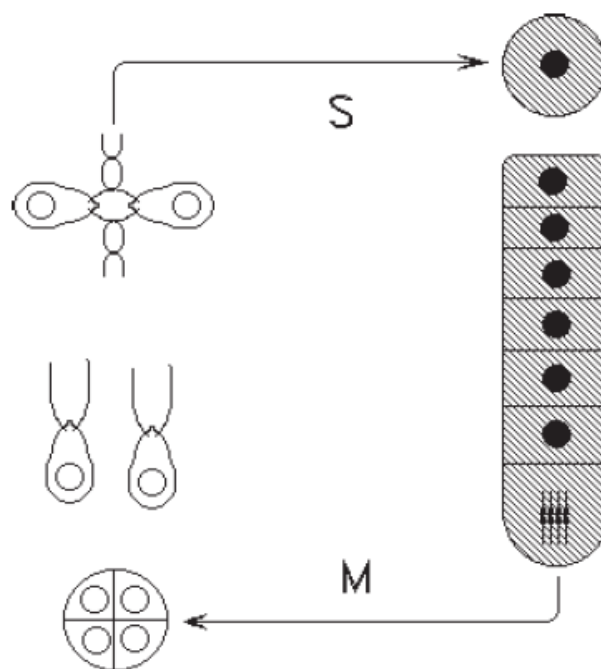


Figura 5. Esquema de un ciclo **haplobióntico diplonte**. Los núcleos en **blanco** presentan un número **n** de cromosomas, los núcleos en **negro** presentan un número **2n** de cromosomas. La letra **M** indica una división meiótica y la letra **S** la singamia (Cocucci & Hunziker 1994).

Los **ciclos haplobiónticos diplontes** (con **meiosis gamética**) están presentes en:

- Algunos Hongos s.s. (Fungi), ej. levaduras del pan
- Animales
- Varias algas verdes, ej. *Cladophora glomerata*, *Codium*
- Varias algas pardas, ej. algunos Fucales
- Algunas algas Tribophyceae, ej. *Vaucheria*
- la mayoría de las Diatomeas o Bacillariophyceae
- Varios Oomycetes, ej. *Saprolegnia*, *Plasmopara viticola*
- Varios Ciliata, ej. *Paramecium*

Ciclos con dos generaciones o diplobiónticos: son ciclos que presentan alternancia entre dos generaciones independientes, pudiendo tener las dos generaciones una misma fase nuclear, resultando ciclos diplobiónticos haplontes cuando ambas generaciones son haplontes o ciclos diplobiónticos diplontes cuando las dos generaciones son diplontes (Figura 6).

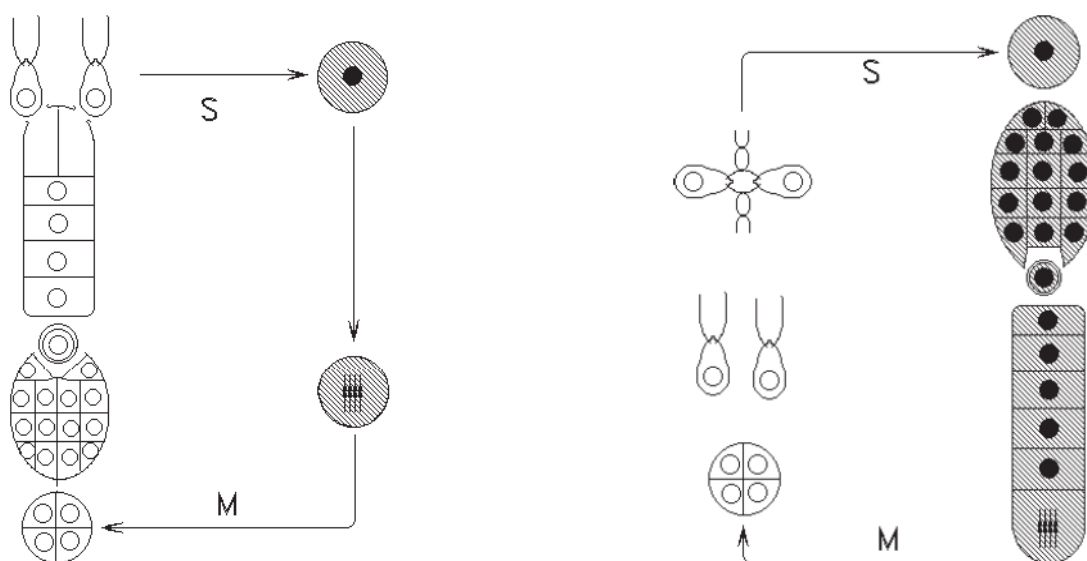


Figura 6. Esquema de un ciclo **diplobióntico haplonte** (izquierda) y **diplobióntico diplonte** (derecha). Los núcleos en **blanco** presentan un número **n** de cromosomas, los núcleos en **negro** presentan un número **2n** de cromosomas. La letra **M** indica una división **meiótica** y la letra **S** la **singamia** (Cocucci & Hunziker 1994).

Otro tipo de ciclo con dos generaciones es el **diplobióntico haplodiplonte** (Figura 7), que se caracteriza por poseer una generación **haplonte** y otra **diplonte**. Si los organismos de las dos

generaciones son similares morfológicamente, los ciclos se denominan **isomórficos**, mientras que si son diferentes resultan ser **heteromórficos**.

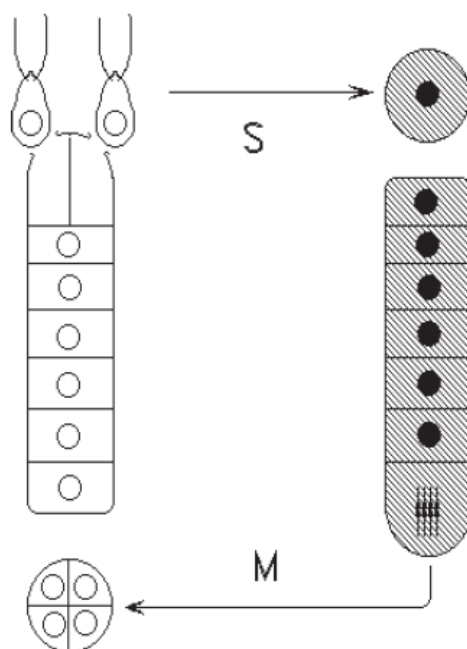


Figura 7. Esquema de un ciclo **diplobiótico haplo-diplonte**. Los núcleos en **blanco** presentan un número **n** de cromosomas, los núcleos en **negro** presentan un número **2n** de cromosomas. La letra **M** indica una división **meiótica** y la letra **S** la **singamia** (Cocucci & Hunziker 1994).

Los **ciclos diplobióticos haplo-diplontes** están presentes en:

- Las plantas terrestres
- Algunas algas verdes, ej. *Ulva*
- Algunas algas rojas
- La mayoría de las algas pardas (Phaeophyceae), excepto Fucales
- Varios Rhizaria, ej. Plasmodiophoromycetes, algunos foraminíferos
- Varios Amoebozoa, ej. Myxomycetes, *Physarum*

Ciclos con tres generaciones o triplobióticos: existen dos tipos de ciclos que presentan esta característica: los **haplodiplontes** que presentan dos generaciones en una misma fase nuclear y una en la otra fase (Figura 8) y los ciclos trifásicos de las angiospermas.

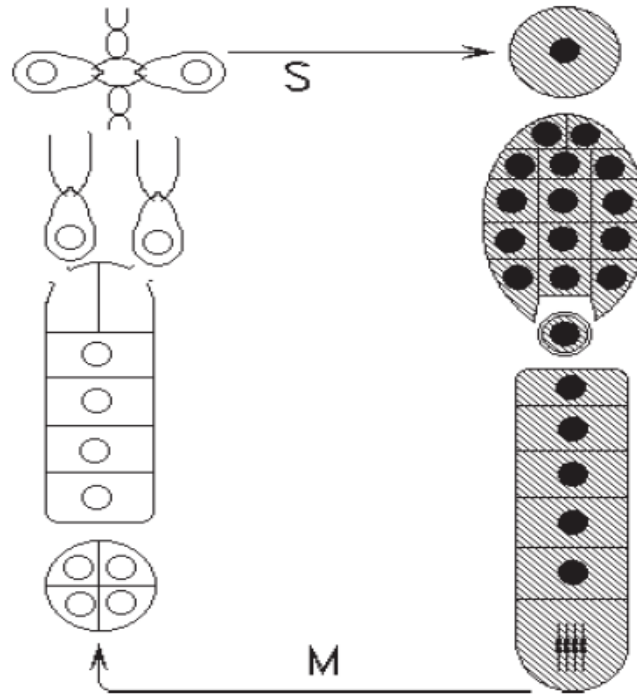


Figura 8. Esquema de un ciclo **triplobióntico haplodiplonte**. Los núcleos en **blanco** presentan un número **n** de cromosomas, los núcleos en **negro** presentan un número **2n** de cromosomas. La letra **M** indica una división **meiótica** y la letra **S** la **singamia** (Cocucci & Hunziker 1994).

	HAPLOBIONTES	DIPLOBIONTES	TRIPLOBIONTES
HAPLONTES	<i>Botrydium</i> sp <i>Entomophthora</i> sp <i>Mucor</i> sp <i>Rhizopus</i> sp <i>Rhizophyidium</i> sp <i>Monoblepharis</i> sp <i>Schizosacharomyces</i> sp Chrysophyceae Tribophyceae Euglenophyta Dinophyta		
DIPLONTES	Diatomeas (Bacillariophyceae) <i>Plasmopara viticola</i> (y todos los Oomycota) <i>Saccharomyces ludwigii</i> <i>Taphryna deformans</i> <i>Tilletia</i> sp		

HAPLO-DIPLONTES		<i>Stemonitis</i> sp <i>Physarum</i> sp <i>Plasmodiophora brassicae</i> <i>Saccharomyces</i> sp <i>Peziza</i> sp <i>Agaricus</i> sp <i>Allomyces</i> sp <i>Ustilago</i> sp <i>Macrocystis</i> sp <i>Ectocarpus</i> sp	<i>Puccinia graminis</i>
------------------------	--	--	--------------------------

Figura 9. Cuadro sinóptico con los tipos de ciclos vitales ejemplificados con géneros y algunas especies estudiados en Biología de Protistas y Hongos.

En cuanto a la evolución de los ciclos de vida, probablemente el más primitivo estuvo constituido por individuos haplontes que se reproducían asexualmente. Actualmente, Eubacteria y Archaea presentan este tipo de ciclo vital y aparentemente también algunos Eukarya (por ejemplo Cryptophyta, Choanoflagellata, muchos Euglenozoa y Amoebozoa, algunas algas rojas y verdes, los hongos imperfectos -solo se les conoce la reproducción asexual-, algunos rotíferos y muchos otros grupos, no necesariamente haploides). Sin embargo, estos eucariotas posiblemente no fueron primitivamente asexuales, sino que pueden haber perdido su reproducción sexual o simplemente ésta aún no se observó. Muchos eucariotas (incluyendo animales y plantas) presentan reproducción asexual en su ciclo, que puede ser facultativa u obligada, y la reproducción sexual puede ocurrir con frecuencia variable. Por su parte, los grupos de Animalia son en su gran mayoría diplontes y también en las Plantas superiores predomina la fase diploide aunque sus ciclos vitales son diplobiontes haplodiplontes. La duplicación del ADN en los organismos diplontes puede considerarse una ventaja evolutiva, ya que uno de los cromosomas homólogos del par puede funcionar como una “copia de seguridad” de esa información génica (ampliando la capacidad de adaptación a nuevos ambientes), si bien la duplicidad del ADN también puede acumular mutaciones deletéreas que solo se expresarán en ciertas condiciones. Por el contrario, las mutaciones que ocurren en el ADN de los organismos haplontes tienen rápida expresión ya que no existe ADN extra como ocurre en los diplontes y es por ello que se acumulan menos mutaciones en éstas poblaciones. Por su parte, los ciclos haplodiplontes fueron considerados por mucho tiempo como poco evolucionados y transitorios en la evolución de los organismos, sin embargo, actualmente, su amplia distribución en grupos muy diversos (algas verdes, rojas y pardas, hongos, plantas avasculares, etc.) los postulan como sistemas muy estables. Además, la alternancia de generaciones haplonte/diplonte representa una ventaja al aumentar las posibles fuentes de recursos para la especie, ya que las distintas generaciones pueden ocupar nichos diferentes. Asimismo, la frecuencia y la morfología de desarrollo de una u otra generación durante el ciclo vital de una especie haplodiplonte es regulada por factores ambientales como por ejemplo el fotoperíodo, es

decir que los ciclos diplobiónticos son una alternativa exitosa ante los cambios del medio. Sumando estas adaptaciones a las modificaciones ambientales, está el beneficio de contar con la reproducción asexual de cada una de sus generaciones, que permiten la perpetuación de la especie en condiciones en las que la reproducción sexual resulta costosa, como por ejemplo en áreas de distribución muy amplias. ***Para profundizar en este tema los alumnos podrán leer la publicación de Mable & Otto (1998) que se detalla en la Bibliografía.**

INTERACCIONES BIOLÓGICAS

En la Naturaleza no existen organismos que vivan en un aislamiento absoluto, sino que interactúan con el medio ambiente y con otros seres vivos. En este contexto, las **Interacciones biológicas** son los efectos que tienen entre sí los individuos en una comunidad. Estas Interacciones biológicas, sumadas a las que ocurren con el **ambiente**, son fundamentales para la supervivencia y el funcionamiento de los ecosistemas. Las **interacciones biológicas** pueden involucrar a individuos de una misma especie (**interacciones intraespecíficas**) o de diferentes especies (**interacciones interespecíficas**). Para clasificar estas interacciones se considera el mecanismo de la interacción, la intensidad, la duración y la dirección de sus efectos. Así, las especies pueden interactuar solo una vez en una generación (por ejemplo la polinización) o vivir completamente dentro de otro organismo (por ejemplo la endosimbiosis). Los efectos van desde el consumo de otro individuo (depredación, herbivoría o canibalismo), hasta el beneficio mutuo (mutualismo). Las interacciones pueden ser indirectas y son las que ocurren entre individuos y a través de intermediarios, como son los recursos compartidos o los enemigos comunes. Entre las interacciones biológicas, en este curso de Biología de Protistas y Hongos se estudiará la **simbiosis** (comensales, parásitas o mutualistas).

Simbiosis es una **interacción interespecífica**, estrecha y frecuentemente de larga duración. En 1869, el micólogo Anton de Bary (Paracer & Ahmadjian 2000) la definió como "los distintos que viven juntos". La definición de simbiosis es controversial entre los científicos, algunos consideran que debe referirse sólo a mutualismos persistentes, mientras que otros creen que debería aplicarse a cualquier tipo de interacción biológica (mutualista, comensalista o parasitaria) persistente. Actualmente, existe un cierto consenso en utilizar la definición de de Bary o una definición aún más amplia, definiendo la simbiosis como a toda interacción entre especies, contrapuesta a la definición restrictiva que la propone como sinónimo de mutualismo.

Entre las simbiosis **interespecíficas** se encuentran: a) el **mutualismo**, que es una relación en la que individuos de distintas especies se benefician; b) el **parasitismo**, en donde solo uno de los simbioses recibe los beneficios de la asociación, mientras que el otro se perjudica; y c) el

amensalismo, en donde tiene lugar la **competencia** y la **antibiosis**, caracterizándose la primera porque uno de los organismos prevalece sobre otro en la utilización de un recurso, mientras que la segunda ocurre cuando una especie actúa inhibiendo el crecimiento de la otra por medio de la secreción de una sustancia química antagónica. Además, los **parásitos** pueden ser **necrotróficos** (o **necrótrofos**), cuando matan a su hospedante mientras obtienen sus nutrientes, o **biotróficos** (o **biótrofos**) cuando lo parasitan sin matarlo. Los organismos que integran la simbiosis se denominan **simbiontes** y en general se acuerda en llamar **hospedante** al de mayor tamaño.

Algunas relaciones simbióticas son **obligadas**, en donde los simbiontes dependen totalmente uno del otro para sobrevivir. Por ejemplo, es el caso de muchos líquenes (formados por hongos y fotobiontes) en donde los simbiontes no pueden vivir de manera libre en la naturaleza. Otras interacciones pueden ser **facultativas**, en donde los organismos de la relación pueden o no coexistir.

La **endosimbiosis** es una relación simbiótica en la que un simbionte vive dentro de los tejidos del hospedante, ya sea dentro de las células o entre las mismas (extracelular). La **ectosimbiosis**, también denominada **exosimbiosis**, es aquella interacción en la que el simbionte vive sobre la superficie del hospedante, abarcando esto la superficie interior del tracto digestivo o los conductos de glándulas exócrinas. ***Para profundizar en este tema los alumnos podrán leer a Paracer & Ahmadjian (2000) y Cepero de García et al. (2012) que se detallan en la Bibliografía.**

Las interacciones biológicas **interespecíficas**, frecuentemente establecidas en la naturaleza por Protistas y Hongos, pueden ser de dos tipos: **simbióticas** y **no simbióticas**.

Simbióticas:

- **Comensalismo:** muchos Hongos *s.l.*, entre ellos Labyrinthulomycetes, son comensales de algas, mientras que algunos Hongos *s.s.* (Laboulbeniomycetes y Kickxellomycotina) lo son de artrópodos acuáticos y terrestres.
- **Líquenes:** son simbiosis mutualistas entre Hongos *s.s.* (Ascomycota y Basidiomycota) y algas (predominantemente verdes y verdes-azuladas).
- **Micofilas o endófitos del vástago:** son simbiosis entre las partes aéreas de las plantas o vástagos (tallos y hojas) y Fungi; en las **micofilas** los hospedantes son siempre pastos (Flia. Poaceae). Además, se denominan **endófitos fúngicos** en general a las simbiosis establecidas endofíticamente entre un amplio grupo de plantas y hongos.
- **Micorrizas:** son simbiosis entre las raíces de las plantas y hongos (**Fungi**); la mayoría de las plantas terrestres y los ecosistemas terrestres dependen de este tipo de mutualismo, en donde las plantas (**hospedantes**) fijan el carbono del aire y

los hongos micorrícicos (**simbiontes**), ayudan a sus hospedantes en la extracción del agua y nutrientes del suelo.

- **Parasitismo:** entre los Hongos *s.l.*, representantes de Entomophtoromycotina, Zoopagomycotina y algunos Mucoromycotina son parásitos de amebas, insectos, artrópodos en general y de otros Fungi; entre los Hongos *s.s.* (Ascomycota, Basidiomycota y Chytridiomycota), muchos son parásitos de plantas y animales (entre ellos la especie humana). También hay numerosos parásitos entre los Hongos *s.l.* (Myxomycota, Plasmodiophoromycota y Oomycota) y otros protistas como Apicomplexa, Euglenozoa (Kinetoplastida), Fornicata, etc. Entre los **parásitos** se encuentra un grupo muy estudiado por su interés práctico para el hombre: los **fitopatógenos**.
 - **Fitopatógenos:** organismos (en general microorganismos) que causan enfermedades en las **plantas** (alteran su metabolismo celular), debido a la secreción de enzimas, toxinas, fitoreguladores y otras sustancias y por la absorción de nutrientes del hospedante para su propio crecimiento. Algunos fitopatógenos pueden causar también enfermedades al crecer y multiplicarse en el xilema y en el floema de las plantas, lo que dificulta o impide el transporte de agua y nutrientes desde la raíz hacia las hojas o el flujo de savia desde las hojas hacia el resto de la planta. Los organismos fitopatógenos pueden ser nemátodos, bacterias, virus, protistas, hongos o moluscos y constituyen un caso particular de **parasitismo** (Agrios 1995). Asimismo, se denomina **Fitopatología** la ciencia que estudia estas interacciones interespecíficas.

No simbióticas:

- **Depredación (o “predación”):** es una de las relaciones entre poblaciones que implica el consumo de un organismo (presa) por parte de otro (predador), encontrándose la presa viva cuando el predador la ataca o caza (http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap04/04_07_01.htm). La depredación es una interacción muy importante en ecología ya que representa una ruta para el flujo de materia y energía en el ecosistema y es muy común en Ciliophora, Dinoflagellata y Euglenozoa heterótrofos que presentan adaptaciones morfo-fisiológicas para la captura de presas (Graham & Wilcox 2000, Lee 2008, <http://comenius.susqu.edu/biol/202/chromalveolata/alveolatae/ciliata/default.htm>).

EPIDEMIOLOGÍA

En el Diccionario de la Real Academia Española (<http://www.rae.es/>), la **epidemiología** se define como un término médico, como el “tratado de las **epidemias**” y éstas como “las enfermedades que se propagan durante algún tiempo por un país, acometiendo simultáneamente a gran número de personas”. Sin embargo, existe un concepto más amplio sobre esta ciencia que excede al ser humano e incluye también a otros organismos, tales como plantas y animales en general. En este sentido, la epidemiología es una disciplina científica que estudia la distribución, la frecuencia, los factores determinantes, la predicción y el control de los factores relacionados con la salud y con las distintas enfermedades existentes en poblaciones humanas; también estudia los mismos aspectos en los padecimientos que afectan la salud del ganado (**epidemiología veterinaria**), de cualquier animal (**epidemiología zoológica**) y de las plantas (**epidemiología botánica**), estando esta última íntimamente relacionada con la **ecología**.

En epidemiología se estudia y describe la salud y las enfermedades que se presentan en una determinada población, teniendo en cuenta los patrones de las enfermedades que se basan en tres factores fundamentales: **tiempo**, **lugar** y **persona** (en sentido amplio, el **hospedante**). Así, se considera el **tiempo** que tarda en surgir una enfermedad, la época o estación del año en la que aparece y cuándo es más frecuente; el **lugar** (ciudad, población, país, zona biogeográfica, etc.) en donde se presentan los casos; y las **personas/hospedantes** más propensos a padecerla (niños, ancianos, plántulas, árboles adultos, juveniles, larvas, etc.).



Figura 10. Esquema del triángulo epidemiológico causal de las enfermedades.

La **epidemiología** debe su nombre al estudio de las epidemias de enfermedades infecciosas. En el siglo XX los estudios epidemiológicos se extendieron a las enfermedades y problemas de salud

en general, analizados mediante diversos métodos como la demografía y la estadística. Además, forman parte de estos estudios la delimitación y conocimiento exhaustivo del denominado “**triángulo epidemiológico causal**” de las enfermedades, cuyos vértices son el **medio ambiente**, los **agentes causales** o **etiológicos** y el **hospedante** o **huésped** (Figura 10). Un cambio en cualquiera de estos tres componentes alterará el equilibrio existente entre los organismos involucrados (**hospedante** y **patógeno**) y su ambiente, y podrá aumentar o disminuir la frecuencia y los efectos nocivos de la enfermedad. Por lo tanto, estos tres componentes se pueden llamar **factores causales** o **determinantes** de la enfermedad. Sumado a la “pérdida del equilibrio” producida por los cambios en los “vértices” del triángulo epidemiológico, se encuentra el factor “**tiempo**” que también influye modificando a cada uno de los componentes de las enfermedades. ***Para profundizar en este tema, los alumnos realizarán los TPs de Aula que el Profesor Responsable entregará en las clases respectivas y podrán leer sobre enfermedades microbianas causadas por *Giardia*, *Trichomonas*, *Leishmania* y *Trypanosoma* en Basualdo et al. (2006), Sadava et al. (2009) y Tortora et al. (2007) que se detallan en la Bibliografía.**

Bibliografía:

- Agrios, G.N. 1995. Fitopatología. 2ª. Ed. México, Uthea. 838 págs.
- Adl, S. M., A. G. Simpson, M. A. Farmer, R. A. Andersen, O. R. Anderson, J. R. Barta, S. S. Bowser, G. Brugerolle, R. A. Fensome, S. Fredericq, T. Y. James, S. Karpov, P. Kugrens, J. Krug, C. E. Lane, L. A. Lewis, J. Lodge, D. H. Lynn, D. G. Mann, R. M. McCourt, L. Mendoza, O. Moestrup, S. E. Mozley-Standridge, T. A. Nerad, C. A. Shearer, A. V. Smirnov, F. W. Spiegel, M. F. Taylor. 2005. The new higher level classification of Eukaryotes with emphasis on the taxonomy of Protists. *J Eukaryot. Microbiol.* 52: 399-451.
- Adl, S. M., A. G. Simpson, C. E. Lane, J. Lukeš, D. Basse, S. S. Bowser, M. Brown, F. Burki, M. Dunthorn, V. Hampl, A. Heiss, M. Hoppenrath, E. Lara, L. leGall, D. H. Lynn, H. McManuso, E. A. D. Mitchell, S. E. Mozley-Stanridge, L. Wegener Parfrey, J. Pawlowski, S. Rueckert, L. Shadwick, C. Schoch, A. Smirnov, F. W. Spiegel. 2012. The revised classification of eukaryotes. *J Eukaryot Microbiol.* 59(5): 429-514.
- Basualdo, J.A., C. E. Coto, R.A. de Torres. 2006. Microbiología Biomédica. Bacteriología, micología, virología, parasitología, inmunología. 2ª Ed. Atlante Argentina, Buenos Aires.
- Campbell, N. A. & J. B. Reece. 2007. Biología. 7ª Ed. Médica Panamericana. Madrid. 1392 págs.
- Cepero de García, M. C., S. Restrepo Restrepo, A. E. Franco-Molano, M. Cárdenas Toquica, N. Vargas Estupiñán. 2012. Biología de Hongos, 520 págs. Universidad de los Andes, Colombia.
- Cocucci, A. E. & A. T. Hunziker. 1994. Los Ciclos Biologicos en el Reino Vegetal. 2ª Ed. Academia Nacional de Ciencias Córdoba. 99 págs.

- Lane, C. L. & J. M. Archibald. 2008. The eukaryotic tree of life: endosymbiosis takes it TOL. *Trends Ecol. Evol.* 23: 268-275.
- Mable, B. K. & S. P. Otto. 1998. The evolution of life cycles with haploid and diploid phases. *Bio Essays* 20: 453-462.
- Magurran, A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ed. Vedral. Barcelona.
- Margulis, L. 2004. Serial endosymbiotic theory (SET) and composite individuality. Transition from bacterial to eukaryotic genomes. *Microbiology Today* 31: 172-174.
- Paracer, S., & V. Ahmadjian. 2000. Symbiosis. Oxford University Press, Reino Unido. 291 págs.
- Sadava, D., H. Heller, G. Orians, W. Purves, D. Hillis. 2009. Vida. La Ciencia de la Biología. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 1245 págs.
- Systematic Biology. <http://comenius.susqu.edu>
- Tortora, G. J., B. R. Funke, C. L. Case. 2007. Introducción a la Microbiología. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina.
- Tree of life proyect. <http://tolweb.org>
- Vargas, P. & R. Zardoya. 2013. El Árbol de la Vida: sistemática y evolución de seres vivos, Madrid. 597 págs.
- Woese, C., O. Kandler, M. Wheelis. 1990. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proc Natl Acad Sci USA* 87 (12): 4576-4579.
- Whittaker, R. 1969. New Concepts of Kingdoms of Organisms. *Science* 163(3863): 150-160.

SISTEMÁTICA Y TAXONOMÍA DE LOS GRUPOS ABORDADOS EN ESTE CURSO:**Dominio Eukarya**Supergrupo **Excavata**

Discicristata

Euglenozoa

División Euglenophyta

Phylum Kinetoplastida

Heterolobosea

Phylum Acrasiomycota (= Acrasida)

Euexcavata

Phylum Fornicata (= Eopharyngia)

SAR (Stramenopila+ Alveolata+ Rhizaria):Supergrupo **Chromoalveolata**

Alveolata

Phylum Dinophyta (= Dinoflagelata)

Phylum Ciliophora

Phylum Apicomplexa

Stramenopila/Heterokonta

División Heterokontophyta (= Ochrophyta)

Phylum Oomycota

Phylum Hyphochytridiomycota

Phylum Labyrinthulomycota (= Labyrinthulae)

Supergrupo **Rhizaria**

Cercozoa

Endomyxa

Phylum Plasmodiophoromycota (= Plasmodiophorida)

Supergrupo **Amoebozoa**

Conosea

Phylum Myxomycota (= Mycetozoa)

Supergrupo **Opisthokonta**

Reino Fungi

Phylum Chytridiomycota

Phylum Blastocladiomycota

Phylum Neocallimastigomycota

Phylum Glomeromycota

Mucoromycotina *incertae sedis*

Subreino Dikarya

Phylum Ascomycota

Subphylum Taphrinomycotina

Subphylum Saccharomycotina

Subphylum Pezizomycotina
Phylum Basidiomycota
Subphylum Pucciniomycotina
Subphylum Ustilagomycotina
Subphylum Agaricomycotina
Agaricomycetes incertae sedis

TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

GENERALIDADES

Objetivos:

- Poner en contacto a los alumnos con la metodología y la bibliografía específica para el estudio morfológico, anatómico y taxonómico de los organismos que constituyen los distintos grupos de protistas autótrofos o heterótrofos y hongos.
- Desarrollar en los alumnos la capacidad de observación (macro- y microscópica) de los grupos estudiados y familiarizarlos con el uso de instrumentos ópticos que les permitan su estudio.
- Conocer y llevar a la práctica el uso de las herramientas taxonómicas (claves dicotómicas) que les permitan determinar los materiales estudiados.
- Iniciar a los alumnos en el dibujo biológico, científico, que les permita plasmar los caracteres diagnósticos de los organismos de los grupos estudiados.

Materiales y Métodos:

Para desarrollar correctamente los Trabajos Prácticos de Laboratorio los alumnos deberán presentarse al Laboratorio con guardapolvo, hojas blancas lisas (sueltas o encuadernadas), lápiz negro (HB o portaminas 0.5 HB), goma de borrar, 2 ó 3 agujas de disección, hojas de afeitar y papel absorbente.

Los materiales a analizar durante el trabajo práctico corresponden a colecciones didácticas de la Cátedra y material fresco.

Actividades:

Con los materiales que les faciliten los docentes a cargo, los alumnos deberán:

- A.- Observarlos macro y microscópicamente, dibujarlos y rotularlos.
- B.- Determinarlos taxonómicamente.
- C.- Elaborar y entregar un informe.

Elaboración del Informe:

El Informe del Trabajo Práctico (TP) tiene como finalidad iniciar a los alumnos en la práctica de la redacción de textos científicos y deberá constar de:

a- Título: nombre del TP correspondiente y grupo de organismos analizados en el mismo.

b- Autor o Autores: nombre completo del alumno o alumnos (elaboración grupal), según dispongan los docentes a cargo de los TPs de Laboratorio.

c- Introducción: breve marco teórico sobre el tema abordado en el TP respectivo, citando la bibliografía consultada a lo largo del texto. En el último párrafo de la Introducción se deben incluir los objetivos del TP.

d- Materiales y Métodos: se explicitarán los elementos utilizados para estudiar los organismos del TP a informar y la metodología aplicada para ello.

e- Resultados: se presentarán los dibujos debidamente rotulados de los materiales estudiados, con la indicación de los aumentos utilizados para su observación en lupa o microscopio, su posición taxonómica y una clave dicotómica que permita separar los organismos analizados.

f- Discusión y Conclusiones: cuando fuere pertinente, se incluirá en este ítem una breve discusión y/o conclusiones sobre la actividad realizada.

g- Bibliografía: se consignarán todas las referencias bibliográficas citadas en el texto. El formato de las citas bibliográficas será el mismo que se utiliza en el ítem Bibliografía de este Manual (ver Bibliografía en Introducción teórica y en cada TP).

Condiciones para la aprobación de los Trabajos Prácticos de Laboratorio:

Para aprobar los Trabajos Prácticos de Laboratorio los alumnos deberán aprobar los Informes respectivos. El promedio obtenido de las notas de los Informes más una nota de concepto del alumno constituirán la nota final de Prácticos de Laboratorio.

TRABAJOS PRÁCTICOS DE AULA

GENERALIDADES

Objetivos:

- Poner en contacto a los alumnos con la metodología y la bibliografía específica para el estudio morfológico, anatómico y taxonómico de los organismos que constituyen los distintos grupos de protistas autótrofos o heterótrofos y hongos.
- Desarrollar en los alumnos la capacidad de la lectura y el análisis críticos de la información disponible sobre de los grupos abordados en este curso, familiarizándolos con la bibliografía científica.
- Iniciar a los alumnos en la práctica de la redacción de textos científicos mediante la elaboración de **Informes** escritos.
- Promover y estimular en los alumnos la expresión escrita y oral, propia del ámbito de las Ciencias Biológicas, mediante exposiciones y haciendo uso de medios digitales y/o audiovisuales.
- Generar discusión e intercambio de opiniones sobre la temática abordada.

Materiales y Métodos:

Para desarrollar correctamente los **Trabajos Prácticos de Aula** los alumnos deberán realizar las actividades propuestas por el docente responsable durante los Teóricos y Prácticos de Aula.

Actividades:

- Con los materiales que les faciliten/indiquen los docentes a cargo, los alumnos deberán:
- A.- Responder cuestionarios, que se encuentran al final de cada TP de este Manual.
 - B.- Realizar Trabajos Prácticos de Aula, cuyas consignas serán indicadas por el profesor responsable durante las clases teóricas del curso.
 - C.- Elaborar y entregar un informe de cada Práctico de Aula.

Elaboración del Informe: el Informe de cada Trabajo Práctico de Aula se elaborará siguiendo las mismas indicaciones detalladas anteriormente para los Trabajos Prácticos de Laboratorio.

Condiciones para la aprobación de los Trabajos Prácticos de Aula: para aprobar los TPs de Aula los alumnos deberán aprobar los Informes respectivos. El promedio obtenido de las notas de los Informes constituye la nota final de Prácticos de Aula.

Cuestionarios: al finalizar la Introducción teórica de cada TP de este Manual, se encuentra el Cuestionario en la temática. Para responderlo, los alumnos deberán consultar la bibliografía consignada en el TP respectivo y las referencias en el tema citadas por el profesor responsable. Las respuestas se discutirán durante las clases teóricas.

IMPORTANTE: los contenidos de los **Trabajos Prácticos de Aula** y los **Cuestionarios** son **evaluados** en los **Parciales Teóricos** de este curso.

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 1: NORMAS DE SEGURIDAD

Objetivos:

- Poner en contacto a los alumnos con las normas de seguridad requeridas en la ejecución de los trabajos prácticos de campo y laboratorio.
- Familiarizar a los alumnos con el uso los elementos de seguridad disponibles en el aula y en el laboratorio.
- Conocer y llevar a la práctica los métodos y medios que preserven la seguridad de los alumnos durante el cursado de la materia.

Introducción Teórica:

En la actualidad, la seguridad laboral es uno de los principales requisitos para el funcionamiento legal tanto de empresas como entidades e instituciones públicas y privadas. Por ello, a partir del año 2005, la Universidad Nacional de San Luis puso en marcha la Unidad de Gestión de Riesgos (UGR). Por intermedio de ella, la institución propone la planificación de estrategias para reducir o eliminar los niveles de riesgo en cualquiera de los centros universitarios.

La Unidad de Gestión de Riesgos tiene como finalidad capacitar a los integrantes de la comunidad para que puedan actuar de manera preventivamente en determinadas situaciones y modificar las condiciones adversas existentes en sus lugares de trabajo.

Actividades a desarrollar:

- 1.- El trabajo práctico constará de una parte teórica con una introducción breve en la que se explicarán los posibles riesgos durante la manipulación de materiales en el laboratorio, en el campo, etc.
- 2.- Se indicará a los alumnos la ubicación y modo de empleo de las salidas de los distintos lugares y extinguidores, botiquín de primeros auxilios, etc., disponibles en el ámbito de trabajo.
- 3.- Los alumnos accederán en la página web de la UNSL al sitio de la UGR y allí consultarán las normas de seguridad vigentes (<http://www.ugr.unsl.edu.ar/normas.htm>) para los distintos ámbitos de trabajo.

- 4.- Los alumnos observarán los lugares de trabajo y realizarán una comparación entre "lo observado" y "lo esperado" en lo referido a normas de seguridad en el aula/laboratorio.
- 5.- Los alumnos elaborarán un informe conjuntos sobre el trabajo realizado.

Bibliografía:

- Unidad de Gestión de Riesgos UNSL (<http://www.ugr.unsl.edu.ar/>)
- Normas de seguridad. UGR-UNSL (<http://www.ugr.unsl.edu.ar/normas.htm>)

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 2: EXCAVATA, EUGLENOZOA Y CHROMOALVEOLATA, DINOPHYTA, CILIOPHORA Y APICOMPLEXA

Introducción Teórica

Excavata

Grupo propuesto en base a caracteres morfológicos y filogenias moleculares, en la actualidad se discute la monofilia de este grupo. Organismos morfológica y metabólicamente muy diversos. Unos de vida libre, autótrofos o herótrofos, otros parásitos. Presentan una ranura de alimentación. Los autótrofos presentan cloroplastos derivados de una endosimbiosis secundaria con un alga verde. Agrupados en 2 reinos: **Discicristatae**, que contiene a los Euglenidos y Kinetoplastidos (*Eunglenas*, *Phacus* y *Trypanosoma*), y **Euexcavatae**, que agrupa Diplomonas (*Giardia*) y Parabasalidos (*Trichomonas*), entre otros.

Discicristatae

Se caracterizan por poseer crestas mitocondriales discoideas, cuerpos basales o kinetosomas pares y ubicados en forma paralela. Ciclos biológicos complejos, con diversas estructuras de reproducción asexual, reproducción asexual desconocida. Contiene al clado Euglenozoa.

Euglenozoa

Grupo monofilético de organismos unicelulares flagelados. Pueden ser predadores, parásitos o fotoautótrofos. Contiene a los "subgrupos" Euglenida o Euglenophyta (que agrupa a los organismos fotosintéticos cuyo cloroplasto deriva de una endosimbiosis secundaria con un alga verde) y Kinetoplastida que agrupa sólo a organismos parásitos.

Euglenida (=Euglenophyta)

Algas unicelulares flageladas, heterótrofas (saprofíticas, depredadoras o parásitas) y fotoautótrofas (Figuras A y B). Pigmentos fotosintéticos: clorofila a y b, entre los carotenos el β es el más frecuente y xantofilas (diadinoxantina). La sustancia de reserva es paramilo (polímero de β 1-3 glucano). Carecen de pared celular, aunque pueden poseer una película proteica por dentro de la

membrana plasmática o una lórica por fuera (en los géneros *Ascoglena*, *Strombomonas* y *Trachelomonas*), constituida por mucílago e impregnada con minerales de Fe y Mn. Son solitarios (cuando pierden él o los flagelos secretan abundante mucílago y pasan al estado palmeloide) o coloniales. Cuando las condiciones ambientales son adversas forman quistes de resistencia o cistes, rodeándose de grandes cantidades de mucílago (polisacáridos y/o glucoproteínas), producido en los mucocistes. Sus células son eucarióticas, con mesocarion (no poseen nucléolo sino un nucleosoma o centrosoma sobre la membrana nuclear, los cromosomas están siempre condensados y durante la división celular no se desorganiza la membrana nuclear). Pueden tener 1, 2, 3 o más flagelos; si presentan un solo flagelo este es pantonemático y si son 2 o más, uno es pantonemático y los otros acronemáticos y anisocontos (uno dirigido hacia delante y otro hacia atrás) y están insertos en el fondo de una depresión anterior, la fosa vestibular. La fosa vestibular está formada por el reservorio, el citostoma y la citofaringe. Presentan vacuolas contráctiles generalmente cercanas al reservorio, las que pueden faltar en las especies marinas. Las células no flageladas pueden sufrir metabolia (sucesivos cambios de tamaño y forma). El sistema fotosensible está constituido por dos estructuras: el estigma o mancha ocular, citoplasmática y ubicada en la base del flagelo, de coloración rojo anaranjado (formado por los carotenoides astaxantina y/o equinenona) y el cuerpo paraflagelar, ensanchamiento de al menos uno de los flagelos, cuya respuesta fotosensible se debe a flavinas. Los cloroplastos (1 o varios por célula) presentan los tilacoides agrupados de a 3, no forman grana, están rodeados por una única membrana del retículo endoplasmático y sus formas puede ser variadas (discoides, estrellados, etc.). Los pirenoides pueden ubicarse dentro o fuera del cloroplasto o estar ausentes (*Phacus*). Reproducción asexual por división longitudinal. Reproducción sexual desconocida. Habitan mayoritariamente en agua dulce y, en particular, estanques con alto contenido de materia orgánica (pueden colorear el agua de rojo por “floraciones”), siendo por ello bioindicadores de contaminación. Comprende una Clase: Euglenophyceae. Órdenes: Heteronematales, Eutreptiales, Euglenales.

Euglenophyta

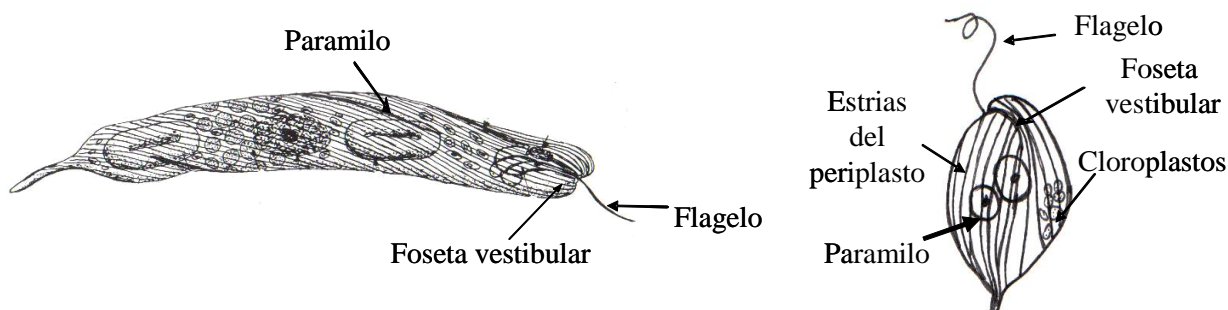


Figura A. Hábitos comunes en Euglenophyta.

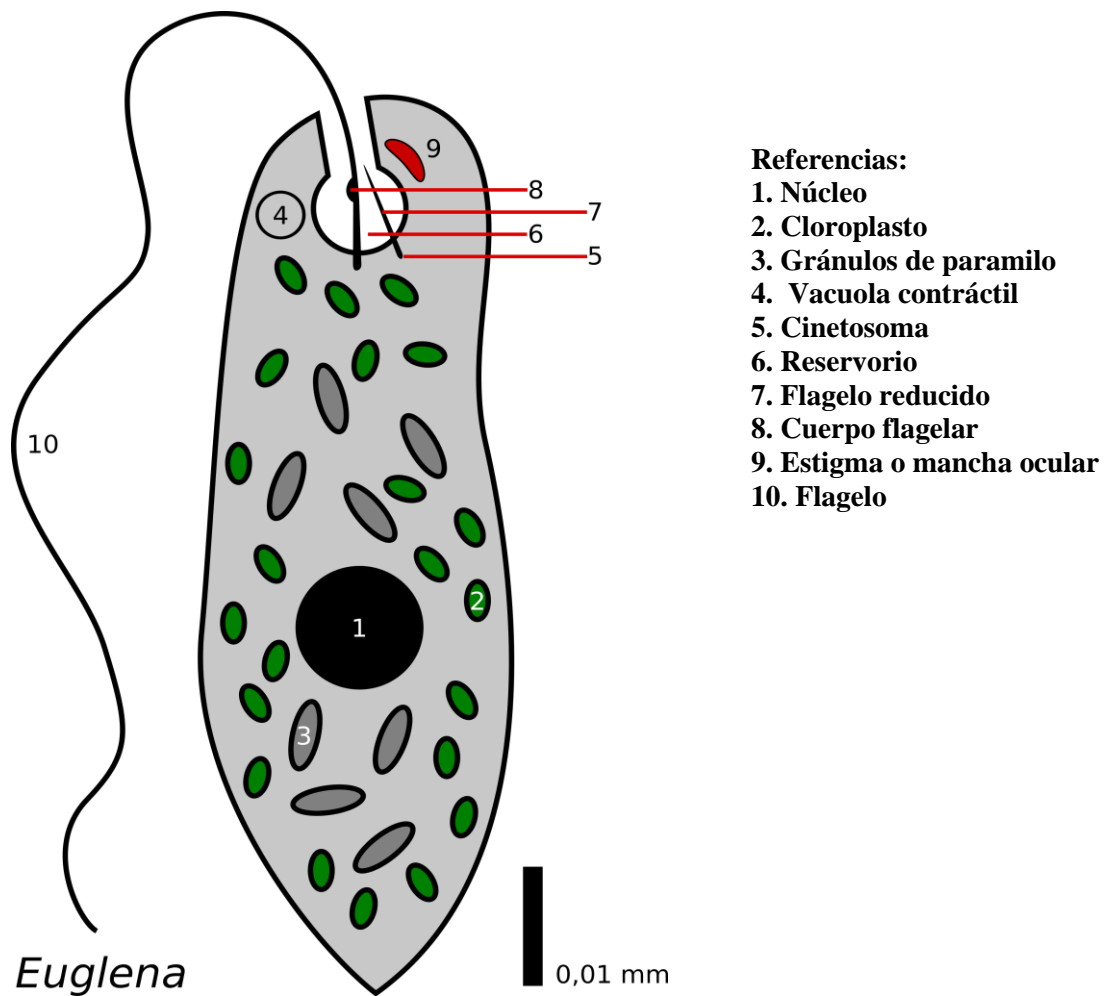
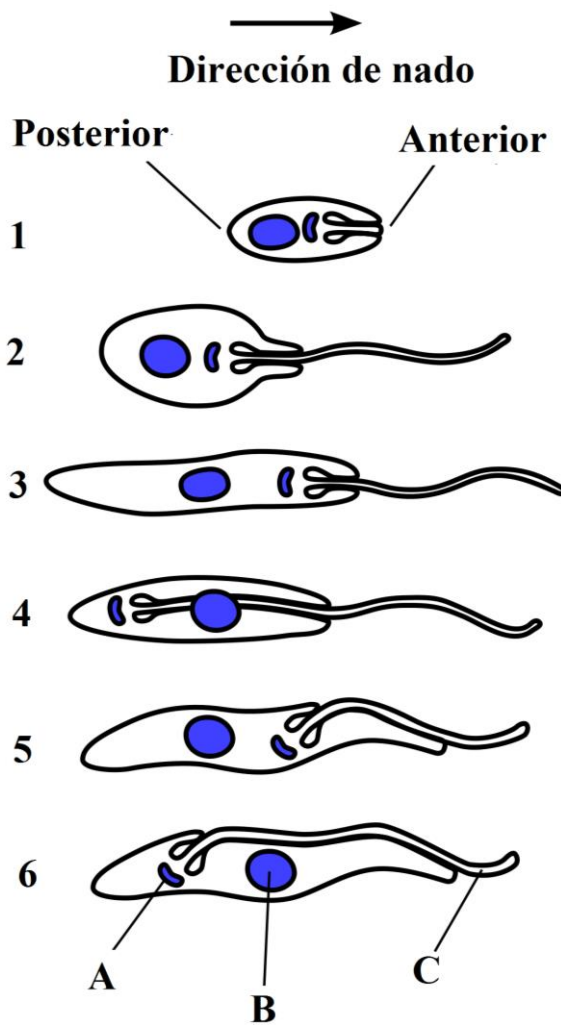


Figura B. Esquema de Euglenophyta mostrando las estructuras típicas del grupo.

Kinetoplastida

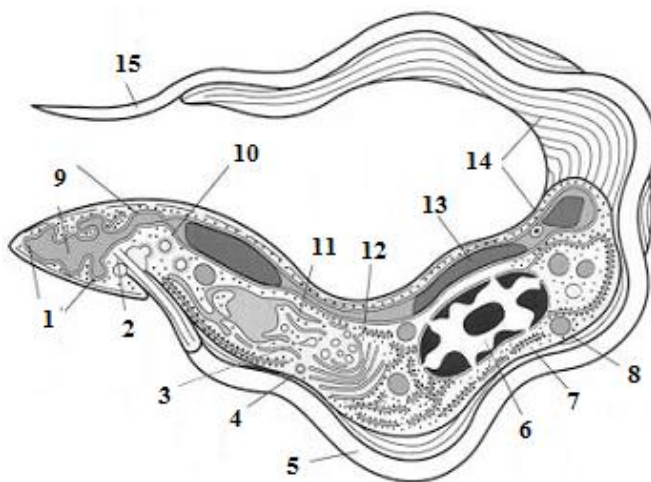
Parásitos obligados. Importantes por que causan patologías en humanos tales como la enfermedad del sueño, chagas y leishmaniasis. Durante su ciclo de vida presentan diferentes estadios morfológicos (es decir, son polimórficos) que se diferencian por la presencia o ausencia de flagelo y su posición relativa con respecto al núcleo (Figura C). Presentan kinetoplastidos. El tamaño y forma de la mitocondria puede variar en estos organismos dependiendo de la etapa del ciclo biológico en la que se encuentre el organismo. En base a caracteres morfológicos se han identificado dos grupos monofiléticos, Bodonomida y Trypanosomatida, estudios filogenéticos con datos moleculares han establecido la existencia de la subclase Prokinetoplastina. A este Phylum pertenece el parásito humano *Typanosoma cruzi*, agente causal del mal de chagas (Figura D).



Referencias:

- 1. Amastigota
- 2. Coanomastigota
- 3. Protomastigota
- 4. Opisthomastigota
- 5. Epimastigota
- 6. Tripanomastigota
 - A. Cinetoplástico
 - B. Núcleo
 - C. Flagelo

Figura C. Estadios morfológicos por los que pasa un representante de Kinetoplastida durante su desarrollo, los distintos estadios se diferencian por la presencia o ausencia de flagelo y su posición relativa con respecto al núcleo.



Referencias:

- 1. Laberinto mitocondrial
- 2. Cuerpo basal
- 3. Reservosoma
- 4. Lisosoma
- 5. Membrana ondulante
- 6. Núcleo
- 7. Retículo endoplásmico rugoso
- 8. Glicosoma
- 9. Cinetoplástico o Kinetoplástico
- 10. Pinosoma
- 11. Secuencia proteínica del Retículo
- 12. Aparato de Golgi
- 13. Cristal mitocondrial
- 14. Microtúbulos peliculares
- 15. Flagelo libre

Figura D. Esquema de *Trypanosoma* indicando las estructuras características.

Euexcavata

El carácter que define este grupo incluye la presencia de múltiples flagelos asociados con el núcleo y la fosa vestibular o invaginación de la membrana (“ranura o excavadura”) que les permite la alimentación por fagocitosis característica de los organismos del supergrupo Excavata, de allí el nombre de este clado (Euaxavatae o “verdaderos” Excavata). Parásitos de distintos organismos, incluidos los humanos, entre los que se destacan Diplomonadas (*Giardia*) y Parabasalidos (*Trichomonas*). Incluye los Phyla Carpediemonada, Jakobada, Eopharyngia, Metamonada y Parabasala.

Clave dicotómica de Euglenophyta:

1. Células encerradas en una lóricas

2. Lóricas formadas por agregación de partículas; generalmente con una prolongación en el extremo distal

Strombomonas

2'. Lóricas formadas por deposición de sales, sin agregación de partículas; pueden presentar ornamentaciones diversas (espinas, dientes, etc.)

Trachelomonas

1'. Células desnudas, sin lóricas

3. Células generalmente metabólicas, con sección transversal circular

Euglena

3'. Células no metabólicas, con sección transversal aplanada o triangular

Phacus

Listado de materiales disponibles:

Clase Euglenophyceae

Ord. Euglenales

Fam. Euglenaceae

1. *Euglena* sp.

2. *Phacus* sp.

Chromoalveolata

Grupo polifilético. Organismos de formas y metabolismos muy diversos. Formado por la unión de los grupos Alveolata y Stramenopila/Heterokonta, conjuntamente con Rhizaria constituyen el **SAR** (Stramenopila, Alveolata y Rhizaria) (Adl *et al.* 2012).

Alveolata

Grupo monofilético que incluye organismos unicelulares, predadores, fotoautótrofos y parásitos. Poseen sistema de sacos membranosos situados por debajo de la envoltura celular (denominados alvéolos) y presentan crestas mitocondriales tubulares. Los organismos fotoautótrofos presentan cloroplastos adquiridos mediante endosimbiosis secundaria con un alga verde. Contiene a los grupos Dinophyta, Ciliophora y Apicomplexa.

Dinophyta

Algas unicelulares solitarias o agregadas, ocasionalmente filamentosas; fotoautótrofas y heterótrofas (endosimbióticas, saprofíticas, depredadoras o parásitas). Pigmentos fotosintéticos: clorofila a y c₂ (a veces c₁); α , β y γ carotenos, xantofilas (la fucoxantina es la más frecuente) y carotenoides (peridinina y neoperidinina). La sustancia de reserva es almidón. Carecen de pared celular, aunque pueden presentar una estructura particular, el anfiesma: conjunto de vesículas ubicadas debajo de la membrana plasmática que pueden o no contener una o numerosas láminas celulósicas que conforman las placas tecales y éstas en su conjunto, la teca (Figura E). Organismos aflagelados o flagelados; estos últimos poseen 2 flagelos que pueden ser similares y estar ubicados en un extremo de la célula (desmocontos) o ser distintos y emerger en una zona intermedia de la célula (dinocontos). En estos últimos uno de los flagelos es longitudinal, ubicado en una hendidura o canal flagelar (sulco) y el otro es transversal y está en el cíngulo, canal que delimita por encima al epicono y por debajo al hipocono. Sus células son eucarióticas con mesocarion o dinocarion. Una estructura típica es la púsula (1 ó 2 por célula) formada por numerosas invaginaciones de la membrana plasmática, de aspecto sacciforme, que se abre por un poro al canal flagelar, con funciones de osmorregulación. Poseen distintas estructuras de defensa: tricocistes, nematocistes y mucocistes, presumiblemente involucrados en mecanismos de escape y respuesta a cambios ambientales. Los cloroplastos presentan los tilacoides agrupados de a 3 y están rodeados por una única membrana del retículo endoplasmático, sin asociarse a la membrana nuclear. Los pirenoides pueden estar presentes o no y en la mitad de las especies se encuentran dentro del cloroplasto; el almidón se acumula en gránulos en el citoplasma. Son organismos fotosensibles, se orientan hacia la luz; algunos, generalmente dulceacuícolas, captan el

estímulo por medio de la mancha ocular (formada por gúttulas de carotenoides agrupadas en el citoplasma o en el cloroplasto), que en las especies predadoras sésiles llega al máximo de complejidad denominándose ocelo. Reproducción asexual por mitosis y zoósporas (dinósporas). Cuando las condiciones ambientales adversas forman quistes de resistencia o cistes (hipnósporas). Reproducción sexual por isogamia y anisogamia; homotálicos o heterotálicos; presentan ciclos vitales con meiosis zigótica o gamética y los cigotos son móviles (planozigotos), al menos en los primeros estadios, luego pueden enquistarse y perder los flagelos. Habitan en agua dulce y marina, preferentemente tropicales y en simbiosis (zooxantelas) con Cnidarios (medusas, pólipos), algunos saprofitos, depredadores o parásitos (generalmente de algas, peces y moluscos). Son bioluminiscentes y causantes de hematotalasia. Comprende una Clase: Dinophyceae. Órdenes: Dinophysales, Gymnodiales, Peridinales, Prorocentrales.

Dinophyta

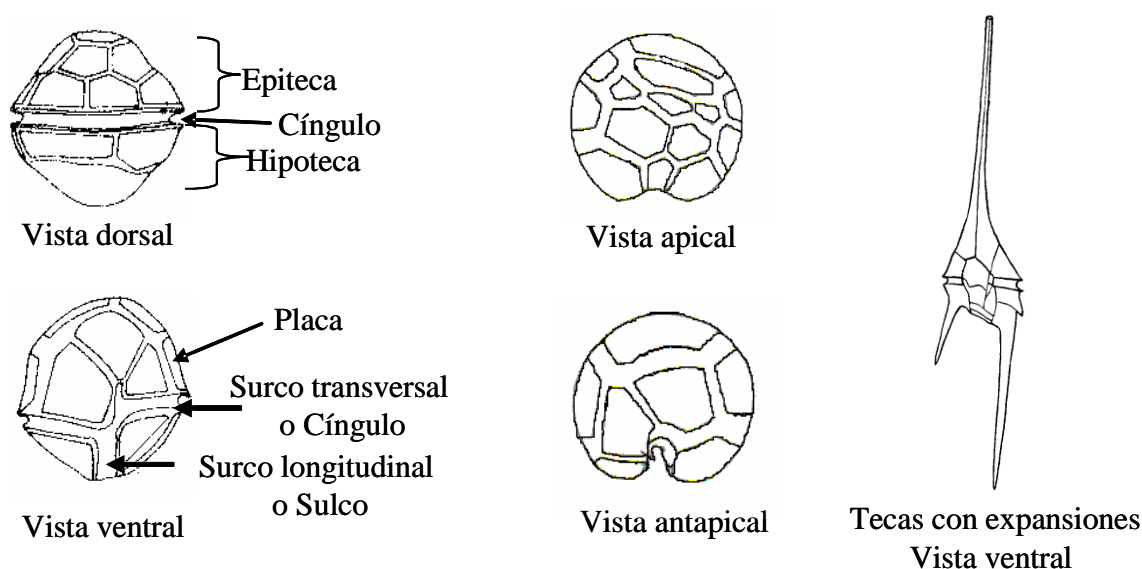


Figura E. Hábitos presentes en Dinophyta. Los esquemas representan las vistas dorsal, ventral, apical y antapical de los dinoflagelados autótrofos, señalando las estructuras y partes que conforman la cubierta celular.

Ciliophora

Grupo de organismos unicelulares heterótrofos muy comunes y altamente diversos. Generalmente predadores, algunos son simbioses mutualistas, comensales o parásitos de animales. Presentan dimorfismo nuclear con un micronúcleo diploide y un macronúcleo poliploide. Se reproducen por conjugación. Poseen cilios y una estructura subyacente formada por los cuerpos basales y las raíces flagelares que en conjunto se denomina cinetosoma. Además, algunos grupos se caracterizan por la disposición de los cilios en hileras, distribuidas a lo largo del talo denominadas

kineties o cinetias que se mueven coordinadamente. Otra característica de estos organismos es la presencia de citostoma, surco oral, citofaringe y un citoprocto o poro anal (Figura F). Se dividen en dos Subphyla: **Intramacronucleata**, con 9 clases: Phallophyringia, Nassophorea, Oligohymenophora, Plagiopylea, Protostomatea, Colpodea, Spirotrichea, Litostomatae y Armophorea, y **Postciliodesmatophora** que contiene a las clases Heterotrichea y Karyorelictea.

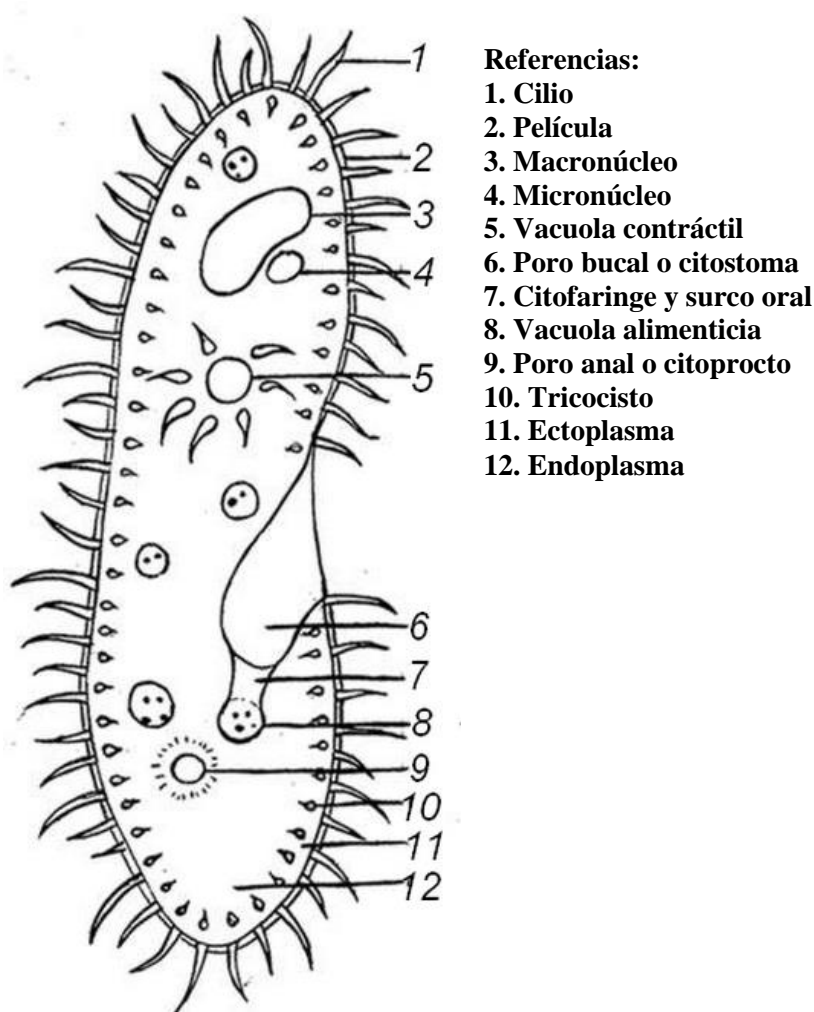


Figura F. Esquemas de un ciliado típico señalando sus estructuras características.

Apicomplexa

Este grupo contiene un gran número de organismos parásitos de vertebrados (incluidos humanos) e invertebrados. Son organismos complejos, con una gran diversidad de formas según el género y la etapa del ciclo biológico en el que se encuentren. Se caracterizan por la presencia del complejo apical (que consiste en una serie de ultraestructuras) y por sus cambios funcionales durante la fase infecciosa, entre los que se destacan el desplazamiento del núcleo y las mitocondrias hacia el extremo posterior de la célula y la aparición de roptrías, micronomas y gránulos densos. Presentan apicoplastos, orgánulo remanente de un plastidio sin funciones fotosintéticas, que induce a pensar que estos organismos habrían evolucionado a partir de ancestros fotoautótrofos de vida libre (Figura G). El ciclo de vida consiste en una serie de reproducciones sexuales y asexuales que pueden tener lugar en uno o más hospedantes diferentes. A lo largo del ciclo biológico atraviesan 4 etapas: cigoto, esporozoito, merozoito y estadios gaméticos. Entre los más estudiados podemos citar a *Plasmodium spp.* (Causantes de la malaria) y *Toxoplasma gondii* (responsable de la toxoplasmosis). El phylum Apicomplexa contiene tres grupos: Coccidia (=Coccidia, Hemogregarinos), Gregarina (= Gregarinos) y Hematozoa (= parásitos de sangre, que causan la malaria).

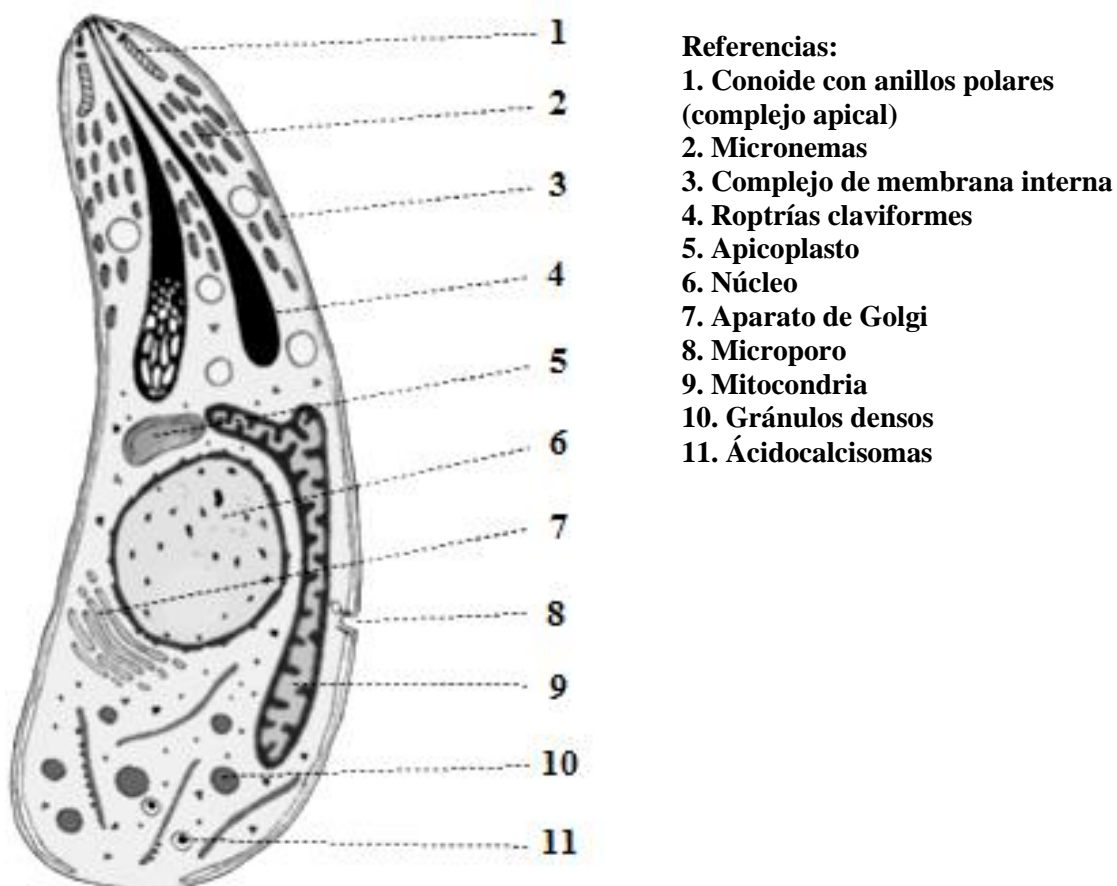


Figura G. Esquema de Apicomplexa con sus estructuras (tomado de TOL).

Clave dicotómica de Dinophyta:

1. Células con teca

2. Placas tecaes con expansiones en forma de cuernos

Ceratium

2'. Placas tecaes sin expansiones

Peridinium

1'. Células sin teca

3. Flagelo transversal en la parte media de la célula

Gymnodinium

3'. Flagelo transversal anterior

Amphidinium

Listado de materiales disponibles:

Clase Dinophyceae

Ord. Peridinales

Fam. Peridiniaceae

1. *Peridinium* sp.

Fam. Ceratiaceae

2. *Ceratium* sp.

Clase Kinetoplastea

Ord. Kinetoplastida (= Trypanosomatida)

Trypanosoma cruzi

Clase Oligohymenophorea

Ord. Peniculida

Fam. Parameciidae

Paramecium sp.

Cuestionario:

1 - ¿Qué pigmentos caracterizan a cada División?.

2 - ¿Qué hábitos caracterizan a estas divisiones?.

- 3 - ¿Cómo está formado el sistema flagelar en Apicomplexa, Ciliophora, Euglenophyta y Dinophyta?.
- 4 - ¿Poseen pared celular los miembros de estas Divisiones?. Explique.
- 5 - ¿Cómo es la reproducción en estos grupos?.
- 6 - Defina: apicoplasto, paramilo, mesocarion, desmocontos, cíngulo, epicono, sulco, hipnósporas, púsula, zooxantelas, ocelo, citoprocto, macronúcleo, micronúcleo, conjugación.
- 7 - ¿En qué hábitats se encuentran estos organismos?.
- 8 - ¿Qué es la hematotalasia y cuáles son sus consecuencias para el hombre?.
- 9 - ¿Qué es la metabolia y en qué grupo ocurre?.
- 10 - ¿Cómo se nutren los organismos pertenecientes a estos grupos?.
- 11 - ¿Cuál División es útil como bioindicador y por qué?.
- 12 - ¿Qué función cumple una vacuola contráctil y quiénes la presentan?.

Bibliografía:

- Archibald, J. M. 2009. The puzzle of plastid evolution. *Current Biology* 19: DOI 10.1016/j.cub.2008.11.067.
- Baldauf, S. L. 2008. An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. *Journal. Syst. & Evol.*46: 263-273.
- Bold, H. C. & J. Wynne. 1985. Introduction to the Algae. Prent. Hall, Inc. N. J. 720 págs.
- Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona. 1244 págs.
- Graham, L. E. & L. W. Wilcox. 2000. Algae. Ed. Prentice-Hall, USA. 640 págs.
- Lane, C. L. & J. M Archibald. 2008. The eukaryotic tree of life: endosymbiosis takes it TOL. *Trends Ecol. Evol.* 23: 268-275.
- Lee, R. E. 1999. Phycology. 3th Ed. Cambridge University Press, UK. 614 págs.
- Lee, R. E. 2008. Phycology. 4th Ed. Cambridge University Press, UK. 547 págs.
- Prescott, G. W. 1982. Algae of the Western Great Lakes Area. Ed. O. Koeltz Sc. Pub. W. Germany. 977 págs.
- Tracanna, B. 1985. Algas del Noroeste Argentino (excluyendo a las Diatomophyceae). *Opera Lilloana* 35: 1-136.
- Tree of Life Project: <http://tolweb.org/tree/>
- Systematic Biology Biol 202: <http://comenius.susqu.edu/biol/202/default.htm>

TAXONOMÍA DE EXCAVATA

Discicristatae

División Euglenophyta (Lee 2008)

Clase Euglenophyceae

Orden Heteronematales

Orden Eutreptiales

Orden Euglenales

Phylum Euglenozoa

Clase **Kinetoplastea** (Systematic Biology 2014)

Orden Bodonida

Orden Kinetoplastida (= Trypanosomatida)

Trypanosoma spp.

Leishmania spp.

Prokinetoplastina

Euexcavatae (Systematic Biology 2014)

Phylum Carpediemonada

Phylum Jakobada

Phylum Eopharyngia

Phylum Metamonada

Phylum Parabasala

Trichomonas spp.

TAXONOMÍA DE CHROMOALVEOLATA

Alveolata

División Dinophyta (Lee 2008)

Clase Dinophyceae

Orden Dinophysales

Orden Gymnodiales

Orden Peridinales

Orden Prorocentrales

Phylum Ciliophora (Systematic Biology 2014)

Sub Phylum **Intramacronucleata**

Clase Phallophyngia

Clase Nassophorea

Clase Oligohymenophorea

Paramecium sp.

Clase Plagiopylea

Clase Protostomatea

Clase Colpodea

Clase Sirotrichea

Clase Litostomateae

Clase Armophorea

Sub Phylum **Postciliodesmatophora**

Clase Heterotrichea

Clase Karyorelictea

Phylum Apicomplexa

Clase Coccidia

Toxoplasma gondii

Clase Hematozoa

Plasmodium sp.

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 3:
CHROMOALVEOLATA. STRAMENOPILA/HETEROKONTA.
HETEROKONTOPHYTA PARTE I.
CHRYSOPHYCEAE, TRIBOPHYCEAE (=XANTHOPHYCEAE) Y BACILLARIOPHYCEAE

Introducción Teórica

Como ya se ha mencionado, el supergrupo Chromoalveolata surge de la unión de los grupos Alveolata y Stramenopila/Heterokonta y este último contiene a la división de algas Heterokontophyta.

Heterokontophyta

Algas unicelulares solitarias o agregadas en colonias, pluricelulares filamentosas o masivas. Pigmentos fotosintéticos: clorofila a y c, presentan frecuentemente β caroteno, usualmente el principal carotenoide es fucoxantina. Son fotoautótrofos, fagótrofos, mixótrofos, heterótrofos. Las sustancias de reserva son lípidos, laminarina y crisolaminarina, que se acumulan dentro de vesículas en el citoplasma. La pared celular está formada por celulosa y otros polímeros como alginatos y algunas presentan escamas orgánicas o silíceas. Los cloroplastos (de número, forma y disposición variable) presentan la doble membrana típica y 1 a 2 membranas del retículo endoplasmático que los rodea, la más externa, en algunos casos, se continúa con la membrana nuclear; los tilacoides están agrupados de a 3 y no forman grana. Se movilizan por flagelos o secreción de mucílago. Los flagelos, generalmente 2, son heterocontos: el anterior presenta mastigonema y el posterior es liso (generalmente, con un ensanchamiento relacionado con la respuesta a estímulos luminosos); cuando presentan sólo 1, con mastigonema. Las especies con fototaxis positiva poseen mancha ocular o estigma dentro del cloroplasto. Reproducción asexual por fragmentación del talo, división de colonias, zoósporas, aplanósporas, autósporas. Reproducción sexual por isogamia, anisogamia u oogamia. Ciclos biológicos generalmente haplontes, diplontes y haplodiplontes. Habitan ambientes de agua dulce y marina. Comprende doce Clases: Chrysophyceae, Synurophyceae, Eustigmatophyceae, Pinguiphyceae, Dictyochophyceae, Pelagophyceae, Bolidophyceae, Bacillariophyceae, Raphidophyceae, Tribophyceae (=Xanthophyceae), Phaeothamniophyceae y Phaeophyceae.

Chrysophyceae: algas unicelulares o coloniales, flageladas o sésiles, algunas rizopodiales. Pigmentos: clorofila a, c_1 y c_2 . Dos flagelos, heterocontos, perpendiculares entre sí: anterior con mastigonema con pelos tripartitos y uno liso con fotorreceptor en la base, que se conecta con la

mancha ocular en el cloroplasto. Cloroplastos parietales, 1 ó 2, presentan 2 membranas del retículo endoplasmático y la más externa se continúa con la membrana nuclear. Sustancia de reserva: crisolaminarina (laminarina o leucosina). Células desnudas o con cubierta celular formada por escamas de sílice u orgánicas, o presencia de pared celular celulósica y también pueden presentar lóricas silicificadas. Forman estatósporas con un poro terminal, rodeadas por envolturas silíceas. Presentan elementos de defensa: cuerpos mucíferos y discobolocistes, originados en el aparato de Golgi. Nutrición: fotoautótrofos, fagótrofos y mixótrofos. Reproducción sexual generalmente isogámica. Ciclo vital con meiosis probablemente zigótica. Hábitat: principalmente de agua dulce, sobre piedras y cortezas. Órdenes: Chromulinales, Parmales, Chrysomeridales.

Tribophyceae (=Xanthophyceae): algas fotoautotróficas, unicelulares o coloniales, flageladas o sésiles, filamentosas, cenocíticas y algunas rizopodiales (Figura A). Pigmentos: clorofila a y c, β caroteno, carecen de fucoxantina, sus carotenoides más frecuentes son diadinoxantina, heteroxantina y vaucheriaxantina. Dos flagelos heterocontos, perpendiculares entre sí: anterior con mastigonema con pelos tripartitos y uno liso con fotorreceptor en la base. Presentan mancha ocular en el cloroplasto. Cloroplastos parietales, escasos a numerosos, presentan 2 membranas del retículo endoplasmático y la más externa se continúa con la membrana nuclear; cuando hay pirenoides están dentro del cloroplasto. Sustancia de reserva: principalmente lípidos y crisolaminarina. Células con pared de celulosa y polisacáridos amorfos formados por glucosa y ácidos urónicos, algunas constituidas por 2 valvas. Reproducción asexual por fragmentación del talo, zoósporas (desnudas y piriformes), autósporas y aplanósporas; forman esporas de resistencia con paredes impregnadas de sílice y hierro (cistes). Reproducción sexual, observada en pocos, isogámica y oogámica. Ciclo vital con meiosis zigótica o gamética, según los autores. Hábitat: principalmente de agua dulce, suelo, algunas marinas. Órdenes: Botrydiales, Tribonematales y Vaucheriales.

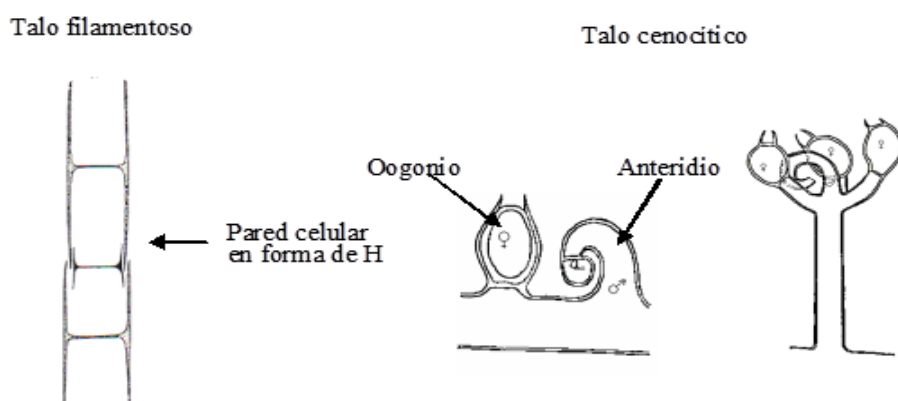


Figura A. Esquemas de los hábitos presentes en Tribophyceae en dónde se señalan las estructuras vegetativas y reproductivas típicas de estas algas.

Bacillariophyceae: algas unicelulares o coloniales cocoides. Pigmentos: clorofila a, c_1 y c_2 , β caroteno, el carotenoides más frecuentes es fucoxantina. Nutrición: fotoautotróficos, heterótrofos incoloros o simbioses fotosintéticos. Secretan mucílago combinado con glucoproteínas, que intervienen en la locomoción y formación de películas, tubos, fibrillas, pies de fijación. Cloroplastos parietales, discoides, usualmente 2 o numerosos, ocupan casi por completo las células, presentan una membrana del retículo endoplasmático que se continúa con la membrana nuclear; el pirenoide dentro del cloroplasto es central. Sustancia de reserva: principalmente crisolaminarina dentro de vesículas en el citoplasma. Células rodeadas por una pared rígida denominada frústulo, formada por cuarcita o sílice amorfo hidratado y pudiendo tener incrustaciones de aluminio, magnesio, hierro y titanio. Está constituido por 2 valvas similares a una caja de Petri (epiteca la capa superior, hipoteca la inferior) unidas por una banda de conexión o cíngulo (Figura B). Reproducción asexual por fisión binaria, en donde cada célula hija sólo regenera la hipoteca, disminuyendo así, progresivamente (en divisiones celulares posteriores) el tamaño celular. Producen esporas particulares: auxósporas (de origen sexual o asexual) que les permiten recuperar su tamaño celular original, y esporas de resistencia con paredes ornamentadas. Reproducción sexual isogámica en el Orden Pennales y oogámica en Centrales. En este último, la gameta móvil tiene un flagelo anterior con mastigonema con pelos tripartitos; en Pennales no hay flagelo. Ciclo vital diplonte haplobióntico, con meiosis gamética. Hábitat: se encuentran en todo tipo de ambiente acuático de agua dulce (Figura C) y marina, en el plancton, el perifíton, el bentos, sobre rocas o en el suelo. Algunas especies producen toxinas que causan pérdida de memoria o son letales en aves y en el hombre. Órdenes: Centrales y Pennales.

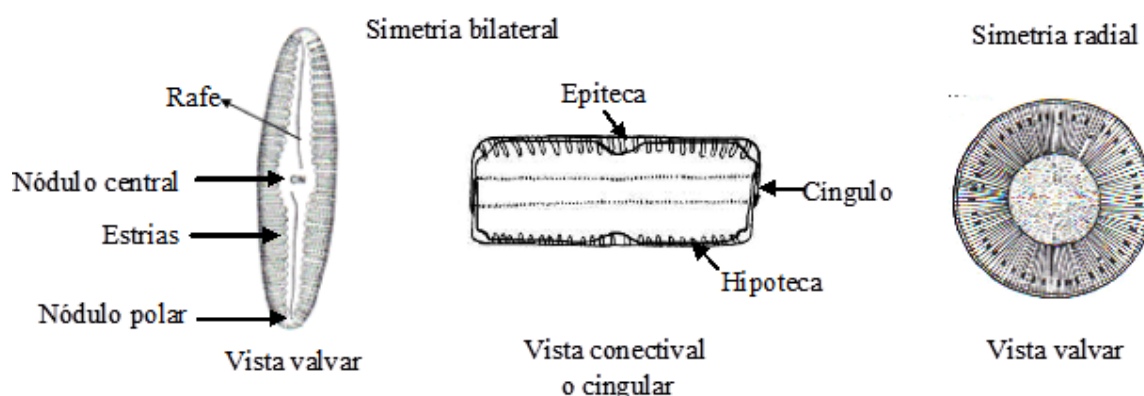


Figura B. Esquemas de las vistas de diatomeas en donde se señalan las distintas estructuras que forman parte del frústulo.

Diatomeas comunes en agua dulce

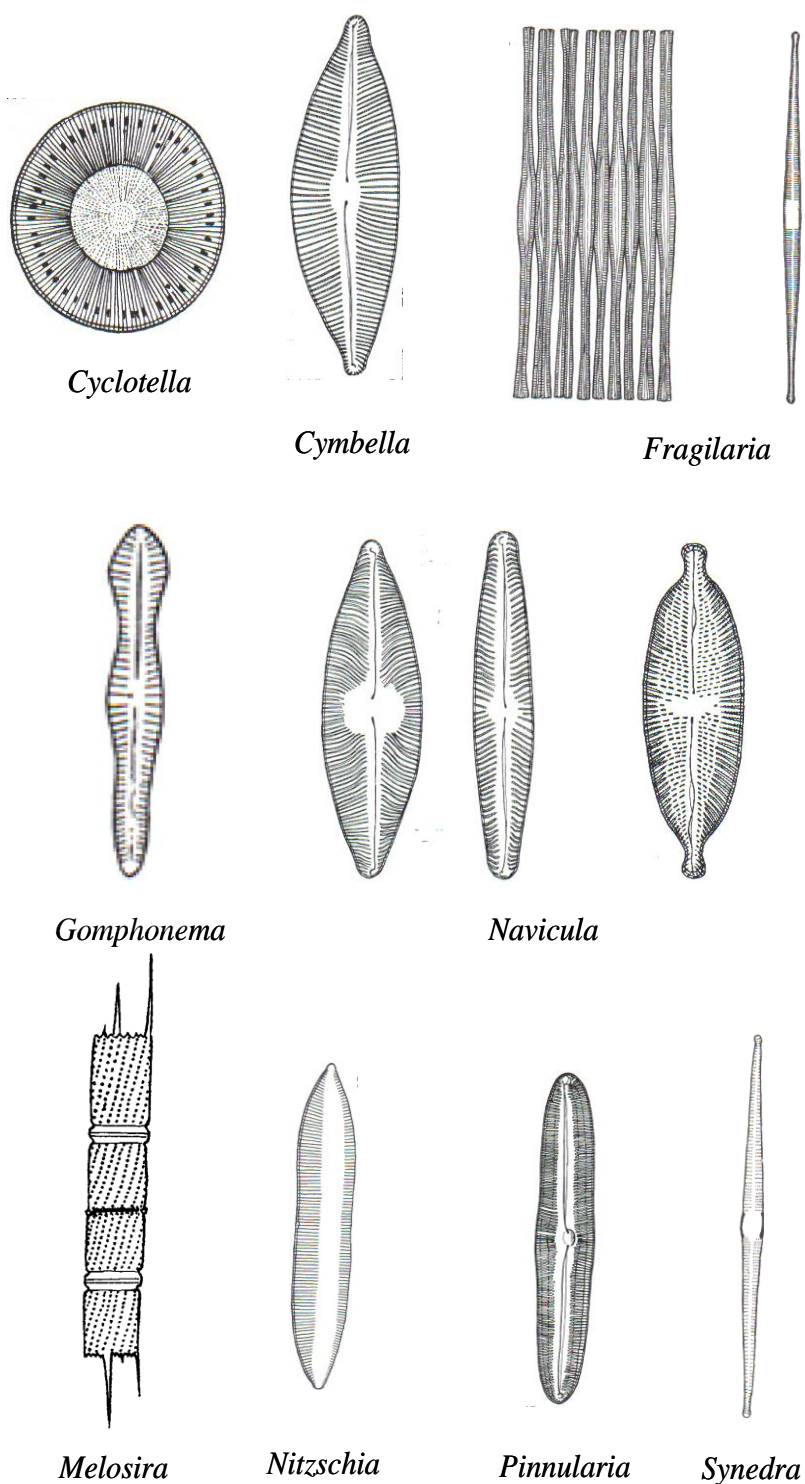


Figura C. Bacillariophyceae dulceacuólicas frecuentes en el Centro de Argentina.

Clave dicotómica y listado de materiales de Órdenes de diatomeas:

1. Células con simetría radial, con numerosos cromatóforos en cada célula
Centrales
- 1'. Células con simetría bilateral, con 1 o 2 cromatóforos en cada célula
Pennales

Clave dicotómica de Bacillariophyceae:

1. Valvas con simetría radial (**Centrales**)
2. Superficie valvar con espinas, cuernos
3. Valvas con espinas evidentes
4. Valvas cónicas, con una espina apical. Cosmopolitas, planctónicas
Rhizosolenia
- 4'. Valvas aproximadamente planas
5. Espinas paralelas al eje perivalvar. Cosmopolitas, planctónicas
Aulacoseira
- 5'. Espinas no paralelas al eje perivalvar. Planctónicas, raras
Chaetoceros
- 3'. Valvas sin espinas evidentes
6. Valvas con un cuerpo triangular y tres brazos. Tropicales, escasas
Hydrosera
- 6'. Valvas con formas diferentes
7. Valvas elípticas con márgenes lisos. Cosmopolitas, epífitas
Pleurosira
- 7'. Valvas oblongas con márgenes ondulados
Terpsinae
- 2'. Superficie valvar sin tales elementos
8. Células generalmente solitarias, cuya superficie valvar presenta una región central netamente diferenciable de la marginal
Cyclotella
- 8'. Células generalmente unidas en largas cadenas. Superficie valvar sin diferenciación
Melosira
- 1'. Valvas sin simetría radial (**Pennales**)
9. Valvas sin rafe o con pseudorafe
10. Valvas con costillas transversales
11. Valvas heteropolaes

- Meridion***
- 11'. Valvas isopolares. Cosmopolitas
- Diatoma***
- 10'. Valvas sin costillas transversales
12. Células solitarias o unidas en cadenas cortas (generalmente de dos células). Cosmopolitas
- Synedra***
- 12'. Células unidas en cadenas largas. Cosmopolitas
- Fragilaria***
- 9'. Valvas con rafe
13. Ambas valvas con rafe reducido. En aguas ácidas
- Eunotia***
- 13'. Una o ambas valvas con rafe desarrollado
14. Rafe nunca incluido en un canal rafidiano o si lo esta la vista singular es levemente curvada
15. Rafe desarrollado en una sola valva
16. Frústulo curvado en vista cingular. Cosmopolita
- Achnantes***
- 16'. Frústulo recto en vista cingular. Cosmopolita, planctónica y epífita
- Cocconeis***
- 15'. Rafe presente en ambas valvas
17. Valvas sigmoideas
18. Valvas con estrías transversales y longitudinales
- Gyrosigma***
- 18'. Valvas con estrías transversales y diagonales
- Pleurosigma***
- 17'. Valvas no sigmoideas
19. Valvas heteropolares
20. Una valva con rafe desarrollado y la otra con rafe reducido
- Rhoicosphenia***
- 20'. Ambas valvas con rafe desarrollado
- Gomphonema***
- 19'. Valvas isopolares
21. Valvas asimétricas respecto al eje transversal
22. Vista singular maás ancha de un lado que del otro
- Amphora***
- 22'. Vista singular de igual ancho a ambos lados
- Cymbella***
- 21'. Valvas simétricas respecto al eje transversal

23. Rafe acompañado por dos bandas silíceas	
24. Rama del rafe muy corta	
	<i>Amphipleura</i>
24'. Rama del rafe de longitud normal	
25. Estrías transversales y longitudinales, interestrias no evidentes	
	<i>Frustulia</i>
25'. Estrías transversales separadas por interestrias muy evidentes	
	<i>Diploneis</i>
23'. Rafe sin bandas silíceas	
26. Estrías anchas con aspecto de costillas	
	<i>Pinnularia</i>
26'. Estrías delicadas, punteadas, lineadas o aparentemente continuas	
	<i>Navicula</i>
14'. Rafe incluido en un canal rafidiano	
27. Canal rafidiano rodeando completamente la valva	
28. Superficie valvar ondulada	
	<i>Cymatopleura</i>
28'. Superficie valvar plana, cóncava o retorcida en espiral pero nunca ondulada	
	<i>Surirella</i>
27'. Canal rafidiano mediano o marginal, nunca rodeando la valva	
29. Valvas con costillas transversales	
30. Canal rafidiano en forma de V	
	<i>Epithemia</i>
30'. Canal rafidiano diferente	
31. Frústulos con septos transversales. Cosmopolitas	
	<i>Denticula</i>
31'. Frústulos sin septos transversales	
	<i>Rhopalodia</i>
29'. Valvas sin costillas transversales	
32. Eje apical curvado, rafe de ambas valvas situado en el lado cóncavo	
	<i>Hantzschia</i>
32'. Eje apical derecho (raramente en forma de S), rafe de las dos valvas situados en posición diagonal	
	<i>Nitzschia</i>

Cuestionario:

1 - Entre las clases Bacillariophyceae, Tribophyceae y Chrysophyceae, ¿cuál de ellas está representada por organismos cocoides y diploides?. Explique y defina: cocoide, diploide.

2 - Construya un cuadro que permita comparar las 3 Clases del punto anterior, considerando: número y tipo de flagelos, tipo de células flageladas que presentan (gametas, zoósporas, talo, etc.), membranas que rodean al cloroplasto, relación cloroplasto/núcleo, presencia de mancha ocular, tricocistes, sustancia de reserva, pigmentos principales y accesorios, movilidad, hábitat, tipos de talo, nutrición, características de la pared celular, reproducción sexual.

Bibliografía:

- Archibald, J. M. 2009. The puzzle of plastid evolution. *Current Biology* 19: DOI 10.1016/j.cub.2008.11.067.
- Baldauf, S. L. 2008. An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. *Journal. Syst. & Evol.* 46: 263-273.
- Bold, H. C. & J. Wynne. 1985. Introduction to the Algae. Prent. Hall, Inc. N. J. 720 págs.
- Bourrely, P. 1981. Les Algues d'eau douce. Tomo II, Le algues jaunes et brunes, Ed. Boubée, Paris. 517 págs.
- Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona. 1244 págs.
- Graham, L. E. & L. W. Wilcox. 2000. Algae. Ed. Prentice-Hall, USA. 640 págs.
- Lane, C. L. & J. M. Archibald. 2008. The eukaryotic tree of life: endosymbiosis takes it TOL. *Trends Ecol. Evol.* 23: 268-275.
- Lee, R. E. 2008. Phycology. 4th Ed. Cambridge University Press, UK. 547 págs.
- Prescott, G. W. 1982. Algae of the Western Great Lakes Area. Ed. O. Koeltz Sc. Pub. W. Germany. 977 págs.
- Tracanna, B. 1985. Algas del Noroeste Argentino (excluyendo a las Diatomophyceae). *Opera Lilloana* 35: 1-136.
- Tree of life Project: <http://tolweb.org/tree/>
- Systematic Biology Biol 202: <http://comenius.susqu.edu/biol/202/default.htm>

TAXONOMÍA DE **HETEROKONTOPHYTA**. PARTE I**Supergrupo CHROMOALVEOLATA****Stramenopila/Heterokonta**

División Heterokontophyta (Lee, 2008)

Clase Chrysophyceae

Orden Chromulinales

Orden Parmales

Orden Chrysomeridales

Clase Tribophyceae (=Xanthophyceae)

Orden Tribonematales

Orden Botrydiales

Orden Vaucheriales

Clase Bacillariophyceae

Orden Centrales o Biddulphiales

Orden Pennales o Bacillariales

Clase Synurophyceae

Orden Synurales

Clase Dictyochophyceae

Orden Rhizocromulinales

Orden Pedinellales

Orden Dictyocales

Clase Raphidophyceae

Clase Eustigmatophyceae

Clase Pelagonophyceae

Clase Phaeophyceae (ver en el TP: HETEROKONTOPHYTA PARTE II).

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 4:
CHROMOALVEOLATA. STRAMENOPILO/HETEROKONTA.
HETEROKONTOPHYTA PARTE II. PHAEOPHYCEAE

Introducción Teórica

Phaeophyceae: algas pluricelulares filamentosas, pseudoparenquimáticas y parenquimáticas, con crecimiento apical (Figura A). Pigmentos fotosintéticos: clorofila a, c_1 y c_2 , β caroteno entre otros, el carotenoide más abundante y que les brinda su color pardo es la fucoxantina. En sus células pueden contener taninos feofíceos (fucosanos) y fenoles. Las sustancias de reserva son laminarina y D-manitol. La pared celular está formada por al menos 2 capas, una interna de celulosa y otra externa formada por varias capas de componentes amorfos integrados por ácido algínico (constituido por unidades β 1-4 de ácido manurónico y ácido glucurónico), fucoidina (constituido por unidades α 1-2 y α 1-4 de fucosa sulfatada) y mucílago; además, la pared puede estar calcificada. No presentan estructuras vegetativas móviles, sólo las gametas y zoósporas son flageladas, los flagelos son heterocontos (anterior con mastigonema con pelos tripartitos y uno liso con fotorreceptor en la base, que se conecta con la mancha ocular en el cloroplasto) y laterales. El cloroplasto está rodeado por 2 membranas del retículo endoplasmático y la más externa, generalmente, se continúa con el núcleo; con 3 tilacoides por banda y fibrillas de ADN lineales o circulares unidas a las membranas de los tilacoides; los pirenoides, generalmente presentes, pueden tener un pie y están ubicados en el centro del cloroplasto. Reproducción asexual por zoósporas. Reproducción sexual compleja por isogamia, anisogamia u oógamia y presentan diversos ciclos vitales; además, producen hormonas sexuales (sirenina). Habitan mayoritariamente en agua marina y sólo 4 géneros en agua dulce (*Heribaudiella*, *Pleucladia*, *Bodanella* y *Sphacelaria*); algunas parasitan endofíticamente a otras algas pardas y rojas. Órdenes: Durvillaeales, Ectocarpales, Desmarestiales, Cutleriales, Laminariales, Sphacelariales, Dictyotales, Fucales.

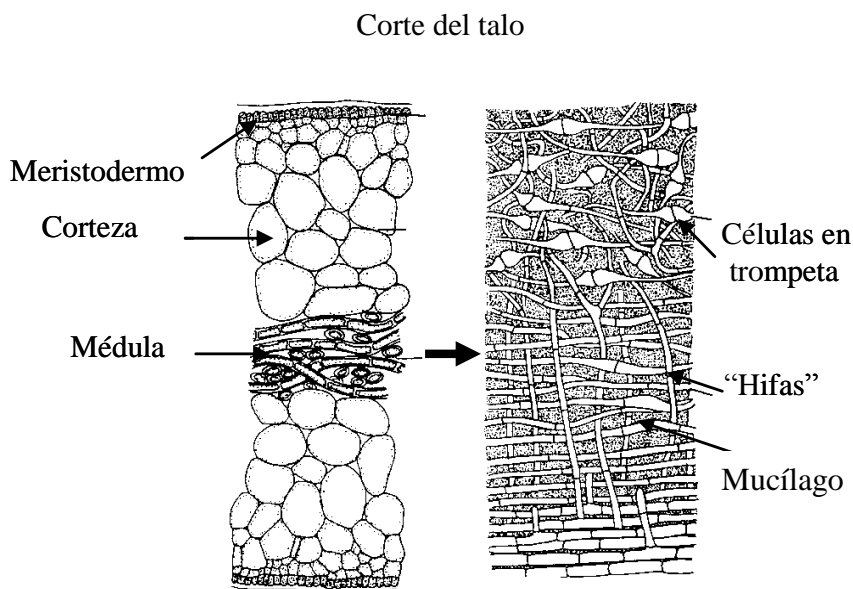
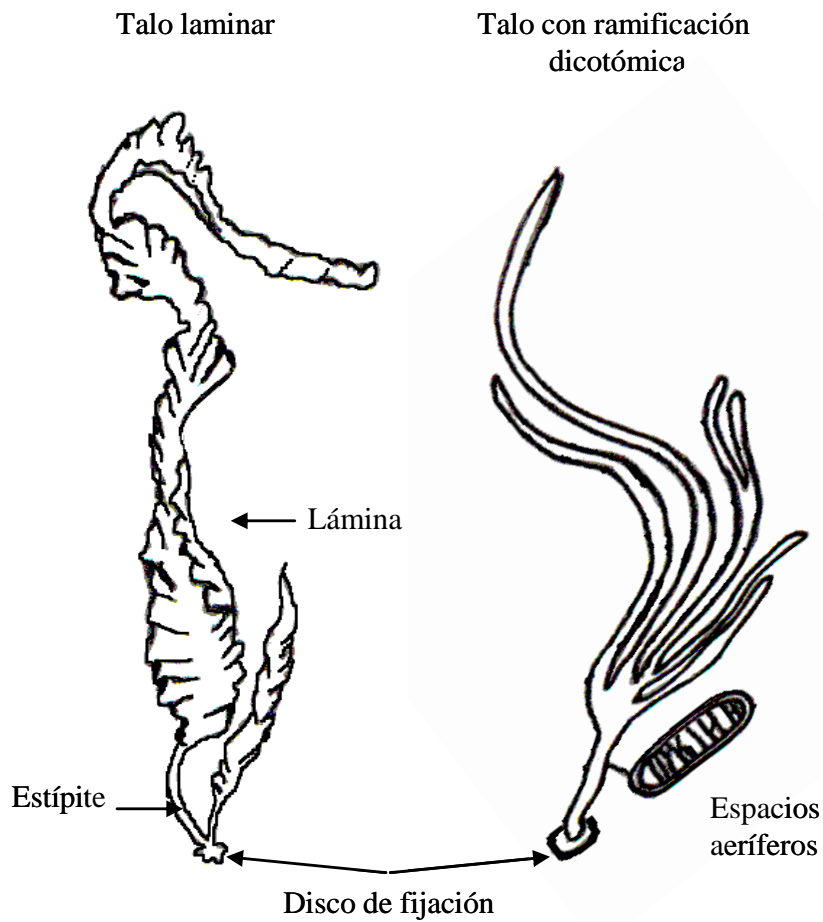


Figura A. Arriba, se ilustra el tipo de talo laminar y el dicotómico indicándose las partes del talo. Abajo, se representa un corte trasnversal del talo mostrando el meristodermo, la corteza pseudoparenquimática y la médula formada de filamentos laxos y las células en trompeta de las macroalgas pardas.

Clave dicotómica Heterokontophyta:

1. Talos globosos, nunca más de 10 cm. de largo, huecos

Leathesia

1'. Talos laminares o cilíndricos, siempre de más de 10 cm. de largo (algunos alcanzan varios metros), macizos

2. Talos con grandes expansiones laminares (filoides)

3. Tales generalmente con órganos vesiculosos especiales de flotación

4. Vesículas aeríferas generalmente ovoides, en la base de los filoides

Macrocystis

4'. Vesículas aeríferas generalmente esféricas, sobre el cauloide, axilares a los filoides

Sargassum

3'. Tales generalmente sin órganos vesiculosos especiales de flotación

Laminaria

2'. Talos sin grandes expansiones laminares o, cuando presentes, muy breves a lo largo del eje, sin formar filoides

5. Talos acintados, con ramificaciones dicotómicas

6. Con nervadura central, exclusivo del hemisferio norte

Fucus

6'. Sin nervadura central, cosmopolita

Dictyota

5'. Talos cilíndricos, ramificaciones no dicotómicas

7. Talos profusamente ramificados

Dictyosiphon

7'. Talos escasamente ramificados

Durvillea

Listado de materiales disponibles:

Ord. Laminariales

Fam. Laminariaceae

Laminaria sp.

Fam. Lessoniaceae

Macrocystis sp.

Ord. Fucales

Fam. Sargassaceae

Sargassum sp.

Fam. Fucaceae

Fucus sp.

Fam. Durvillaceae

Durvillea sp.

Cuestionario:

- 1 - ¿Existen Phaeophyceae unicelulares?. Diga cuáles son los distintos tipos de talo que presentan los organismos de este grupo.
- 2 - ¿Cuál es el pigmento que le confiere su color pardo?.
- 3 - ¿Cómo está constituida la pared celular de las Phaeophyceae y qué ventajas les confieren?.
- 4 - ¿Qué ambientes habitan y por qué?.
- 5 - Mencione 3 macromoléculas que para Ud. sean particulares de esta división y explique en qué procesos o mecanismos participan.

Bibliografía:

- Archibald, J. M. 2009. The puzzle of plastid evolution. *Current Biology* 19: DOI 10.1016/j.cub.2008.11.067.
- Baldauf, S. L. 2008. An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. *Journal. Syst. & Evol.*46: 263-273.
- Bold, H. C. & J. Wynne. 1985. Introduction to the Algae. Prent. Hall, Inc. N. J. 720 págs.
- Bourrely, P. 1981. Les Algues d'eau douce. Tomo II, Le algues jaunes et brunes, Ed. Boubée, Paris. 517 págs.
- Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona. 1244 págs.
- Graham, L. E. & L. W. Wilcox. 2000. Algae. Ed. Prentice-Hall, USA. 640 págs.
- Lane, C. L. & J. M. Archibald. 2008. The eukaryotic tree of life: endosymbiosis takes it TOL. *Trends Ecol. Evol.* 23: 268-275.
- Lee, R. E. 2008. Phycology. 4th Ed. Cambridge University Press, UK. 547 págs.
- Prescott, G. W. 1982. Algae of the Western Great Lakes Area. Ed. O. Koeltz Sc. Pub. W. Germany. 977 págs.
- Tracanna, B. 1985. Algas del Noroeste Argentino (excluyendo a las Diatomophyceae). *Opera Lilloana* 35: 1-136.
- Tree of Life Project: <http://tolweb.org/tree/>
- Systematic Biology Biol 202: <http://comenius.susqu.edu/biol/202/default.htm>

TAXONOMÍA DE **HETEROKONTOPHYTA**. PARTE I

Clase **Phaeophyceae** (Lee, 2008)

- Orden Ectocarpales
- Orden Desmarestiales
- Orden Cutleriales
- Orden Laminariales
- Orden Sphacelariales
- Orden Dictyotales
- Orden Fucales
- Orden Scytosiphonales
- Orden Dictyosiphonales
- Orden Durvillaeales
- Orden Sporochneales
- Orden Ascoseirales
- Orden Syringodermatales
- Orden Chordariales

**TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 5: HONGOS S. L.
CHROMOALVEOLATA. STRAMENOPILA/HETEROKONTA.
OOMYCOTA**

Introducción Teórica

Oomycota

Como ya se ha mencionado, en el supergrupo Chromoalveolata que incluye a Alveolata y Stramenopila/Heterokonta, este último contiene a la división de heterotrófica Oomycota, con una única Clase, **Oomycetes**.

Oomycetes: talo desde unicelular hasta profusamente ramificado, la mayoría eucárpico con ciclo de vida haplobióntico diplonte. Con zoósporas biflageladas, con flagelos heterocontos; hábitat acuático y terrestre, fito- y zoopatógenos. Pared celular de celulosa y glucanos. Los órdenes se diferencian por la morfología de los esporangios donde ocurre la reproducción asexual. Órdenes: Albuginales, Leptomitales, Lagenismatales, Myzocytiosidales, Olpidiosidales, Peronosporales, Pythiales, Rhytidiales, Saprolegniales, Salilagenidiales. **En este curso se abordarán en los TPs y Teóricos los Órdenes Albuginales, Olpidiosidales, Peronosporales, Pythiales y Saprolegniales.**

Albuginales: esporangióforo claviforme, esporangios en cadena (Figura AC).

Saprolegniales: reproducción asexual por zoosporangios alargados (Figura AA), de paredes gruesas, separados de la hifa por un pseudosepto. Reproducción sexual con intervención de hormonas masculinas y femeninas.

Peronosporales: talo parásito de plantas vasculares, terrestres, dispersión de conidios por el viento (anemocoria), la clasificación se realiza por la estructura de los esporangios y esporangióforos (Figura AB y AC).

Zoosporangio con zoósporas

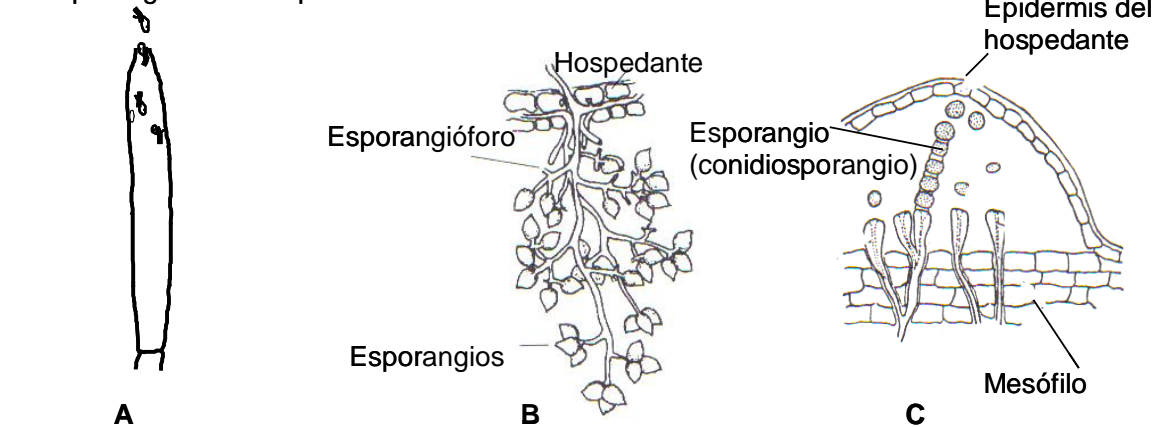


Figura A. A. Esporangios de Saprolegniales. B. Esporangios de Peronosporales. C. Esporangios de Albuginales.

CLAVE GENERAL DE HONGOS:

1. Fase vegetativa representada por plasmodios, ausencia de hifas

Myxomycota

1'. Fase vegetativa representada por hifas

2. Hifas cenocíticas, con tabiques secundarios o adventicios

Oomycota y Mucoromycotina *incertae sedis*

2'. Hifas uni o multinucleadas, con tabiques primarios

3. Hifas asociadas con algas, formando asociaciones simbióticas

Mycophycophyta ("Líquenes")

3'. Hifas libres, no asociadas con algas

4. Presencia de ascos

Ascomycota

4'. Presencia de basidios

5. Basidios tabicados

Basidiomycota-"Fragmobasidios"

5'. Basidios enteros

6. Basidios dispuestos en un himenio, el cual está generalmente expuesto durante su desarrollo y se mantiene organizado a la madurez

7. Cuerpos de fructificación generalmente carnosos y constituidos por un píleo y estípite

Basidiomycota-Hongos de sombrero

7'. Cuerpos de fructificación generalmente de consistencia dura, coriáceos y sésiles

Basidiomycota-Políporos s. l.

6°. Basidios dispuestos en un himenio, el cual generalmente no está expuesto durante su desarrollo y se desorganiza a la madurez

Basidiomycota-"Gasteromycetes"

Clave dicotómica de Oomycota

1. Micelio parásito, viviendo en el mesófilo de las hojas del hospedante, formando pústulas de color blanco o gris en la superficie de las mismas.

2. Esporangios en cadena (conidiosporangios) dispuestos en los extremos de esporangióforos cortos, claviformes y de paredes engrosadas que surgen al desgarrarse la epidermis de la hoja del hospedante

Albugo

2°. Esporangios no dispuestos en cadena, dispuestos en los extremos de esporangióforos ramificados que surgen por los estomas ubicados en la cara abaxial de la hoja del hospedante

Plasmopara

1°. Micelio saprófito, viviendo en ambientes acuáticos o sobre sustancia animales o vegetales en descomposición en estos ambientes

Saprolegnia

Listado de materiales disponibles:

Ord. Albuginales

Fam. Albuginaceae

Albugo sp.

Ord. Peronosporales

Fam. Peronosporaceae

Plasmopara sp.

Peronospora sp.

Ord. Saprolegniales

Fam. Saprolegniaceae

Saprolegnia sp.

Cuestionario:

- 1 - ¿Qué carácter/es reúne/n a los miembros del supergrupo Chromoalveolata y al grupo Stramenopila?
- 2 - Compare en forma de cuadro sinóptico las distintas divisiones de organismos heterotróficos que conforman el grupo (Oomycota, Labyrinthulomycota, Hyphochytriomycota), teniendo en cuenta los caracteres diagnósticos, es decir relevantes para poder discriminarlos.
- 3 - ¿En qué grupo filogenético se incluyen los Plasmodiophoromycota, Myxomycota, Acrasiomycota y Dictyosteliomycota?. ¿Están relacionados con otros hongos flagelados?, ¿por qué?

Bibliografía:

- Alexopoulos, C. J. & C. W. Mims. 1985. Introducción a la Micología. Ed. Omega, Barcelona. 638 págs.
- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims y M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. 4th. Ed. John Wiley & Sons, NY. 868 págs.
- Cepero de García, M. C., S. Restrepo Restrepo, A. E. Franco-Molano, M. Cárdenas Toquica, N. Vargas Estupiñán. 2012. Biología de Hongos, 520 págs. Universidad de los Andes, Colombia.
- Kendrick, B. 2000. The Fifth Kingdom. 3th Ed. Focus Information Group, Inc., Mycologue Publications. 373 págs.
- Scagel, R. F., R. J. Bandoni, J. R. Maze, G. E. Rouse, W. B. Schofield, J. R. Stein. 1991. Plantas no vasculares. Ed. Omega, S. A., Barcelona. 548 págs.
- Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona. 1244 págs.
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, J. C. David, J. A. Stalpen. (Eds.) 2001. Dictionary of the Fungi. 9th Edition. CAB International. 655 págs.
- Tree of Life Project: <http://tolweb.org/tree/>
- Systematic Biology Biol 202: <http://comenius.susqu.edu/biol/202/default.htm>
- <http://www.ual.es/GruposInv/myco-ual/oomycota.htm>

TAXONOMÍA DE OOMYCOTA (Cepero de García *et al.* 2012)**División Oomycota**Clase **Oomycetes**

Orden Albuginales

Orden Lagenismatales

Orden Leptomitales

Orden Myzocytiopsidales
Orden Olpidiopsidales
Orden Peronosporales
Orden Pythiales
Orden Rhipidiales
Orden Salilagenidiales
Orden Saprolegniales

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 6: HONGOS S. L.
AMOEBOZOA. EUMYCETAZOA. MYXOMYCOTA.
EXCAVATA. ACASIOMYCOTA
RHIZARIA. PLASMODIOPHOROMYCOTA

Introducción Teórica

El supergrupo Amoebozoa incluye a Eumycetozoa (los "Gymnomycota" o "hongos desnudos") y reúne los protista fagotróficos cuyas estructuras somáticas carecen de pared celular. Además, los Gymnomycota son los denominados mohos mucilaginosos celulares o pseudoplasmodiales y verdaderos o plasmodiales. La fase vegetativa es celular o plasmodial. Los esporocarpos pueden ser uni- o multicelulares, con una o varias esporas que poseen pared de celulosa o quitina y que al germinar producen mixamebas o células flageladas (uni- o biflageladas). Este grupo comprende la división Myxomycota, mientras que el resto de los hongos desnudos pertenecientes a Acrasiomycota y Plasmidiophoromycota forman parte del supergrupo Excavata (grupo Heterobolosea) y Rhizaria, respectivamente.

Amoebozoa

Eumycetozoa

Myxomycota (=Mycetozoa en Zoología):

Mohos mucilaginosos celulares y verdaderos. Son unicelulares, pseudoplasmodiales o plasmodiales. Las mixamebas pueden esporular directamente o agregarse formando pseudoplasmodios que luego esporulan, otros producen plasmodios multinucleados que formarán plasmodiocarpos o esporangios. Éstos pueden ser pedicelados o no y contener de una a muchas esporas, que al germinar liberan un protoplasto ameboide o flagelado (con uno o dos flagelos) dependiendo de la disponibilidad de agua en el ambiente. Comprende tres Clases: Dictyosteliomycetes, Myxomycetes y Protosteliomycetes.

Dictyosteliomycetes (=Dictyostelia en Zoología):

Mohos mucilaginosos celulares. Son muy similares a los Acrasiomycetes, el pseudoplasmodio ("slug") origina sorocarpos con pedicelo (soróforo) ramificado o no, las esporas son oscuras y de paredes gruesas. Carecen de células flageladas en su ciclo de vida. Algunas especies presentan reproducción sexual y son heterotálicas. Habitan en suelo, estiércol y sobre restos vegetales y macromicetes. Orden Dictyosteliales.

Protosteliomycetes (=Protostelea en Zoología):

Mohos mucilaginosos verdaderos. Las mixamebas forman esporocarpos pedicelados directamente o luego de agregarse en plasmodios que presentan corrientes citoplasmáticas unidireccionales. Los esporocarpos pueden ser monosporados o polisporados, las esporas al germinar pueden producir o no células uni o biflageladas. Su reproducción sexual es desconocida. Habitan sobre corteza, estiércol y materiales vegetales en descomposición. Orden Protosteliales.

Myxomycetes (=Myxogastrea en Zoología):

Mohos mucilaginosos verdaderos. Se caracterizan por la presencia en su ciclo vital de una fase asimilativa de vida libre llamada plasmodio, reptante y multinucleado, el que se alimenta por fagocitosis de diferentes partículas tanto inorgánicas como orgánicas (esporas, micelio, bacterias, levaduras y esporóforos fúngicos). Existen diferentes tipos de plasmodios (protoplasmodio, afanoplasmodio o faneroplasmodio) con corrientes citoplasmáticas bidireccionales. Fructifican (Figura A) formando estructuras sésiles o estipitadas (esporangio, etalio, plasmodiocarpo y pseudoetalio), con o sin depósitos calcáreos y las esporas se originan por meiosis. Habitan zonas húmedas y forestadas, donde hay una gran profusión de hojas y madera muerta en distintos grados de descomposición, también fructifican sobre tallos y hojas vivas. Órdenes: Echinosteliales, Liceales, Physarales, Stemonitales, Trichiales.

Excavata**Acrasiomycota (=Heterolobosea en Zoología):**

Mohos mucilaginosos celulares. Son microscópicos, la unidad estructural es una mixameba desnuda, uninucleada, haploide, que se alimenta de bacterias por fagocitosis. Estas mixamebas generalmente carecen de flagelos y se agregan formando un pseudoplasmodio, por lo tanto conservan su individualidad hasta producirse la esporulación. Sus cuerpos fructíferos (sorocarpos) son

generalmente sésiles. Se desconoce su reproducción sexual. Habitan en suelo, estiércol y sobre restos vegetales y hongos. Comprende una Clase: Acrasiomycetes. Orden: Acrasiales.

Rhizaria

Plasmodiophoromycota (=Cercozoa en Zoología):

Plasmodiophoromycetes: parásitos obligados de algas, hongos y plantas; producen zoósporas primarias biflageladas, uninucleadas, que colonizan al hospedante formando un plasmodio primario multinucleado, microscópico. Éste luego forma por divisiones internas, numerosos esporangios secundarios uninucleados que al germinar producen zoósporas secundarias biflageladas que abandonan al hospedante y pueden actuar como gametas. También pueden enquistarse en el interior del hospedante y originar, al germinar el quiste, una zoóspora primaria. Los flagelos son lisos e isocontos. Clase **Plasmodiophoromycetes** (=Phytomyxea en Zoología). Orden Plasmodiophorales.

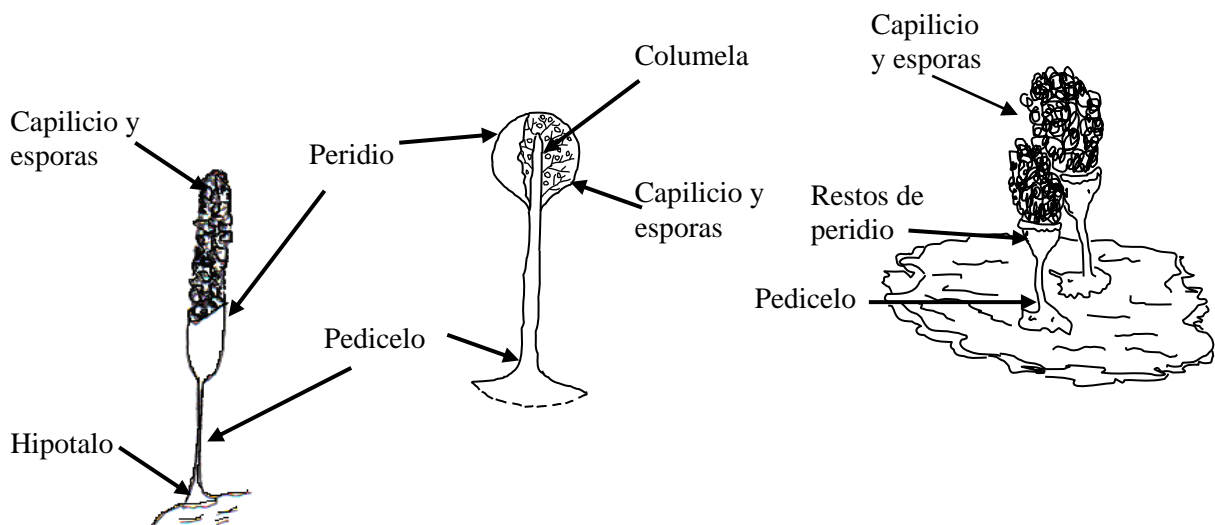


Figura A. Myxomycetes. Fructificaciones estipitadas y sus estructuras características.

Clave dicotómica de Myxomycota:

1. Esporas dispuestas externamente en esporóforos individuales

Ceratiomyxa

1'. Esporas dispuestas internamente en esporangios o etalios, acompañadas a menudo por capilicio o pseudocapilicio

2. Fructificación en etalio

3. Peridio y pseudocapilicio calcáreo, pared de la espora de espesor uniforme

Fuligo

3'. Peridio y pseudocapilicio no calcáreos, pared de la espora más delgada en la zona de dehiscencia

Reticularia

2'. Fructificación en esporangios

4. Masa de esporas de colores brillantes, amarillentos. Hebras del capilicio ornamentadas con espinas, dientes, anillos, espiras, etc.

5. Hebras del capilicio lisas con anillos, espiras, verrugas, dientes

6. Peridio evanescente en la porción superior, hebras del capilicio elásticas que se extienden más del doble del alto del esporangio

Arcyria

6'. Peridio no evanescente, hebras del capilicio rígidas

Perichaena

5'. Hebras del capilicio marcadas por bandas espiraladas, que pueden o no llevar espinas

7. Peridio oscuro, brillante, con reflejos metálicos, cartilaginoso, grueso. Dehiscencia por un opérculo. Hebras del capilicio con espinas notables. Esporas rojizas

Metatrichia

7'. Peridio de colores claros, membranoso, delgado. Dehiscencia irregular o lobada. Hebras del capilicio con bandas espiraladas, sin espinas. Esporas amarillas

8. Hebras del capilicio largas, ramificadas, finamente estriadas. Esporangios pedicelados

Hemitrichia

8'. Hebras del capilicio cortas, libres, a veces ramificadas, con bandas espiraladas bien visibles. Esporangios sésiles

Trichia

4'. Masa de esporas negras a negro violáceas, pardas o ferruginosas. Hebras del capilicio lisas

9. Peridio o capilicio, o bien ambos, calcificados

10. Capilicio calcificado, el CO_3Ca no forma cristales

11. Esporangios con forma de dedal. Capilicio adherido a la pared interna del peridio en forma de espinas amarillas

Physarella

11'. Esporangios globosos. Capilicio en forma de red hialina conectado por nódulos de CO_3Ca

Physarum

10'. Capilicio no calcificado, el CO_3Ca del peridio y/o capilicio del pie en forma de cristales

Didymium

9'. Peridio y capilicio nunca calcificados

12. Pie y columela calcificados

Diachaea

12'. Pie y columela nunca calcificados

Stemonitis

Listado de materiales disponibles:

Ord. Liceales

Fam. Reticulariaceae

1. *Reticularia* sp.

Ord. Physarales

Fam. Physaraceae

2. *Fuligo* sp.

3. *Physarum* sp.

Ord. Stemonitales

Fam. Stemonitaceae

4. *Stemonitis* sp.

Ord. Trichiales

Fam. Trichiaceae

5. *Hemirichia* sp.

6. *Metatrichia* sp.

7. *Trichia* sp.

Cuestionario:

1 - Defina los términos pseudoplasmodio y plasmodio.

2 - ¿Cuántos tipos de plasmodios conoce? Explique en qué Clase se encuentran y si son útiles para caracterizar algún taxón.

3 - ¿Por qué se denominan “hongos desnudos” los miembros del grupo “Gymnomycota”? ¿siempre están desnudos?.

4 - ¿Podría incluir en este grupo a Plasmodiophoromycota?. ¿Por qué?.

5 - ¿Cuál es el tipo de nutrición que caracteriza a las Divisiones Acrasiomycota y Myxomycota?.

6 - ¿Qué es un sorocarpo? ¿Quiénes lo forman?.

7 - Defina: esporangio, plasmodiocarpo, etalio y pseudoetalio. ¿En qué Clase los puede encontrar?.

8 - ¿A dónde iría a recolectar representantes de las distintas divisiones de “Gymnomycota”?.

Bibliografía:

- Alexopoulos, C. J. & C. W. Mims. 1985. Introducción a la Micología. Ed. Omega, Barcelona. 638 págs.
- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims y M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. 4th. Ed. John Wiley & Sons, NY. 868 págs.
- Cepero de García, M. C., S. Restrepo Restrepo, A. E. Franco-Molano, M. Cárdenas Toquica, N. Vargas Estupiñán. 2012. Biología de Hongos, 520 págs. Universidad de los Andes, Colombia.
- Kendrick, B. 2000. The Fifth Kingdom. Ed. Focus Information Group, Inc., Mycologue Publications. 373 págs.
- Scagel, R. F., R. J. Bandoni, J. R. Maze, G. E. Rouse, W. B. Schofield, J. R. Stein. 1991. Plantas no vasculares. Ed. Omega, S. A., Barcelona. 548 págs.
- Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona. 1244 págs.
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, J. C. David, J. A. Stalpen. (Eds.) 2001. Dictionary of the Fungi. 9th Edition. CAB International. 655 págs.
- Tree of Life Project: <http://tolweb.org/tree/>

TAXONOMÍA DE **HONGOS S.L.** (Cepero de García *et al.* 2012, ver la sinonimia con la nomenclatura zoológica)

Supergrupo Amebozoa**Phylum Myxomycota**Clase **Dictyosteliomycetes**

Orden Dictyosteliales

Clase **Protosteliomycetes**

Orden Protosteliales

Clase **Myxomycetes**

Orden Echinosteliales

Orden Liceales

Orden Physarales

Orden Stemonitales

Orden Trichiales

Supergrupo Excavata

Phylum Acrasiomycota

Clase **Acrasiomycetes**

Orden Acrasiales

Supergrupo Rhizaria

Phylum Plasmodiophoromycota

Clase **Plasmodiophoromycetes**

Orden Plasmodiophorales

TRABAJO PRÁCTICO N° 7: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE CAMPO

Introducción Teórica

El estudio de la diversidad es uno de los intereses principales de las Ciencias Biológicas. Los trabajos de investigación que permiten el análisis de la diversidad pueden tener distintos enfoques, que van desde el inventario de los organismos en un hábitat determinado, la comparación a lo largo del tiempo de la diversidad de un sistema, el análisis de factores ambientales, poblacionales y comunitarios sobre la diversidad, etc. En todos los estudios, desde el más simple hasta el más complejo, el paso inicial y elemental es la recolección de muestras (organismos), que junto con su conservación, identificación y registro metódico, los convierte en materiales de referencia. Los mismos, adecuadamente recolectados, preparados y conservados, junto con sus datos de recolección, son primordiales y permitirán el trabajo en la temática de generaciones futuras, además de constituirse en referencias al momento de su publicación para la divulgación a la comunidad.

Materiales y métodos:

Los elementos necesarios con los que deberá contar el alumno para realizar los trabajos de campo son los siguientes:

1. Libreta
2. Lápiz negro
3. Marcador de vidrio
4. Cinta de papel
5. Trozos de papel para etiquetas
6. Cajas de papel
7. Bolsas de papel
8. Frascos plásticos de distintos tamaños, con sus respectivas tapas
9. Bolsas de nailon
10. Cuchillo

Actividades a desarrollar:

Durante el trabajo práctico de campo los pasos a seguir en los distintos sitios de recolección son los siguientes:

- 1.- En una libreta de campo se anotarán los datos correspondientes al lugar y fecha de recolección. En las muestras de algas se registrarán el color en fresco de las mismas, la temperatura ambiente y del agua, pH, la velocidad de la corriente y profundidad del cuerpo de agua. En muestras de Hongos se anotarán el sustrato, hospedante, coloración en fresco y olor.
- 2.- Se recolectarán los materiales siguiendo las especificaciones para Algas y Hongos que se detallan en el punto **A (Recolección de materiales)**.
- 3.- Los materiales recolectados deberán estar rotulados con sus correspondientes datos, detallados en el punto **1**. Los rótulos deben ser de **papel** y estar escritos con **lápiz negro**.
- 4.- Una vez rotulados los materiales, las Algas pueden fijarse *in situ* con los conservantes que se detallan en el punto **B (Conservación de materiales)**. Los Hongos más frágiles deben colocarse en cajas o recipientes rígidos y en bolsas de papel aquéllos más resistentes.
- 5.- Las Algas recolectadas se mantendrán fijadas en frascos, preferentemente en lugares frescos y oscuros hasta la clase de determinación. Los Hongos deberán conservarse siguiendo las indicaciones que se detallan en el punto **C (Secado de materiales)**.

A. Recolección de materiales:

Se debe tener en cuenta que todo el material recolectado, **deberá incluir sus estructuras reproductivas**, ya que los ejemplares estériles son muy difíciles de determinar.

Todos los materiales deben estar acompañados de **rótulos** o **etiquetas** que denoten su **procedencia**, la **fecha** de recolección, **recolector**, características organolépticas (**color, olor, sabor**), **hábitat, hospedante, sustrato** y toda **observación** de interés o referencia.

Algas:

- a.- El material macroscópico puede recogerse manualmente y conservarse en frascos.
- b.- Para las especies epifíticas y epilíticas, se extraen plantas vasculares sumergidas o palustres, algas macroscópicas, rocas, trozos de madera y demás elementos sumergidos y se guardan en frascos.
- c.- Para las especies epifíticas y epilíticas, se extraen plantas vasculares sumergidas o palustres, algas macroscópicas, rocas, trozos de madera y demás elementos sumergidos y se guardan en frascos.

Hongos:

- a.- Los Myxomycetes, cuyos cuerpos fructíferos son extremadamente frágiles, se recolectan con parte del sustrato y se trasladan en cajas hasta el lugar donde se prepararan para su conservación.

b.- Los hongos macroscópicos, "macromicetes", deben recolectarse con el cuerpo fructífero completo; para ello se cava con un cuchillo alrededor de la fructificación, para extraerlos con pie y volva (en el caso de tenerla). Además, se deben recoger ejemplares en distintos estadios de maduración y, dependiendo de la fragilidad del material, se depositan en cajas o bolsas de papel hasta su procesamiento.

c.- Los "micromicetes" y Líquenes se recogen con parte del sustrato en el que se encuentran: trozos de madera o corteza, órganos de plantas vasculares, etc.

Suelo y raíces:

Plantas herbáceas

a.- Se recolectarán 2-3 individuos de plantas herbáceas nativas, las que se extraerán completas (vástago y raíces), cuidando de recoger el suelo que rodea al sistema radical.

b.- Cada individuo por separado, se guardará completo con el suelo circundante en bolsas de nailon y se conservarán en heladera.

c.- Las muestras de suelo se procesarán y analizarán en los TPs referidos a Glomeromycota.

d.- Para estudiar las raíces, se separarán de los vástagos, se lavaran con agua corriente y se conservarán en frascos con etanol al 70% en la heladera hasta su procesamiento en los TPs referidos a Glomeromycota.

Plantas leñosas

e.- Para las raíces de plantas leñosas, éstas se recogeran en 3-5 puntos alrededor del árbol a estudiar, se colocarán en bolsas de nailon y se conservarán en la heladera hasta su observación en los TPs referidos a Dikarya y sus asociaciones simbióticas.

Vástagos:

a.- Los vástagos y cariopsis de diferentes Poaceae se recogerán manualmente, manteniéndolos en bolsas de papel o nailon, que se conservan en heladera hasta su procesamiento en los TPs referidos a Dikarya y sus asociaciones simbióticas.

B. Conservación de materiales:

Los fijadores o conservantes son sustancias que producen muerte celular, algunos son cancerígenos, alergénicos y, generalmente, tóxicos. Su manipulación debe realizarse con cuidado y utilizando guantes.

Las Algas conservados en medio líquido se deben mantener en frascos rotulados exteriormente (para facilitar su manipulación) e interiormente (para mayor seguridad y evitar confusiones).

Entre los líquidos fijadores, el "FAA" (formol, ácido acético, alcohol), de uso universal, es un buen conservante aunque resulta extremadamente tóxico. También se utilizan otros fijadores para conservar Algas de agua dulce o salada y "macromicetes". El pH alcalino de los fijadores se mantiene con bórax.

Fórmula del FAA:

Alcohol etílico	50 ml
Ácido acético glacial	5 ml
Formol 37-40 %	10 ml
Agua	35 ml

Fórmula para Algas dulceacuícolas:

Agua	72 ml
Formol	5 ml
Ácido acético glacial	3 ml
Glicerina	20 ml

Fórmula para Algas marinas:

Agua de mar	90 %
Formol	10 %

***Fórmula para Formalina:**

Formol	10 ml
Agua	100 ml

▫El volumen de formol utilizado depende de la concentración final v/v de formalina. Por ejemplo: formalina al 4 %, se usan 4 ml. de formol.

Fórmula 2 para "macromicetes" (Alcohol 70 %):

Alcohol etílico	70 ml
Agua	100 ml

C. Secado de materiales:

La desecación de los materiales se debe realizar colocándolos entre capas de papeles, los que deben renovarse cada vez que se humedecen, para evitar su pudrición.

Cada material debe estar acompañado de la etiqueta o rótulo con sus datos.

Algas:

Pueden desecarse extendiéndolas sobre papel de diario o absorbente y prensándolas. Además, pueden incorporarse a los Herbarios, previamente fijadas en los medios de conservación ya indicados.

Hongos y líquenes:

Se extienden sobre papel (de diario o absorbente), dejándolos secar a temperatura ambiente, con aire caliente circulante (con “caloventores”), en estufas de calor forzado o cualquier otro método que permita deshidratarlos lentamente. Se guardan con sus respectivas etiquetas en cajas de papel o sobres, dependiendo de su fragilidad.

Para el caso particular de los Hongos con sombrero o pileados, es importante obtener la esporada; para ello, se debe colocar el sombrero de alguno de los individuos de la muestra con las laminillas o poros hacia abajo sobre una cartulina confeccionada con una mitad negra y la otra blanca.

Una vez secos y en cajas o sobres, se exponen a distintos procedimientos para eliminar insectos, ácaros y hongos parásitos, con sus huevos o esporas, respectivamente. Ello se logra mediante el “**freezado**” de las muestras durante 72 horas o lavado de las mismas con solución alcohólica de bicloruro de mercurio (sumamente tóxica y cancerígena).

Cuando los ejemplares herborizados fueron desinfectados, se los mantienen en lugares frescos y oscuros. Para preservarlos de la voracidad de insectos y ácaros puede agregarse **naftalina** dentro de las cajas o sobres. Aunque ésta es tóxica y cancerígena, se recomienda el “**freezado**” de los materiales cada 6 meses.

Preparación de la Colección personal:

1. Los alumnos presentarán una Colección personal, la que una vez evaluada se depositará en la Cátedra para formar parte de la Colección didáctica de la misma.
2. Esta Colección estará constituido por 10 ejemplares de Algas y 10 de Hongos recolectados durante el Trabajo Práctico de Campo.
3. Las muestras recolectadas, fotografiadas, conservadas, desecadas y desinfectadas según corresponda a cada grupo de organismos estudiados, deberán presentarse con sus respectivas etiquetas donde se hallarán los datos correspondientes del ejemplar: nombre científico, posición taxonómica, fecha, lugar, sustrato, recolector, etc.

4. La determinación de los ejemplares se realizará en los Trabajos Prácticos de Laboratorio establecidos para tal fin. Durante los mismos, los ejemplares se clasificarán, se fotografiarán y se dibujarán siguiendo la metodología aplicada en los Trabajos Prácticos de Laboratorio.

5. La Colección personal a evaluar consistirá en:

- a. Los ejemplares debidamente etiquetados y clasificados.
- b. Un *powerpoint* o *prezi* que incluya las fotos de cada material, con los dibujos de los mismos rotulados con sus caracteres diagnósticos y acompañados por la posición taxonómica de cada uno.

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 8: HONGOS S.S.
FUNGI PARTE I. GRUPOS BASALES: CHYTRIDIOMYCOTA, BLASTOCLADIOMYCOTA
NEOCALLIMASTIGOMYCOTA Y MUCOROMYCOTINA INCERTAE SEDIS

Introducción Teórica

El Reino Fungi (Figura A) comprende a organismos que presentan nutrición por absorción, la fase somática es generalmente micelial (cenocítica o filamentosa septada) bien desarrollada, también puede ser celular en pocos casos. En los hongos, un grupo basal aún conserva flagelos en sus zoósporas (Chytridiomycota, Blastocladiomycota, Neocallimastigomycetes), pero en la gran mayoría de ellos sus ciclos vitales carecen por completo de las células flageladas y de centriolos. La reproducción asexual puede ocurrir por gemación, fragmentación, esporangiósporas, conidios o zoósporas en los más primitivos. La reproducción sexual da origen a zigósporas, ascósporas o basidiósporas. Entre los grupos que no poseen flagelo se encuentran las divisiones Ascomycota, Basidiomycota, Glomeromycota, Mucoromycotina *i.s.* y sus formas anamórficas. La morfología de los talos difiere según el grupo basal de los Hongos *s.s.* (Figura B, C y D).

Chytridiomycota

Chytridiomycetes: pared celular con quitina y β glucanos, zoósporas y planogametas con flagelo posterior en forma de látigo, liso; talo cenocítico o micelial, eucárpico (monocéntrico o policéntrico) (Figura BA y BC) u holocárpico (Figura BB). Hábitat acuático principalmente, terrestres y parásitos. Reproducción asexual mediante el desarrollo de zoosporangios (zoósporas) y esporangios (esporas). Reproducción sexual por copulación planogamética, copulación gamentangial y somatogamia. Comprende los siguientes órdenes:

Chytridiales:

Talo unicelular, holocárpico o eucárpico, pudiendo organizarse en rizoides (cortos y sin núcleos) y rizomicelio (similar a los rizoides pero más extenso y con núcleos); generalmente acuáticos. Isogaméticos. Ciclo de vida haplonte.

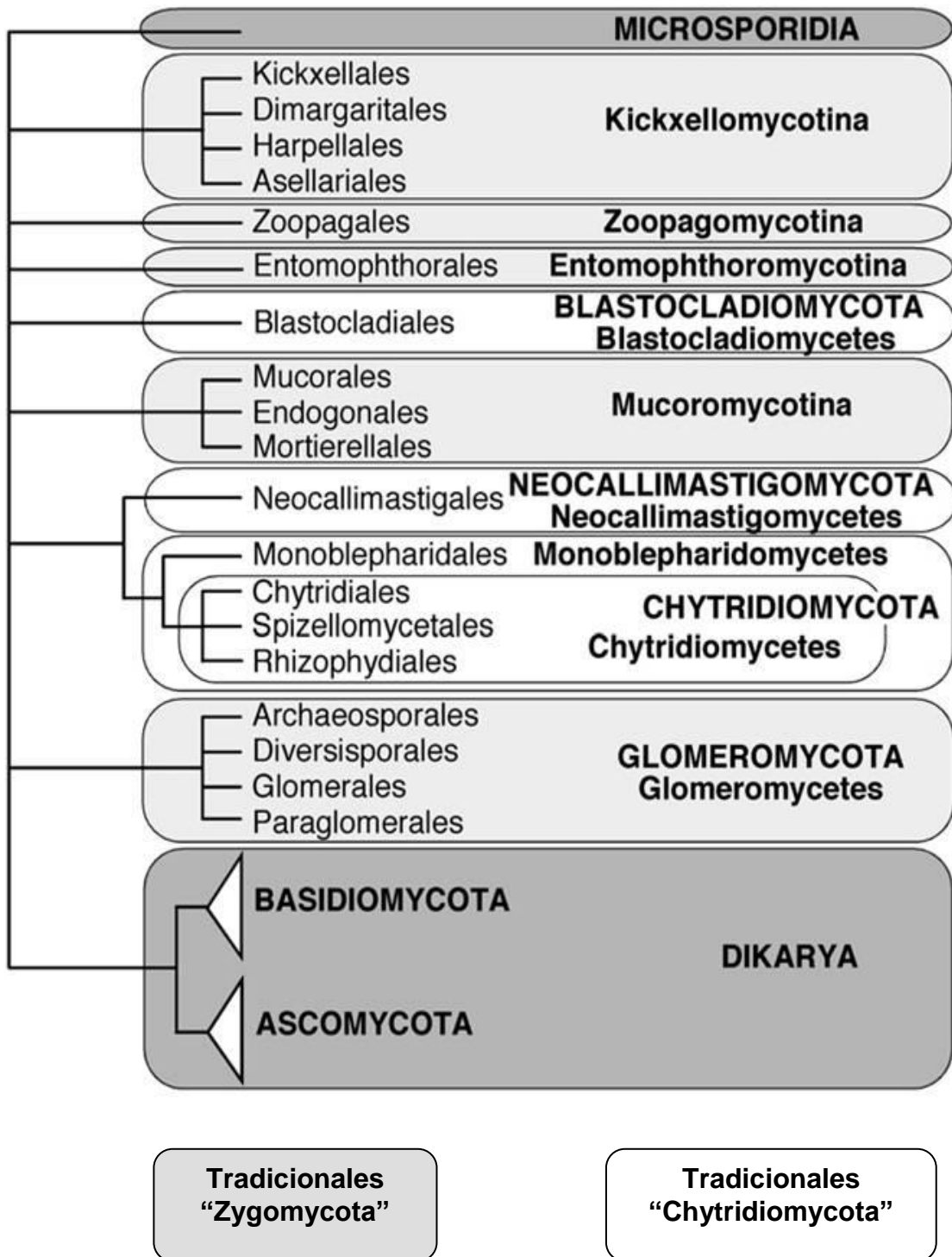


Figura A. Esquema donde se ilustran los principales grupos de organismos del Reino Fungi o Eumycota (Hongos s.s.) según sus relaciones filogenéticas (Hibbett *et al.* 2007).

Spizellomycetales:

Talo unicelular, holocárpico y eucárpico, pudiendo organizarse formando rizoides o rizomicelio, generalmente habitan en suelo (Figura BA). Ciclo de vida haplonte.

Monoblepharidomycetes:

Talos filamentosos, extensos o simples sin ramificar, a menudo con una zona basal de fijación (holdfast); reproducción asexual por zoósporas o autósporas; aparato flagelar con rumposoma; reproducción sexual oogámica (por medio de un anterozoide con un flagelo posterior formado en un anteridio y con gametas femeninas sin flagelos nacidas en un oogonio (Figura BD). Zigota que se transforma en una oóspora. **Monoblepharidales.**

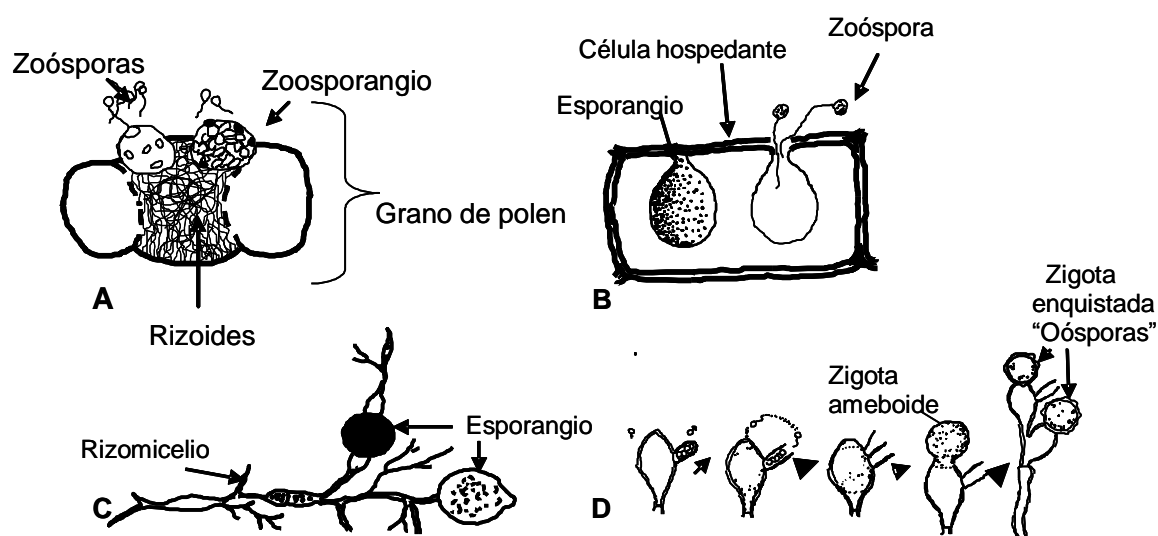


Figura B. Tipos de talos en los grupos basales de Fungi. A. Tallo eucárpico de *Spizellomyces punctatus* (Spizellomycetales) en grano de pino. B. Tallo holocárpico de *Olpidium brassicae* (Olpidiopsidales, ex Chytridiales) en células radicales de crucífera. C. Tallo policéntrico de *Cladochytrium* (Chytridiales). D. Estadios de reproducción oogámica en *Monoblepharis polymorpha* (Monoblepharidales).

Blastocladiomycota

Blastocladiomycetes:

Micelio verdadero, bien desarrollado. Reproducción sexual por copulación planogamética, anisogámico. Ciclo de vida haplodiplonte. **Blastocladales.**

Neocallimastigomycota

Neocallimastigomycetes:

Talo mono o policéntrico, zoósporas mono o poliflageladas. Saprobios anaeróbicos que viven en tracto digestivo de herbívoros. **Neocallimastigales.**

Mucoromycotina incertae sedis (= “Zygomycetes”):

Hongos saprofiticos, depredadores o parásitos (generalmente de artrópodos). Micelio cenocítico con pseudotabiques. Reproducción asexual por esporangiósporas. Reproducción sexual por fusión de gametangios (copulación gametangial) iguales o desiguales, que originan zigosporangios que contienen zigósporas (espora de resistencia), única fase diploide del ciclo vital.

El talo formado por micelio cenocítico bien desarrollado, con o sin rizoides (Figura CA). Pared celular de quitina y quitosano. Reproducción sexual por copulación gametangial, la que origina el zigosporangio y la característica zigóspora, espora diploide de resistencia de pared gruesa, generalmente ornamentada, la que al germinar sufre meiosis y origina un esporangio (con esporas haploides, plurinucleadas). Reproducción asexual por medio de esporangiósporas plurinucleadas producidas en esporangios (Figura CB y Figura D). Homotáticos o heterotáticos. Hábitat terrestre, saprobios, parásitos facultativos de plantas, parásitos obligados de hongos, animales y humanos, también formadores de micorrizas (ectomicorrizas). Comprende los órdenes Mucorales, Endogonales y Mortierelleles.

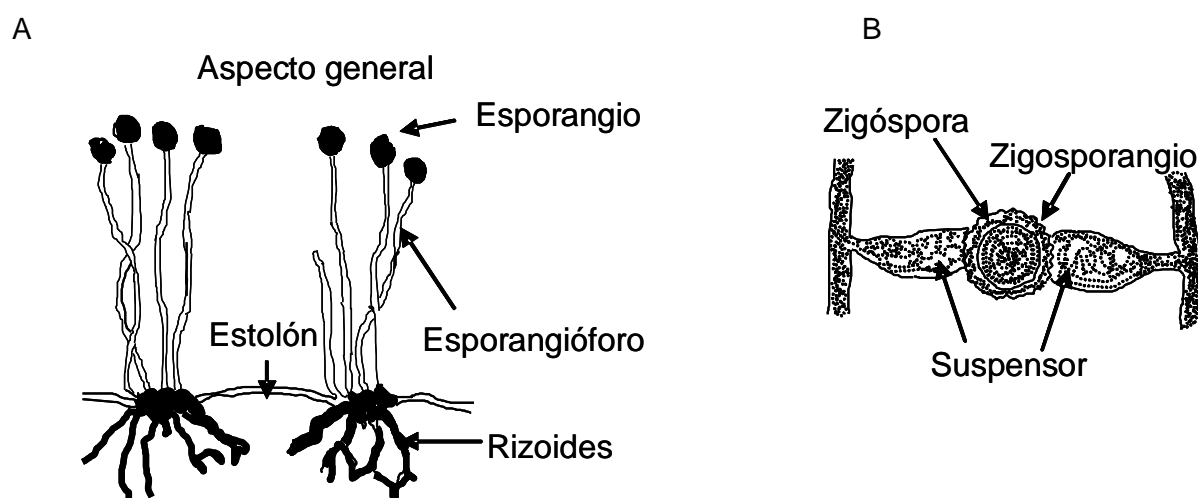


Figura C.A. Aspecto general de un Zygomycetes. B. Esquema reproducción sexual en “Zygomycetes” y estructuras que participan en ella.

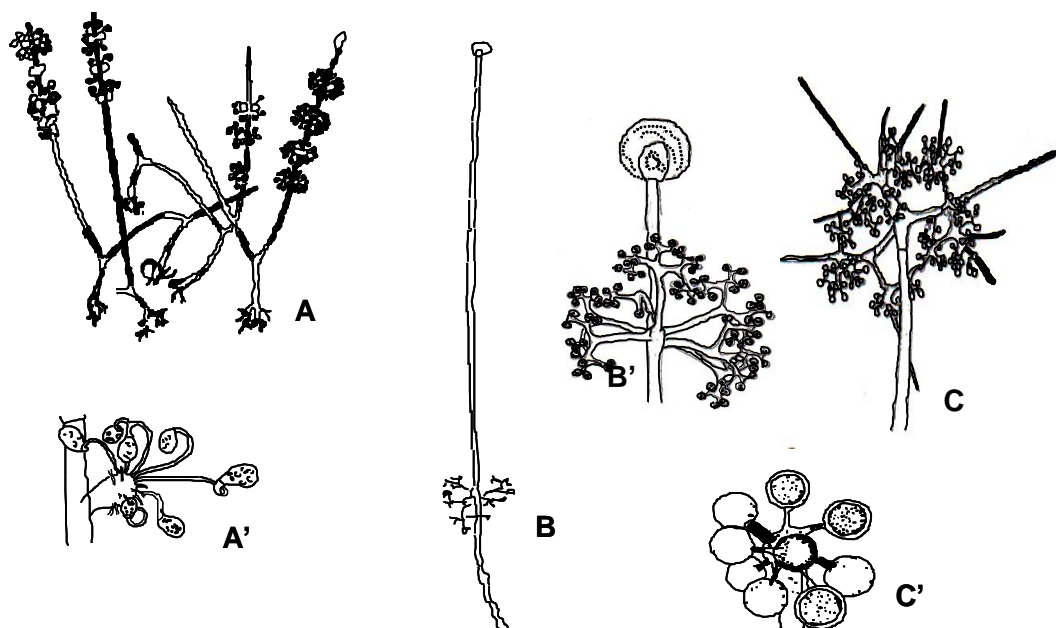


Figura D: Estructuras asexuales: tipos de esporangios A. Aspecto general A'. Esporangios. B. Aspecto general. B'. Esporangio multiesporado terminal y esporangios. C. Aspecto general. C'. Esporangios.

Clave dicotómica de Mucoromycotina:

1. Esporangios indehiscentes. El total de las esporas permanecen adheridas entre sí siendo arrojadas con violencia "in toto" hasta varios metros de distancia. Esporangióforo fotosensible, poseyendo vesículas o ensanchamientos, uno basal (trofociste) y otro subapical (vesícula subesporangial). Micelio viviendo sobre estiércol

Pilobolus

1'. Esporangios dehiscentes. Esporas libres entre sí. Esporangióforo sin engrosamientos. Micelio viviendo sobre sustancias animales o vegetales en descomposición, nunca sobre estiércol

2. Micelio con rizoides

3. Esporangióforos que surgen a nivel de los rizoides

Rhizopus

3'. Esporangióforos nunca surgiendo a nivel de los rizoides

Absidia

2'. Micelio sin rizoides

Mucor

Listado de materiales disponibles:

Mucoromycotina *i. s.*

Ord. Mucorales

Fam. Mucoraceae

1. *Rhizopus* sp.

Cuestionario:

- 1 - ¿Qué características definen a Mucoromycotina?
- 2 - Compare los Phyla y Subphylum que abarca este trabajo práctico, ¿qué estructuras los diferencian?
- 3 - Una zigóspora, ¿es diploide?. ¿Y una esporangióspora?. ¿Por qué?
- 4 - ¿Cuál/es es/son el/los mecanismo/s de unión sexual en los Mucoromycotina?
- 5 - ¿Existe alguna diferencia entre lo denominado esporangio y esporangíola?. ¿Cuál?
- 6 - ¿Cuál es el tipo de nutrición que caracteriza a las Divisiones de Mucoromycotina?
- 7 - ¿Qué carácter/es reúne/n a los miembros del grupo basal del Reino Fungi?
- 8 - ¿Cómo define a un talo holocárpico?, y ¿uno eucárpico?. ¿Estos términos son sinónimos de monocéntrico y policéntrico?
- 9 - Defina: rizomicelio, esporangióforo, copulación planogamética, copulación gametangial, somatogamia, espermatización, homotalismo, heterotalismo, micelio, hifa.

Bibliografía:

- Alexopoulos, C. J. & C. W. Mims. 1985. Introducción a la Micología. Ed. Omega, Barcelona. 638 págs.
- Alexopoulos C. J., C. W. Mims y M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. 4th. Ed. John Wiley & Sons, NY. 868 págs.
- Cepero de García, M. C., S. Restrepo Restrepo, A. E. Franco-Molano, M. Cárdenas Toquica, N. Vargas Estupiñán. 2012. Biología de Hongos, 520 págs. Universidad de los Andes, Colombia.
- Hibbett, D. S., M. Binder, J. F. Bischoff, M. Blackwell, P. F. Cannon, O. E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P. M. Kirk, R. Lu Cking, H. Thorsten Lumbsch, F. Lutzoni, P. B. Matheny, D. J. McLaughlin, M. J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J. W. Spatafora, J. A. Stalpers, R. Vilgalys, M. C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G. L. Benny, L. A. Castlebury, P. W. Crous, Y-Ch Dai, W. Gams, D. M. Geiser, G.W. Griffith, C. Gueidan, D. L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R. A. Humber, K. D. Hyde, J. E. Ironside, U. Koljalg, C. P. Kurtzman, K-H. Larsson, R.

- Lichtwardt, J. Longcore, J. M. Dlikowska, A. Miller, J-M. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J. D. Rogers, C. Roux, L. Ryvarden, J. P. Sampaio, A. Schußler, J. Sugiyama, R. G. Thorn, L. Tibell, W. A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M. M. White, K. Winka, Y-J Yao, N. Zhang. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol. Res.* 111: 509 - 547.
- Kendrick, B. 2000. The Fifth Kingdom. Ed. Focus Information Group, Inc., Mycologue Publications. 373 págs.
 - Scigel, R. F., R. J. Bandoni, J. R. Maze, G. E. Rouse, W. B. Schofield, J. R. Stein. 1991. Plantas no vasculares. Ed. Omega, S. A., Barcelona. 548 págs.
 - Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona. 1244 págs.
 - Kirk, P. M., P. F. Cannon, J. C. David, J. A. Stalpen. (Eds.) 2001. Dictionary of the Fungi. 9th Edition. CAB International. 655 págs.
 - Tree of Life Project: <http://tolweb.org/tree/>

TAXONOMÍA DE **CHYTRIDIOMYCOTA** (Hibbett *et al.* 2007)

Clase **Chytridiomycetes**

Orden Chytridiales

Orden Rizophidiales

Orden Spizellomycetales

Clase **Monoblepharidomycetes**

Orden Monoblepharidales

TAXONOMÍA DE **BLASTOCLADIOMYCOTA** (Hibbett *et al.* 2007)

Clase **Blastocladiomycetes**

Orden Blastocladales

TAXONOMÍA DE **NEOCALLIMASTIGOMYCOTA** (Hibbett *et al.* 2007)

Clase **Neocallimastigomycetes**

Orden Neocallimastigales

TAXONOMÍA DE **MUCOROMYCOTINA** *incertae sedis* (Hibbett *et al.* 2007)

Orden Endogonales

Orden Mucorales

Orden Mortierellales

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 9 y 10: HONGOS S. S.
FUNGI PARTE I. GRUPOS BASALES: GLOMEROMYCOTA Y SUS ASOCIACIONES
SIMBIÓTICAS.

Introducción Teórica

Glomeromycota

Glomeromycetes:

Se caracterizan por su reproducción asexual, por ser simbioses biótrosos obligados y por formar micorrizas arbusculares, por lo que se los denomina hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Las esporas de resistencia, junto con el micelio extrarradical y los fragmentos de raíces colonizadas, son los propágulos que pueden reiniciar la colonización de los hospedantes, aunque son solo las esporas las que permanecen viables durante largos períodos de tiempo en el suelo; además, éstas son los únicos propágulos de HMA que pueden identificarse a nivel específico con cierto grado de certeza. La taxonomía tradicional de los Glomeromycota permite delimitar morfo-especies y está basada en las características morfo-anatómicas de las esporas (cantidad y tipos de paredes, ornamentaciones, coloración, tamaño, forma, etc.) (Figura A) y en el tipo de desarrollo de las mismas. Actualmente, teniendo en cuenta predominantemente las características moleculares y morfo-anatómicas de las esporas, los Glomeromycota están representados por *ca.* 230 especies de HMA (Cepero de García *et al.* 2012; Paracer & Ahmadjian 2000).

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas establecidas entre determinados grupos de hongos y las raíces de plantas vasculares y órganos de absorción de Bryophyta *s. l.* En general, en estas simbiosis, los hongos reciben del hospedante compuestos carbonados, hábitat y diversidad de nichos ecológicos, mientras que les entregan a las plantas nutrientes, especialmente las sustancias poco móviles o de baja disponibilidad en el suelo (como el fósforo y el nitrógeno), minerales y agua. Además, brindan al hospedante algunos beneficios, tales como producción de sustancias reguladoras del crecimiento, aumento de la tasa fotosintética y ajuste osmótico a la sequía, entre otros. Aproximadamente, el 90% de las plantas posee algún tipo de micorriza, de las cuales el 80% son micorrizas arbusculares formadas por los Glomeromycota (Cepero de García *et al.* 2012; Paracer & Ahmadjian 2000).

Los Glomeromycota colonizan las raíces de las plantas formando una asociación simbiótica micorrízica arbuscular. En el interior de las raíces del hospedante presentan estructuras (Figura B y C)

que los caracterizan: arbúsculos (sitio de intercambio de nutrientes entre simbios), vesículas (con función de reserva de nutrientes del HMA) e hifas que colonizan inter e intracelularmente las células de la planta y que al replegarse se denominan circunvoluciones (en las que probablemente ocurre intercambio de nutrientes planta-hongo). En el micelio que se encuentra en el suelo se forman las esporas (propágulos de resistencia, ver Figura A) y las células auxiliares (solitarias o agrupadas) de función aún desconocida (Figura C) (Cepero de García *et al.* 2012).

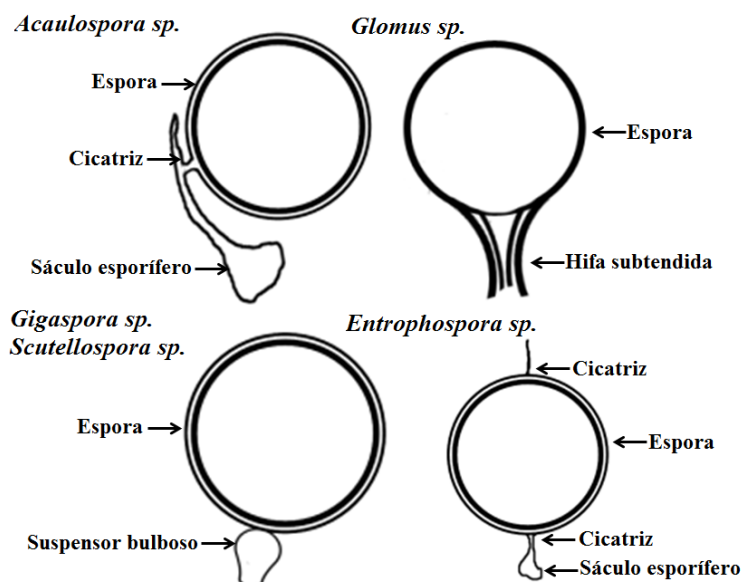


Figura A. Esquemas de las esporas de los géneros *Acaulospora*, *Glomus*, *Entrophospora*, *Gigaspora* y *Scutellospora* (Glomeromycota) con sus estructuras características.

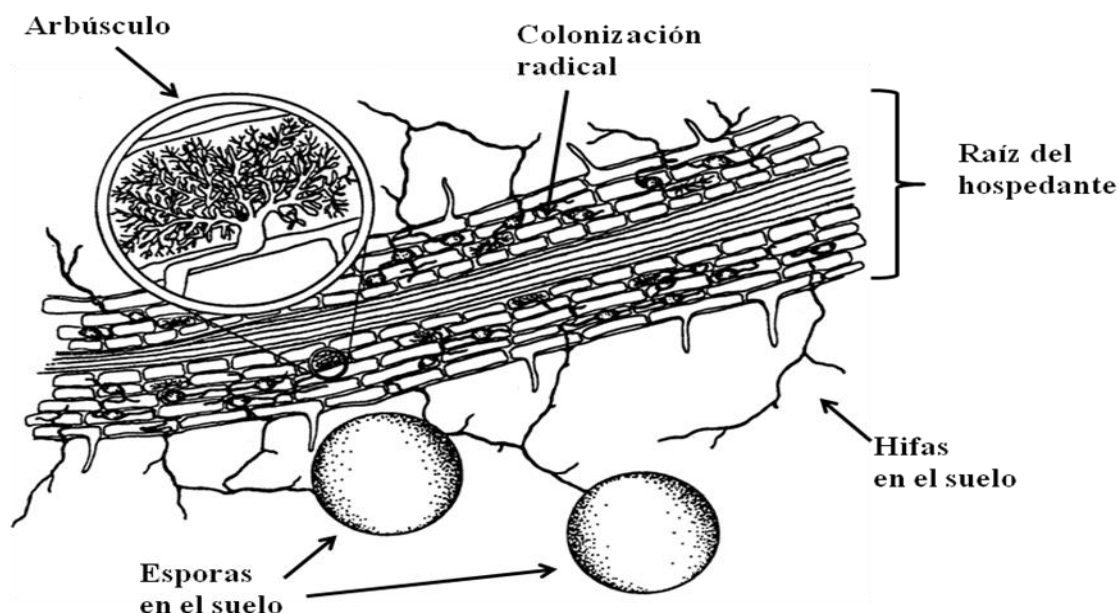


Figura B. Esquemas de una raíz colonizada por Glomeromycota con las estructuras intrarradicales y el detalle de un arbúsculo, esporas y las hifas extrarradicales en el suelo.

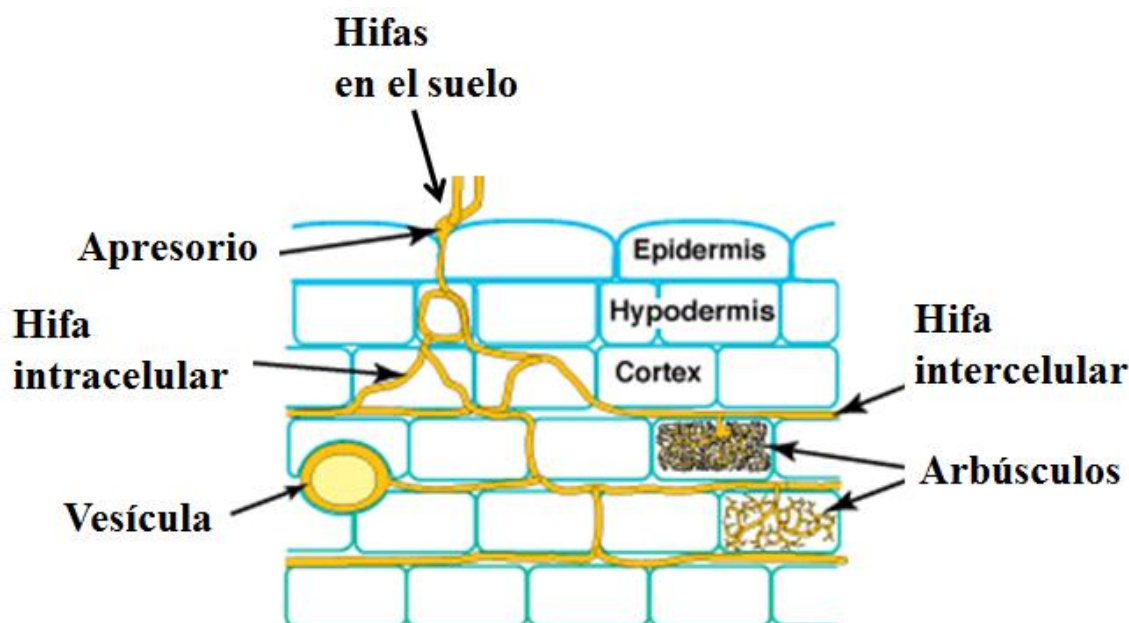


Figura C. Esquemas de una raíz colonizada por Glomeromycota con las estructuras intrarradicales: arbusculos, vesícula, hifas intrarradicales creciendo inter- e intracelularmente en la planta, hifas extrarradicales y apresorio o punto de entrada.

Objetivos

Son los que se detallan previamente en la página 33 de esta Guía (Trabajos Prácticos de Laboratorio. Generalidades).

Actividades

Sumadas a las **Actividades** comunes a todos los TP de Laboratorio de este curso (ver página 33 de este Manual), se detallan a continuación las particulares de los TPs N° 9 y 10.

Actividades TP N° 9

- Observación macroscópica de hospedantes nativos y microscópica de preparados de las asociaciones simbióticas y de los hongos pertenecientes a Glomeromycota.
- Esquematizar la morfología de los taxones observados. Consignar el nombre del hospedante y el tipo nutricional que poseen estos hongos.
- Dibujar detalladamente los caracteres observados al microscopio.
- Con las raíces de hospedantes nativos, realizar la técnica de clarificación y tinción utilizada en el estudio de estos hongos. Inicio de la técnica para continuarla en el TP N° 10.

- Iniciación de la técnica de tamizado húmedo y decantación para la obtención de esporas nativas del suelo local, se continúa en el TP N° 10.

Actividades TP N° 10

- Elaboración de preparados histológicos con las raíces clarificadas y teñidas en el TP anterior.
- Centrifugación con sacarosa de las muestras obtenidas en el TP anterior por el método de tamizado húmedo y decantación.
- Observación de los preparados histológicos elaborados y de las esporas obtenidas por los alumnos.
- Esquematar la morfología de los taxones observados. Consignar el nombre del hospedante y el tipo nutricional que poseen estos hongos.
- Dibujar detalladamente los caracteres observados al microscopio.
- Determinación de los taxones observados.
- Clasificación taxonómica de los materiales observados e ilustrados.

Clave dicotómica de Glomeromycota:

1. Esporas terminales formadas sobre un ensanchamiento (suspensor bulboso) de la hifa fértil. Las hifas que colonizan las raíces del hospedante no forman vesículas y en el suelo forman células auxiliares simples o agrupadas

Gigaspora, Scutellospora

1'. Esporas terminales, intercalares o subterminales en la hifa fértil, cuando subterminales formadas a partir de un sáculo esporífero. Las hifas que colonizan las raíces del hospedante forman vesículas y en el suelo no forman células auxiliares

2. Esporas terminales o intercalares

3. Esporas solitarias, en agregados o esporocarpos

Glomus

3'. Esporas en agregados o esporocarpos, ubicadas una al lado de la otra

Sclerocystis

2'. Esporas subterminales

4. Esporas formadas lateralmente al cuello del sáculo esporífero, formando una única cicatriz en la zona de unión con éste

Acaulospora

4'. Esporas formadas intercaladamente entre el sáculo esporífero y la hifa subtendida, formando dos cicatrices en la zona de unión con éste y con la hifa

Entrophospora

Listado de materiales disponibles:

Clase Glomeromycetes

Ord. Diversisporales

Fam. Acaulosporaceae

1. *Acaulospora* sp.

2. *Entrophospora* sp.

Fam. Gigasporaceae

3. *Gigaspora* sp.

4. *Scutellospora* sp.

Ord. Glomerales

Fam. Glomeraceae

5. *Glomus* sp.

6. *Sclerocystis* sp.

Cuestionario:

- 1 - ¿Qué características definen a Glomeromycota?.
- 2 - ¿Por qué se los incluía en Zygomycota? ¿Forman cigoto o cigóspora?¿Por qué?.
- 4 - ¿Cuál/es es/son el/los mecanismo/s de unión sexual en los Glomeromycota?.
- 5 - ¿Existe alguna diferencia entre los géneros?. ¿Cuál?.
- 6 - ¿Cuál es el tipo de nutrición que caracteriza a esta División?.
- 7 - ¿Qué carácter/es reúne/n a los miembros del grupo basal del Reino Fungi?.
- 8 - ¿Cómo define a una micorriza arbuscular?.
- 9 - Defina arbusculo, circunvolución, vesícula, apresorio.
- 10.- ¿Cómo es el ciclo de vida de un Glomeromycota? ¿Dónde transcurre cada estadio del mismo?.

Bibliografía:

- Alexopoulos, C. J. & C. W. Mims. 1985. Introducción a la Micología. Ed. Omega, Barcelona. 638 págs.
- Alexopoulos C. J., C. W. Mims y M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. 4th. Ed. John Wiley & Sons, NY. 868 págs.
- Cepero de García, M. C., S. Restrepo Restrepo, A. E. Franco-Molano, M. Cárdenas Toquica, N. Vargas Estupiñán. 2012. Biología de Hongos, 520 págs. Universidad de los Andes, Colombia.
- Hibbett, D. S., M. Binder, J. F. Bischoff, M. Blackwell, P. F. Cannon, O. E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P. M. Kirk, R. Lu Cking, H. Thorsten Lumbsch, F. Lutzoni, P. B. Matheny, D. J. McLaughlin, M. J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J. W. Spatafora, J. A. Stalpers, R. Vilgalys, M. C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G. L. Benny, L. A. Castlebury, P. W. Crous, Y-Ch Dai, W. Gams, D. M. Geiser, G.W. Griffith, C. Gueidan, D. L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R. A. Humber, K. D. Hyde, J. E. Ironside, U. Koljalg, C. P. Kurtzman, K-H. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. M. Dlikowska, A. Miller, J-M. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J. D. Rogers, C. Roux, L. Ryvarden, J. P. Sampaio, A. Schuëler, J. Sugiyama, R. G. Thorn, L. Tibell, W. A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M. M. White, K. Winka, Y-J Yao, N. Zhang. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol. Res.* 111: 509 - 547.
- Kendrick, B. 2000. The Fifth Kingdom. Ed. Focus Information Group, Inc., Mycologue Publications. 373 págs.
- Paracer, S., & V. Ahmadjian. 2000. Symbiosis. Oxford University Press, Reino Unido. 291 págs.
- Scagel, R. F., R. J. Bandoni, J. R. Maze, G. E. Rouse, W. B. Schofield, J. R. Stein. 1991. Plantas no vasculares. Ed. Omega, S. A., Barcelona. 548 págs.
- Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona. 1244 págs.
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, J. C. David, J. A. Stalpen. (Eds.) 2001. Dictionary of the Fungi. 9th Edition. CAB International. 655 págs.
- Tree of Life Project: <http://tolweb.org/tree/>

TAXONOMÍA DE **GLOMEROMYCOTA** (Cepero de Garía *et al.* 2012)Clase **Glomeromycetes**

Orden Archaeosporales

Fam. Archaeosporaceae

Fam. Appendicisporaceae

Fam. Geosiphonaceae

Orden Diversisporales

Fam. Acaulosporaceae

Fam. Diversisporaceae

Fam. Gigasporaceae

Fam. Pacisporaceae

Orden Glomerales

Fam. Glomeraceae

Orden Paraglomerales

Fam. Paraglomeraceae

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 11: HONGOS S. S. FUNGI PARTE II. SUBREINO DIKARYA. ASCOMYCOTA

Introducción Teórica

Ascomycota:

Hongos saprofitos, simbióticos (micorrícicos y liquenizantes) o parásitos. Unicelulares o con micelio septado. Reproducción asexual por fisión binaria, gemación, fragmentación, artrósporas, clamidósporas o conidios. Reproducción sexual mediante ascósporas (meiósporas) formadas en el asco (meiosporangio). Algunos son unicelulares y pueden formar pseudomicelio, pero la mayoría presenta micelio regularmente tabicado por septos con poro. Pared celular de quitina y β glucano. La fase somática puede formar "tejidos" fúngicos o plecténquimas (prosénquima, pseudoparénquima). Reproducción sexual por copulación gametangial, contacto gametangial, espermatización o somatogamia. Luego de la cariogamia y posterior meiosis, se forma un meiosporangio distintivo de los Ascomycetes, el asco; esta célula sacciforme contiene un número definido de ascósporas (generalmente ocho) (Figura A). La mayoría produce cuerpos fructíferos o ascomas (apotecios, cleistotecios, peritecios, pseudotecios) que contienen a los ascos y a los elementos estériles de dispersión (paráfisis, perífisis, pseudoparáfisis), cuando existen (Figura B). Pueden presentar dos fases reproductivas distintas: ascógena, sexual o perfecta (teleomorfo) (Figura A) y conídica, asexual o imperfecta (anamorfo) (Figura C). En su ciclo de vida coexisten el micelio haploide y una fase dicariótica breve (hifas ascógenas). Viven en los más diversos hábitats (terrestres, epígeos o hipógeos; marinos); pueden ser parásitos de plantas, insectos, animales; saprofitos en el suelo, en madera en descomposición, en mantillo, sobre estiércol y micorrícicos (ectomicorrícicos).

Subphylum Taphrinomycotina

Taphrinomycetes:

Hongos acárpicos, con los ascos expuestos sobre sus hospedantes, ascósporas gemantes aun dentro del asco (producen levaduras), parásitos de plantas; micelio asimilador dicariótico. Orden Taphrinales.

Subphylum Saccharomycotina

Saccharomycetes: crecen usualmente como levaduras (talo unicelular), a menudo formando pseudhifas y/o hifas verdaderas, las paredes celulares tienen predominantemente β glucanos. No forman ascomas, una o más ascósporas formadas en ascos (originados de células aisladas o nacidos en asóforos simples); las divisiones nucleares mitóticas y meióticas son internas a la membrana nuclear; el sistema de membranas delimita los núcleos postmeióticos individualmente; reproducción asexual por gemación holobástica, conidios o fisión (artrósporas). Orden Saccharomycetales.

Subphylum Pezizomycotina

La mayoría de los Ascomycota está representado en este Subphylum. Son predominantemente filamentosos en su fase vegetativa, aunque algunos son dimórficos, creciendo como levaduras en determinadas condiciones; las hifas presentan regularmente tabiques con poro simple, con corpúsculos de Woronin; en la mayoría de los Pezizomycotina las células del talo son uninucleadas y haploides, con excepciones; los ciclos vitales son marcadamente pleomórficos (con estadios teleomórficos presentes o no y anamorfos variables, pudiendo existir varios o ninguno). La reproducción sexual ocurre por la fertilización de un gametangio femenino (el ascogonio) por parte de un gametangio masculino (el anteridio) o bien por una gameta masculina (que puede ser un espermacio o un microconidio). La fase dicariótica del ciclo vital está representada por las hifas ascógenas que se originan en el ascogonio fertilizado; a partir de estas hifas se desarrollan los ascos, lugar en donde ocurre la meiosis que origina a las ascósporas. La reproducción asexual ocurre por mitósporas (conidios). Las características del asco (presencia o ausencia de opérculo, tipo de dehiscencia, cantidad y tipo de paredes) delimitan las clases.

Dothideomycetes

Incluye a los hongos con ascostromas (el ascoma contiene cavidades o lóculos donde se forman los ascos, por ello también fueron denominados "Loculoascomycetes") que contienen ascos bitunicados (con endo y ectotúnica, que permiten un mecanismo de apertura llamado "jack-in-the-box"); frecuentemente patógenos de plantas (endófitos o epífitos) y de otros hongos y animales, también saprófitos (degradan celulosa y hidratos de carbono complejos) y algunos liquenizados. Órdenes Capnodiales, Dothidiales, Myriangiales, Pleosporales.

Eurotiomycetes:

Hongos dermatófitos, producen micosis en general como el pie de atleta y la caspa; degradadores de celulosa, queratina y una amplia gama de sustancias orgánicas complejas, también patógenos de plantas y animales. Producen cleistotecios con ascos prototunicados. Se reproducen asexualmente formando una gran variedad de anamorfos, entre ellos los dermatófitos *Epidermophytum*, *Microsporum*, *Trichophyton* y los ampliamente conocidos *Penicillium* y *Aspergillus*. Órdenes Coryneliales, Eurotiales, Onygenales.

Laboulbeniomyces:

Son organismos inconspicuos que viven adheridos, por medio de haustorios, al exoesqueleto de insectos, milpies y ácaros, actuando aparentemente como comensales; fructifican formando estructuras alargadas similares a peritecios y las ascósporas presentan un tabique medio que las divide en una parte apical que desarrolla un anteridio (con células similares a fiálides productoras de espermacios) y una parte basal que se transforma en ascogonio, el cual es fecundado por los espermacios; los ascos son delicuescentes, no se conocen sus anamorfos y se supone que se dispersan de hospedante en hospedante por medio de sus ascósporas que son adhesivas. Orden Laboulbeniales.

Lecanoromycetes:

Hongos liquenizados; forman apotecios con ascos inoperculados y unitunicados.

Leotiomyces:

Reproducción sexual por medio de cleistotecios (Erysiphales, Myxotrichaceae y Thelebolales) y apotecios pequeños no liquenizados (Cyttariales, Helotiales, Rhytismatales), con ascos inoperculados y unitunicados, con un poro apical por el que se liberan las ascósporas. Son muy diversos morfológicamente y nutricionalmente, pudiendo actuar como patógenos, endófitos o ser micorrícicos; además, colonizan tanto ambientes terrestres como acuáticos.

Orbiliomyces:

Reproducción sexual por medio de apotecios que contiene ascos inoperculados. Orden Orbiliales.

Pezizomyces:

Hongos que fructifican por medio de apotecios que contienen ascos operculados y unitunicados. Orden Pezizales.

Sordariomycetes:

Incluyen a la mayoría de los Ascomycota no liquenizados con peritecios y algunos que forman cleistotecios; los ascos pueden ser uni- o prototunicados; son ubicuos y cosmopolitas. Pueden ser patógenos de plantas, mamíferos y hongos o vivir como endófitos de plantas y artrópodos y como saprótrofos intervienen como descomponedores o en el ciclo de nutrientes. Esta clase tiene abundantes anamorfos, tanto entre los hiphomicetes como en los coelomicetes. Órdenes Diaporthales, Hypocreales, Ophiostomatales, Microascales, Chaetosphaeriales, Sordariales, Xylariales.

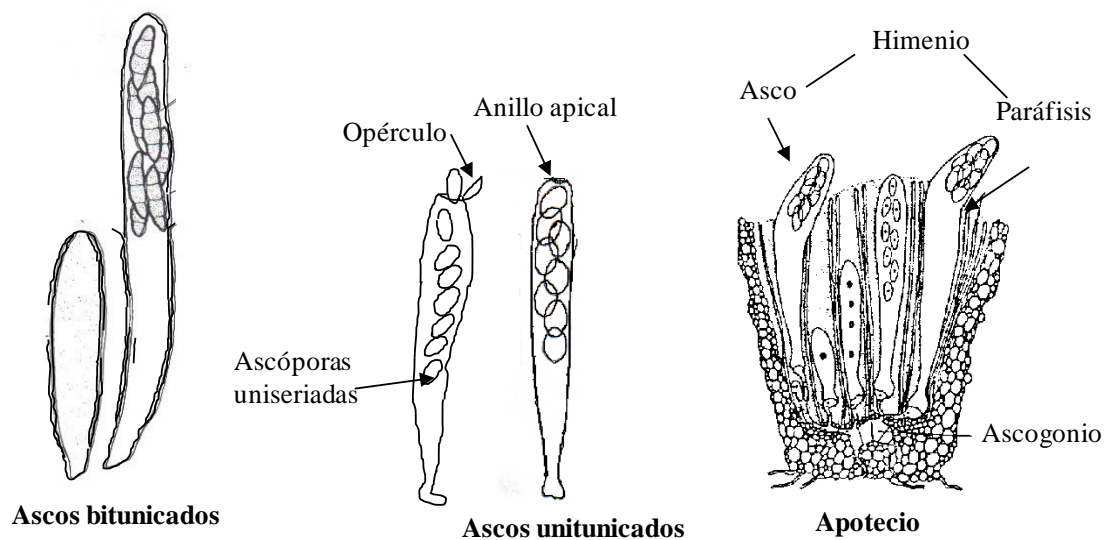


Figura A. Estructuras de la fase telomórfica.

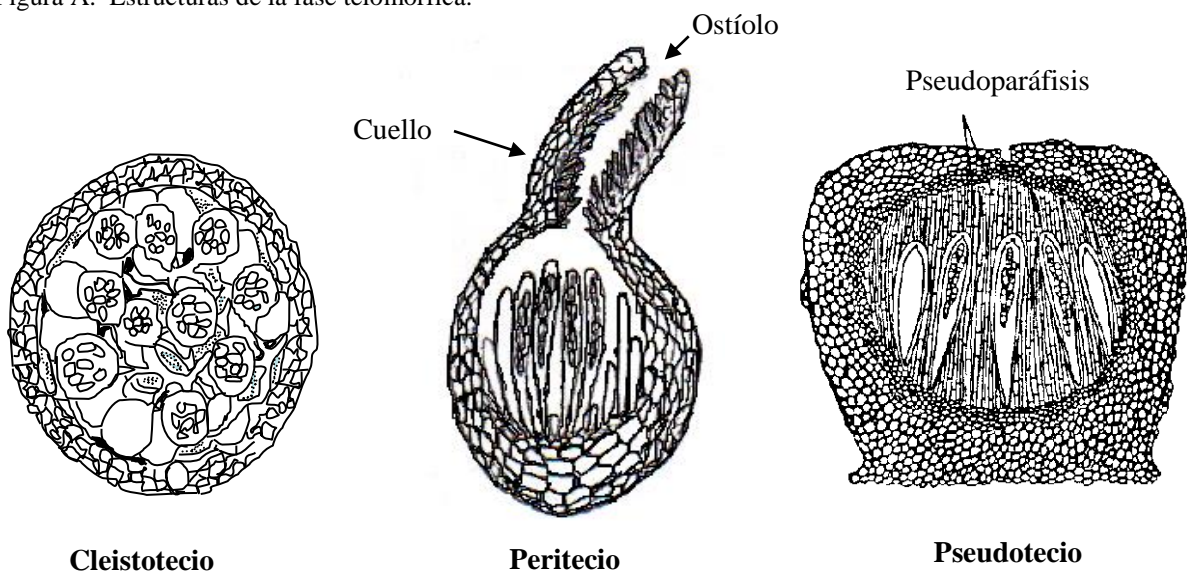


Figura B. Tipos de cuerpos de fructificación.

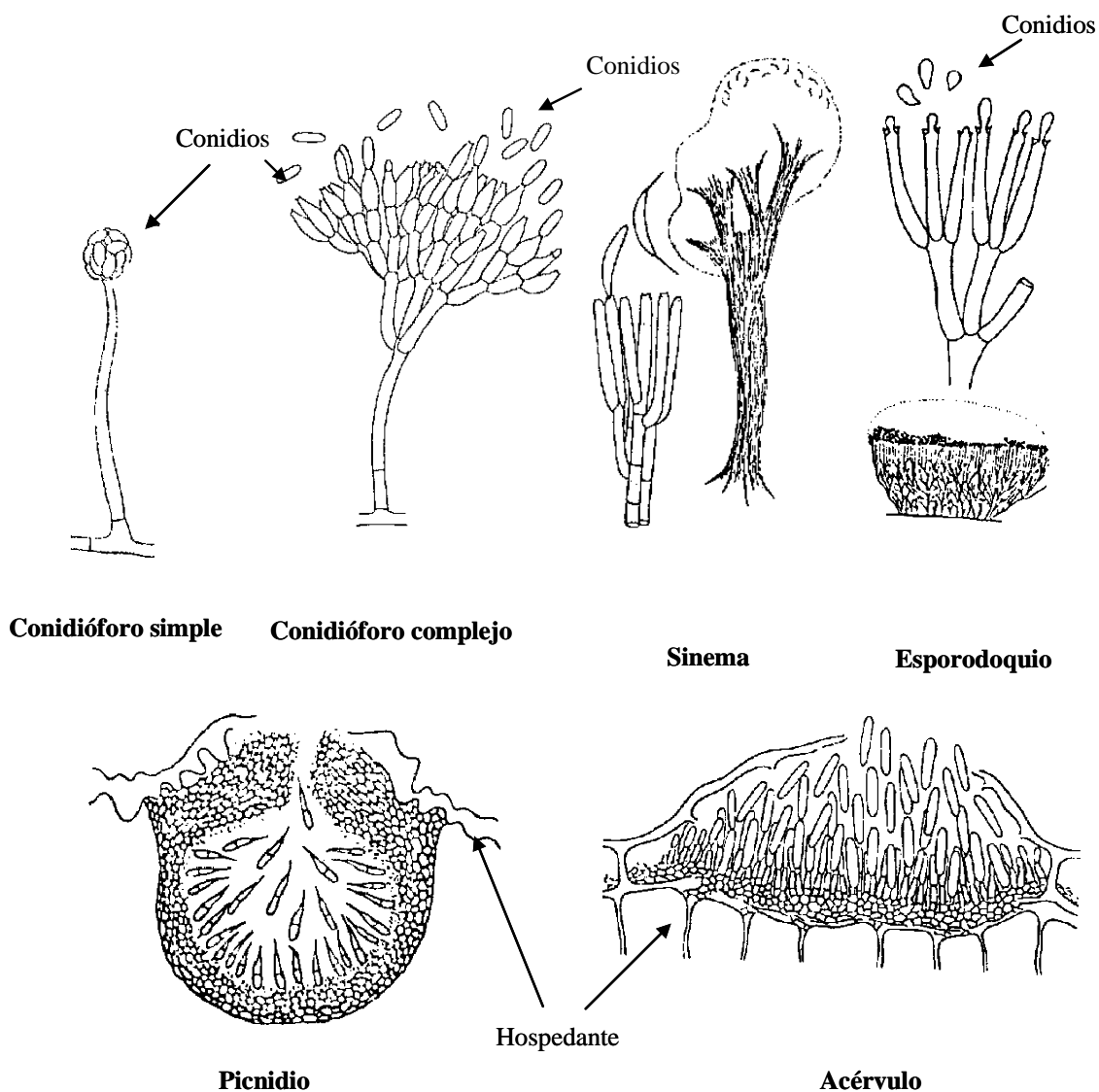


Figura C. Estructuras reproductivas y tipos de fructificación de la fase anamórfica.

Clave dicotómica de Ascomycota:

1. No forman ascocarpos. Unicelulares o con micelio poco organizado
2. Forman micelio
3. Parásitos de plantas superiores
- 3'. Saprófitos
- 2'. No forman micelio

Taphrina

Dipodascus, Endomyces, Eremascus

Saccharomyces

1'. Forman ascocarpos y micelio

4. Forman cleistotecios. Estructuras conidiales muy elaboradas

5. Peridio compuesto por pocas capas de células plana poligonales. Estado imperfecto: ***Aspergillus***

Eurotium

5'. Peridio compuesto por capas externas con células de paredes gruesas y capas internas con células paredes delgadas. Estado imperfecto: ***Penicillium***

Talaromyces

4'. Ascocarpos simples de peritecios, apotecios o ascocarpos múltiples. Estructuras conidiales simples, generalmente poco diferenciadas de las hifas vegetativas

6. Con peritecios

7. Ascocarpos simples, constituidos por un peritecio

8. Esporas con apéndices hialinos, peritecios sin cerdas

Podospora

8'. Esporas sin apéndices hialinos, peritecios con cerdas

Chaetomium

7'. Ascocarpos múltiples

9. Ascocarpos de consistencia dura y de colores oscuros o poco llamativos. Saprófitos

10. Ascocarpos en forma de clava, dedos, ramificados o globosos o planos

11. Ascocarpos en forma de clava o dedos, ramificados o globosos. Peritecios ubicados lateralmente

Xylaria

11'. Ascocarpos globosos a planos. Peritecios dispuestos en capas

12. Ascocarpos globosos, mostrando zonas concéntricas en corte

Daldinia

12'. Ascocarpos planos, con peritecios dispuestos en una capa

Ustulina

10'. Ascocarpos con pedicelos que rematan en un disco. Peritecios ubicados en el disco o en la base del pedicelo

13. Peritecios localizados en el disco. Coprófilos

Poronia

13'. Peritecios localizados en la base del pedicelo. Mirmecófilos

Discoxylaria

9'. Ascocarpos de consistencia blanda, de colores vivos o poco llamativos. Saprófitos

Claviceps

6'. Con apotecios

14. Apotecios típicos epigeos

15. Ascocarpos múltiples, parásitos de planta superiores (*Nothofagus*)

Cyttaria

15'. Ascocarpos simples constituidos por un solo apotecio

16. Apotecios pedicelados, glabros

Morchella

16'. Apotecios sésiles, pilosos

Scutellinia

14'. Apotecios atípicos, hipogeos

Tuber

Listado de materiales disponibles:

Clase Saccharomycetes

Ord. Saccharomycetales

Fam. Saccharomycetaceae

1. *Saccharomyces* sp.

Clase Taphrinomycetes

Ord. Taphrinales

Fam. Taphrinaceae

2. *Taphrina* sp.

Clase Sordariomycetes

Ord. Xylariales

Fam. Xylariaceae

3. *Xylaria* sp.

4. *Poronia* sp.

5. *Daldinia* sp.

Clase Leotiomycetes

Ord. Cyttariales

Fam. Cyttariaceae

6. *Cyttaria* sp.

Clase Pezizomycetes

Ord. Pezizales

Fam. Morchellaceae

7. *Morchella* sp.

Cuestionario:

- 1 - ¿Cuál/es es/son el/los mecanismo/s de unión sexual en los Ascomycota?.
- 2 - ¿Qué es un asco?. ¿Quiénes lo forman?.
- 3 - Defina: conidio, clamidóspora, conidióforo, célula conidiógena, ascogonio, tricógina, anteridio, espermacio, célula ascógena, uncínulo, cleistotecio, apotecio, peritecio y pseudotecio. ¿En qué Clase los puede encontrar?.
- 4 - Si Ud. recolecta en un bosque húmedo picnidios, acérvulos, sinemas y esporodoquios ¿a qué fase del ciclo de vida fúngico se las atribuiría?. ¿A qué clases pertenecen esos organismos?.
- 5 - ¿Qué es una levadura? ¿Todas las levaduras pertenecen a la misma clase, orden, phylum?.

Bibliografía:

- Alexopoulos, C. J. & C. W. Mims. 1985. Introducción a la Micología. Ed. Omega, Barcelona. 638 págs.
- Alexopoulos C. J., C. W. Mims y M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. 4th. Ed. John Wiley & Sons, NY. 868 págs.
- Cepero de García, M. C., S. Restrepo Restrepo, A. E. Franco-Molano, M. Cárdenas Toquica, N. Vargas Estupiñán. 2012. Biología de Hongos, 520 págs. Universidad de los Andes, Colombia.
- Hibbett, D. S., M. Binder, J. F. Bischoff, M. Blackwell, P. F. Cannon, O. E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P. M. Kirk, R. Lu Cking, H. Thorsten Lumbsch, F. Lutzoni, P. B. Matheny, D. J. Mclaughlin, M. J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J. W. Spatafora, J. A. Stalpers, R. Vilgalys, M. C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G. L. Benny, L. A. Castlebury, P. W. Crous, Y-Ch Dai, W. Gams, D. M. Geiser, G.W. Griffith, C. Gueidan, D. L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R. A. Humber, K. D. Hyde, J. E. Ironside, U. Koljalg, C. P. Kurtzman, K-H. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. M. Dlikowska, A. Miller, J-M. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J. D. Rogers, C. Roux, L. Ryvarden, J. P. Sampaio, A. Schußler, J. Sugiyama, R. G. Thorn, L. Tibell, W. A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M. M. White, K. Winka, Y-J Yao, N. Zhang. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol. Res.* 111: 509 - 547.
- Kendrick, B. 2000. The Fifth Kingdom. Ed. Focus Information Group, Inc., Mycologue Publications. 373 págs.
- Scagel, R. F., R. J. Bandoni, J. R. Maze, G. E. Rouse, W. B. Schofield, J. R. Stein. 1991. Plantas no vasculares. Ed. Omega, S. A., Barcelona. 548 págs.
- Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona. 1244 págs.

- Kirk, P. M., P. F. Cannon, J. C. David, J. A. Stalpen. (Eds.) 2001. Dictionary of the Fungi. 9th Edition. CAB International. 655 págs.
- Tree of Life Project: <http://tolweb.org/tree/>

TAXONOMÍA DE DIKARYA. Parte I.

Phylum Ascomycota (Hibbett *et al.*, 2007)

Subphylum Taphrinomycotina

Clase **Taphrinomycetes**

Orden Taphrinales

Clase **Neoelectomycetes**

Orden Neoelectales

Clase **Pneumocystidomycetes**

Orden Pneumocystidales

Clase **Schizosaccharomycetes**

Orden Schizosaccharomycetales

Subphylum Saccharomycotina

Clase **Saccharomycetes**

Orden Saccharomycetales

Subphylum Pezizomycotina

Clase **Dothideomycetes**

Subclase Dothideomycetidae

Orden Capnodiales

Orden Dothidiales

Orden Myriangiales

Subclase Pleosporomycetidae

Orden Pleosporales

Clase **Eurotiomycetes**

Subclase Eurotiomycetidae

Orden Coryneliales

Orden Eurotiales

Orden Onygenales

Clase **Laboulbeniomycetes**

Orden Laboulbeniales

Clase **Lecanoromycetes**

Subclase Lecanoromycetidae

Orden Lecanorales

Orden Peltigerales

Orden Telochistales

Clase **Leotiomycetes**

Subclase Leotiomycetidae

Orden Cyttariales

Orden Helotiales

Orden Erysiphales

Clase **Orbiliomycetes**

Orden Orbiliales

Clase **Pezizomycetes**

Orden Pezizales (Flia. Tuberaceae)

Clase **Sordariomycetes**

Subclase Hypocreomycetidae

Orden Hypocreales (=Clavicipitales) Orden Microascales

Subclase Sordariomycetidae

Orden Diaporthales

Orden Ophiostomatales

Orden Sordariales

Subclase Xylariomycetidae

Orden Xylariales

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 12: HONGOS S. S.

FUNGI III. SUBREINO DIKARYA. BASIDIOMYCOTA

Introducción Teórica

Hongos saprofiticos, mutualistas (micorrícicos y liquenizantes) o parásitos. Unicelulares o con micelio septado. Reproducción asexual por gemación, fragmentación, artrósporas, oídios o conidios. Reproducción sexual mediante basidiósporas (meiósporas) formadas en el basidio (meiosporangio) (Cepero *et al.* 2012). (Ver Taxonomía de **DIKARYA**. Parte II.).

Basidiomycota

Algunos son unicelulares pero la mayoría presenta micelio regularmente tabicado por septos con dolíporo. Pared celular de quitina y β glucano. La fase somática puede formar “tejidos” fúngicos o plecténquimas (prosénquima, pseudoparénquima), cordones miceliars, esclerocios o rizomorfos. Cuando la reproducción asexual ocurre mediante conidios (generalmente oídios) los mismos se producen en hifas del micelio primario (haploide). Reproducción sexual por copulación gametangial, contacto gametangial, espermatización o somatogamia. Luego de la cariogamia y posterior meiosis, se forma un meiosporangio distintivo de los Basidiomycetes, el basidio (Figura A); esta célula sacciforme forma exógenamente un número definido de basidiósporas (generalmente cuatro). La mayoría produce cuerpos fructíferos, basidiomas o basidiocarpos (estipitados, demedidados, efuso-reflejos, resupinados) (Figura B, C y D) que contienen a los basidios y a los elementos estériles de dispersión (cistidios, basidiolas, hifidios), que pueden faltar. Los basidiocarpos pueden estar organizados en distintos sistemas hifales (monomítico, dimítico, trimítico) (Figura E). Pueden presentar dos fases reproductivas distintas: basidiógena, sexual o perfecta (teleomorfo) y conídica, asexual o imperfecta (anamorfo). En su ciclo de vida coexisten el micelio haploide (micelio primario) y una fase dicariótica extensa (micelio secundario), que se reorganiza formando los cuerpos fructíferos, los probasidios y metabasidios (micelio terciario). En el micelio dicariótico son frecuentes las fíbulas que intervienen en el proceso de dicarionización, las que pueden encontrarse también en micelios homocarióticos. Viven en los más diversos hábitats (terrestres epígeos o hipógeos, marinos); pueden ser parásitos de plantas, insectos, animales; saprofiticos en el suelo, en madera en descomposición, en mantillo, sobre estiércol y micorrícicos (ectomicorrícicos). Esta División consta

de 30 Órdenes, aunque en este curso sólo serán considerados algunos de ellos reunidos en las Clases Pucciniomycetes, Ustilagomycetes, Exobasidiomycetes, Tremellomycetes, Dacrymycetes, Agaricomycetes y Agaricomycetes *incertae sedis* (Hibbett *et al.*, 2007). Órdenes: Agaricales, Polyporales, Auriculariales, Boletales, Dacrymycetales, Exobasidiales, Geastrales, Phallales, Septobasidiales, Tremellales, Corticiales, Russulales, Theleporales, Ustilaginales, Tilletiales, Pucciniales.

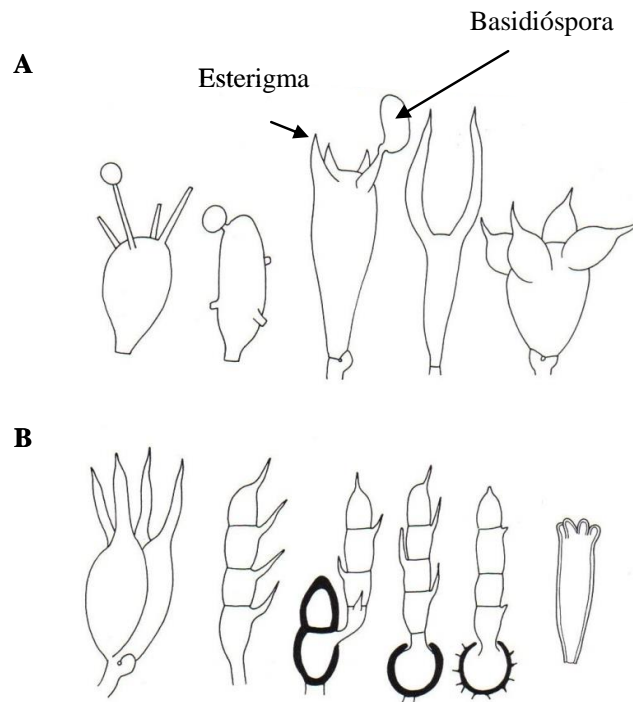


Figura A. Tipos de basidios. A. Holobasidios. B. Frambasidios

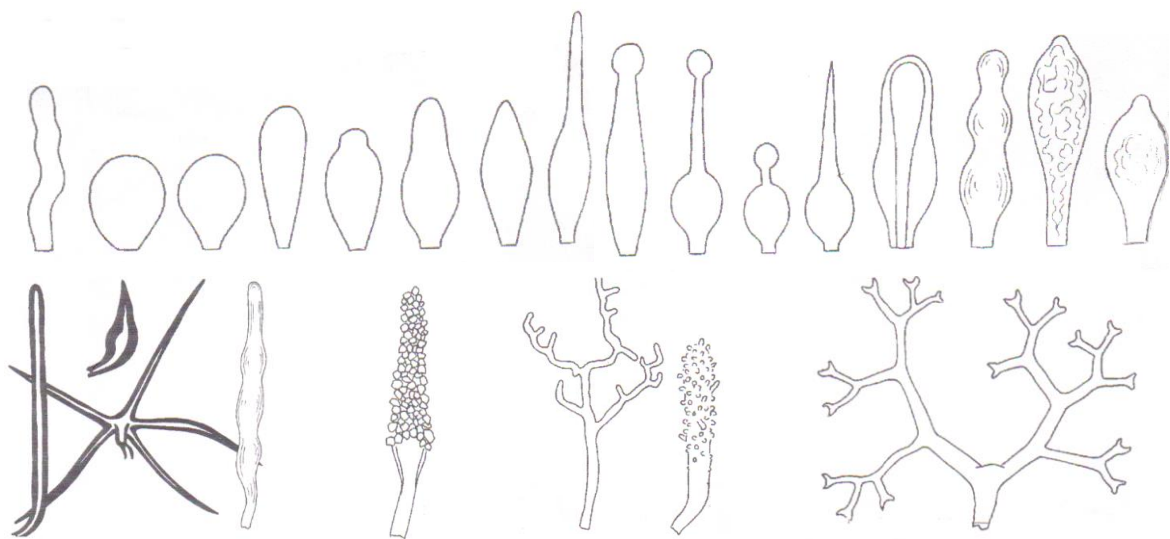


Figura B. Estructuras estériles y de dispersión. Arriba, se observan los cistidios. Abajo, esquemas de los hifidios.

Orden Agaricales

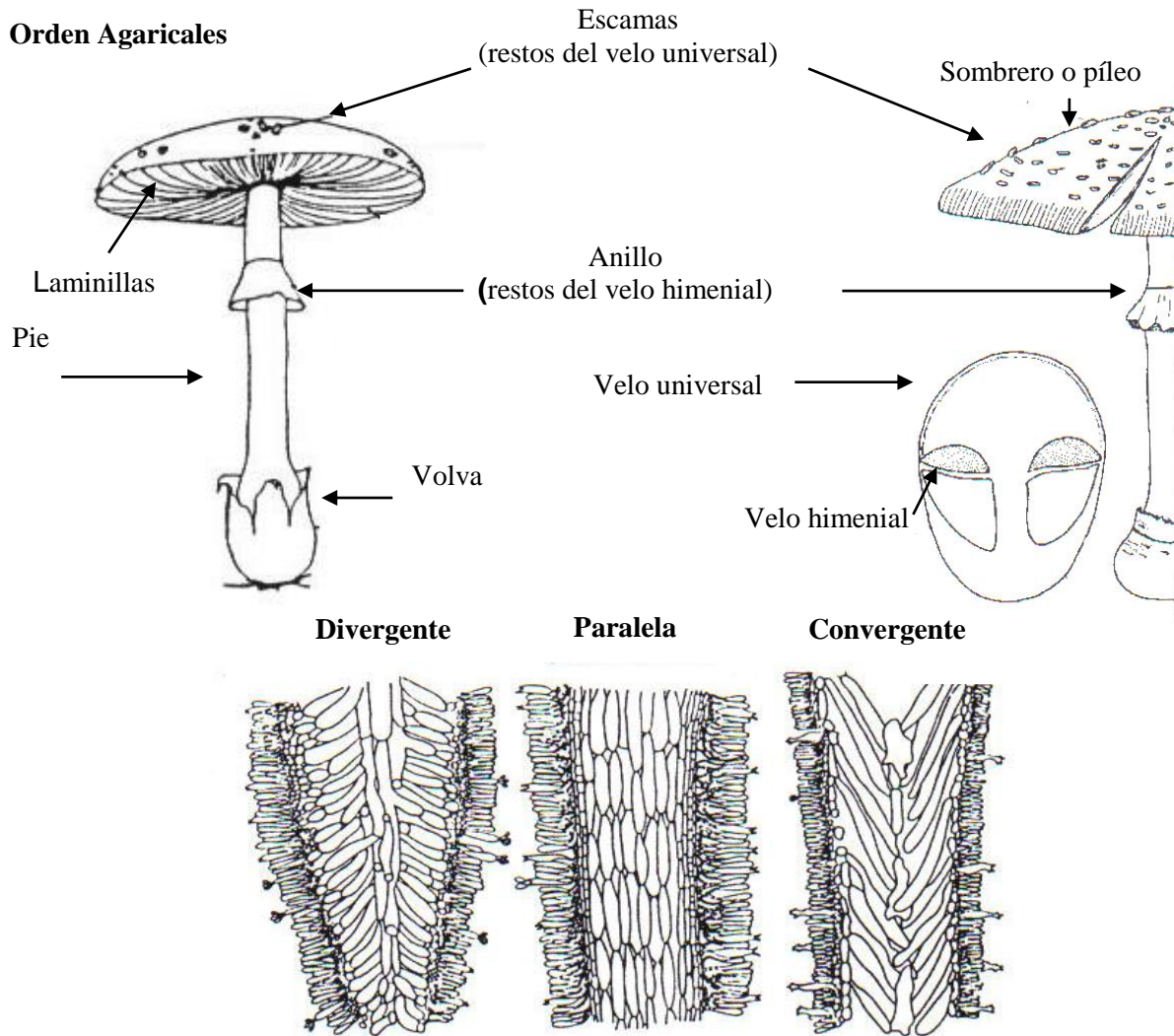


Figura C. Arriba, tipos de basidiocarpos con estructuras más comunes presentes en hongos del Orden Agaricales. Abajo, disposición diferencial de las tramas de las laminillas.

Estipitados

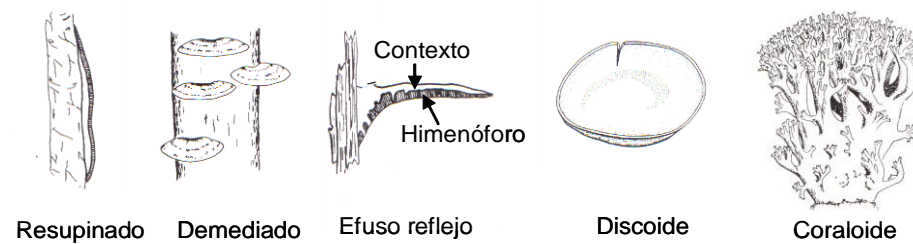
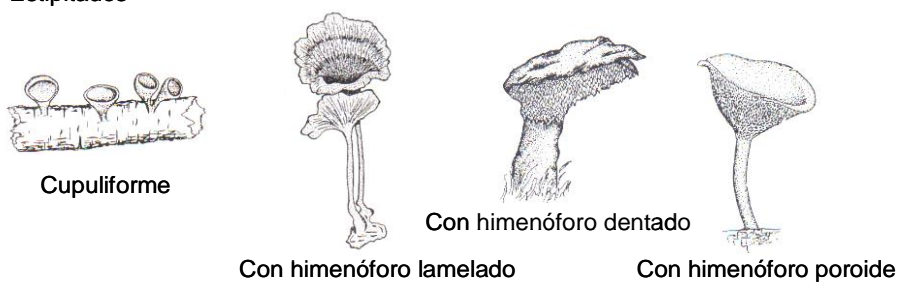


Figura D. Tipos de basidiocarpo en "aphyllophorales".

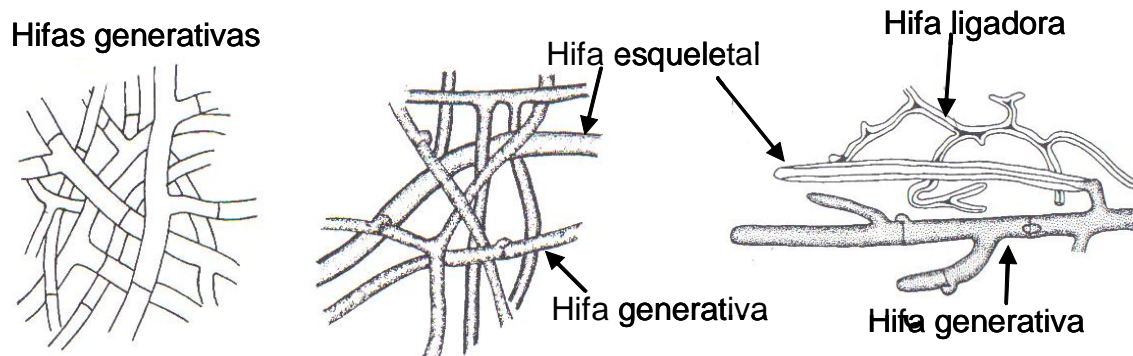


Figura E. Diferencias entre sistemas hifales y sus estructuras. A. Sistema monomítico. B. Sistema hifal dimítico. C. sistema hifal del tipo trimítico.

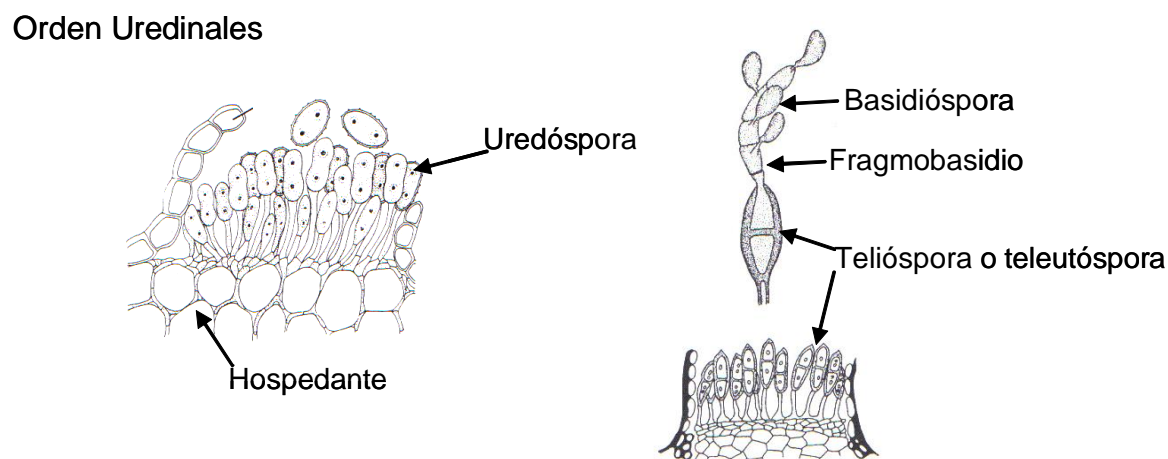


Figura F. Estructuras características de hongos del Orden Uredinales.

Claves dicotómicas de Basidiomycota:

BASIDIOMYCOTA-HONGOS DE SOMBRERO

1. Himenóforo en forma de tubos

Suillus

1'. Himenóforo en forma de laminillas

2. Basidiocarpos que liberan látex al romperse

Lactarius

- 2°. Basidiocarpos sin látex
3. Esporada negra
4. Laminillas generalmente delicuescentes, con anillo móvil
- Coprinus*
- 4°. Laminillas no delicuescentes, sin anillo
- Panaeolus*
- 3°. Esporada rosada, blanca o castaña
5. Esporada castaña
- Agaricus*
- 5°. Esporada blanca o rosada
6. Estípite con volva
- Amanita*
- 6°. Estípite sin volva
7. Píleo en forma de embudo o trompeta. Esporas sin poro germinativo
- Clitocybe*
- 7°. Píleo de otra forma (plano, cónico, etc.). Esporas con poro germinativo
- Podospora*
8. Con anillo y con escamas sobre el píleo, esporas dextrinoides
- Lepiota*
- 8°. Sin anillo y sin escamas sobre el píleo, esporas no dextrinoides ni amiloides
- Leucocoprinus*

Listado de materiales disponibles:

Clase Agaricomycetes

Ord. Agaricales

Fam. Agaricaceae

1. *Agaricus* sp.

Fam. Amanitaceae

2. *Amanita* sp.

Fam. Coprinaceae

3. *Coprinus* sp.

4. *Panaeolus* sp.

Ord. Boletales

Fam. Boletaceae

5. *Suillus* sp.

Basidiomycota-políporos s. l.

1. Himenóforo en forma de laminillas hendidas longitudinalmente con bordes revolutos. Basidiocarpo cupulado y a menudo discoide, adherido al sustrato por una base reducida

Schizophyllum

1'. Himenóforo diferente

2. Basidiocarpos en forma de clava, coraloides, cilíndricos simples o ramificados. Himenóforo anfígeno, liso o apenas ondulado

3. Basidiocarpos ramificados, generalmente robustos. Esporas amarillentas, ocráceas o castañas en masa, generalmente ornamentadas, cianófilas

Ramaria

3'. Basidiocarpos simples o al menos no ramificados en los ápices. Esporas blancas, a menudo lisas, generalmente acianófilas

Clavaria

2'. Basidiocarpos con características diferentes

4. Himenóforo dentado

Hydnum

4'. Himenóforo poroide o lamelado

5. Himenóforo lamelado

Lenzites

5'. Himenóforo poroide

6. Superficie del píleo o estípite generalmente con una capa de laca o resina. Esporas pardo claras en masa, ornamentadas

Ganoderma

6'. Basidiocarpos y esporas diferentes

7. Basidiocarpos resupinados

Poria

7'. Basidiocarpos efuso-reflejos, pileados o demediados

8. Poros dispuestos radialmente, hexagonales

Favolus

8'. Poros sin estas características

9. Basidiocarpos perennes, con el himenóforo estratificado

Phellinus

9'. Basidiocarpos anual, o si perenne, con el himenóforo no estratificado

10. Basidiocarpo estipitado

Poliporus

10'. Basidiocarpo demediado

11. Píleo rojo anaranjado, glabro

Pycnoporus

11'. Píleo pardo, piloso

Trametes

Listado de materiales disponibles:

Agaricomycetes *incertae sedis*

Ord. Polyporales *s. l.*

Fam. Polyporaceae

1. *Pycnoporus* sp.

2. *Ganoderma* sp.

3. *Trametes* sp.

4. *Lenzites* sp.

Ord. Thelephorales

Fam. Thelephoraceae

5. *Phellinus* sp.

Clase Agaricomycetes

Ord. Agaricales

Fam. Schizophyllaceae

6. *Schizophyllum* sp.

Basidiomycota-"Gasteromycetes"

1. Gleba generalmente gelatinosa o mucosa

2. Receptáculo hueco, cilíndrico, con la gleba externa y dispuesta sobre una zona especializada del estípite

Itajahya

2'. Receptáculo en forma de red, lobado o con ramas irregulares y con la gleba dispuesta en la cara interna de éstas estructuras

3. Receptáculo en forma de red o brazos columnares libres en la base y unidos en el ápice no formando un pie. Gleba dispuesta en toda la superficie interna o en zonas aisladas

Clathrus

3'. Receptáculo compuesto por una red pequeña hueca dispuesta sobre una un pie bien desarrollado

Lysurus

- 1'. Gleba cerácea o pulverulenta, raramente gelatinosa o mucosa
4. Gleba pulverulenta, no incluida en peridiolos
5. Exo y endoperidio que perduran íntegros a la madurez del basidiocarpo. Exoperidio típicamente estrellado o laciniado a la madurez
6. Endoperidio con varios poros
- Myriostoma***
- 6'. Endoperidio con un poro
- Gastrum***
- 5'. Exo y/o endoperidio que se destruyen parcial o totalmente a la madurez del basidiocarpo
7. Basidiocarpos estipitados. Perduran restos del exoperidio a la madurez
8. Dehiscencia del endoperidio por rajadura circuncísil a nivel de la mitad inferior del saco esporífero. Gleba con eláteres
- Battarrea***
- 8'. Dehiscencia del endoperidio por un poro apical. Gleba sin aláteres
- Tulostoma***
- 7'. Basidiocarpos sésiles. Exoperidio desaparece totalmente a la madurez
9. Sin capilicio
- Scleroderma***
- 9'. Con capilicio
10. Con subgleba
11. Endoperidio firme y persistente; esporas liberadas por un poro
12. Presencia de diafragma
- Vascellum***
- 12'. Ausencia de diafragma
- Lycoperdon***
- 11'. Endoperidio evanescente dejando en libertad las esporas
- Calvatia***
- 10'. Sin subgleba
13. Endoperidio delgado. Dehiscencia por un poro o rajadura
14. Dehiscencia por rajaduras, endoperidio quebradizo
- Lanopila***
- 14'. Dehiscencia generalmente por poros, a veces rajaduras, endoperidio no quebradizo
15. Exoperidio persistente en la base del basidiocarpo
- Disciseda***
- 15'. Exoperidio que desaparece
- Bovista***
- 13'. Endoperidio grueso (2mm. aprox.). Dehiscencia por rajaduras irregulares

Mycenastrum

4°. Gleba cerácea incluida en peridiolos

16. Peridio con un solo peridiolo en su interior

Sphaerobolus

16°. Peridio con varios peridiolos en su interior

17. Peridio globoso. Peridiolo sin funículo

Nidularia

17°. Peridio globoso. Peridiolo con funículo

Cyathus**Listado de materiales disponibles:**

Clase Agaricomycetes

Ord. Boletales

Fam. Sclerodermataceae

1. *Scleroderma* sp.

Ord. Agaricales

Fam. Agariceae

2. *Cyathus* sp.3. *Tulostoma* sp.4. *Battarrea* sp.5. *Calvatia* sp.6. *Vascellum* sp.7. *Lycoperdon* sp.8. *Bovista* sp.9. *Disciseda* sp.10. *Mycenastrum* sp.11. *Tulostoma* sp.12. *Battarrea* sp.

Ord. Geastrales

Fam. Geastraceae

13. *Geastrum* sp.14. *Myriostoma* sp.

Fam. Sphaerobolaceae

15. *Sphaerobolus* sp.

Ord. Phallales

Fam. Phallaceae

16. *Itajahya* sp.

Fam. Clathraceae

17. *Lysurus* sp.**Basidiomycota-“fragmobasidios”**

1. Basidiocarpos de consistencia gelatinosa. Saprófitos

Auricularia

1'. No forman basidiocarpos. Parásitos de plantas

2. Teleutósporas desde incoloras o pardo rojizas, nunca de aspecto carbonoso

3. Teleutósporas unicelulares

4. Forman teleutosoros

Uromyces

4'. No forman teleutosoros

Uredo

3'. Teleutósporas bicelulares

5. Teleutósporas sésiles

Didymospora

5'. Teleutósporas pediceladas

Puccinia

2'. Teleutósporas de aspecto carbonoso, a menudo formando masas pulverulentas

*Ustilago***Listado de materiales disponibles:**

Clase Ustilagomycetes

Ord. Ustilaginales

Fam. Ustilaginaceae

1. *Ustilago maydis*

Clase Pucciniomycetes

Ord. Pucciniales (=Uredinales)

Fam. Pucciniaceae

2. *Puccinia* sp.Agaricomycetes *incertae sedis*

Ord. Auriculariales

Fam. Auriculariaceae

3. *Auricularia* sp.

Cuestionario:

- 1- Defina los términos: estipitado, demedidado, efuso-reflejo, resupinado.
- 2- ¿Cuántos tipos de micelios forman los Basidiomycota en su ciclo de vida?. ¿Cuál de ellos puede formar conidios?.
- 3- ¿Qué Órdenes forman balistósporas y cuáles estatismósporas?.
- 4- ¿Cuáles son las formas de vida del Phylum?. ¿Son todos terrestres?.
- 5- ¿Pueden haber levaduras en este grupo?. Explique.
- 6- ¿Qué es una fíbula?. ¿Qué micelio la forma?.
- 7- Defina: sistema hifal monomítico, dimítico y trimítico. ¿En qué Órdenes los puede encontrar?.
- 8- ¿Qué sustancias pueden degradar estos hongos?. ¿Qué función desempeñan en los ecosistemas por ello?.
- 9- ¿Qué tipos de himenóforos conoce?.
- 10- Formando parte del himenio se hallan las estructuras fértiles y las estériles. Diga cuáles son estas estructuras y defínalas.

Bibliografía:

- Alexopoulos, C. J. & C. W. Mims. 1985. Introducción a la Micología. Ed. Omega, Barcelona. 638 págs.
- Alexopoulos C. J., C. W. Mims y M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. 4th. Ed. John Wiley & Sons, NY. 868 págs.
- Cepero de García, M. C., S. Restrepo Restrepo, A. E. Franco-Molano, M. Cárdenas Toquica, N. Vargas Estupiñán. 2012. Biología de Hongos, 520 págs. Universidad de los Andes, Colombia.
- Hibbett, D.S., M. Binder, J. F. Bischoff, M. Blackwell, P. F. Cannon, O. E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P. M. Kirk, R. Lu Cking, H. Thorsten Lumbsch, F. Lutzoni, P. B. Matheny, D. J. Mclaughlin, M. J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J. W. Spatafora, J. A. Stalpers, R. Vilgalys, M. C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G. L. Benny, L. A. Castlebury, P. W. Crous, Y-Ch Dai, W. Gams, D. M. Geiser, G.W. Griffith, C. Gueidan, D. L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R. A. Humber, K. D. Hyde, J. E. Ironside, U. Koljalg, C. P. Kurtzman, K-H. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. M. Dlikowska, A. Miller, J-M. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J. D. Rogers, C. Roux, L. Ryvardeen, J. P. Sampaio, A. Schuëler, J. Sugiyama, R. G. Thorn, L. Tibell, W. A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M.

- Weiss, M. M. White, K. Winka, Y-J Yao, N. Zhang. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol. Res.* 111: 509 - 547.
- Kendrick, B. 2000. The Fifth Kingdom. Ed. Focus Information Group, Inc., Mycologue Publications. 373 págs.
 - Scagel, R. F., R. J. Bandoni, J. R. Maze, G. E. Rouse, W. B. Schofield, J. R. Stein. 1991. Plantas no vasculares. Ed. Omega, S. A., Barcelona. 548 págs.
 - Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona. 1244 págs.
 - Kirk, P. M., P. F. Cannon, J. C. David, J. A. Stalpen. (Eds.) 2001. Dictionary of the Fungi. 9th Edition. CAB International. 655 págs.
 - Tree of Life Project: <http://tolweb.org/tree/>

TAXONOMÍA DE **DIKARYA**. Parte II

Phylum Basidiomycota (Hibbett *et al.* 2007)

Subphylum Pucciniomycotina

Clase **Pucciniomycetes**

Orden Pucciniales (=Uredinales)

Orden Septobasidiales

Subphylum Ustilagomycotina

Clase **Ustilagomycetes**

Orden Ustilaginales

Clase **Exobasidiomycetes**

Orden Exobasidiales

Subphylum Agaricomycotina

Clase **Tremellomycetes**

Orden Tremellales

Clase **Dacrymycetes**

Orden Dacrymycetales

Clase **Agaricomycetes**

Subclase Agaricomycetidae

Orden Agaricales

Orden Boletales

Subclase Phallomycetidae

Orden Geastrales
Orden Gomphales
Orden Hysterangiales
Orden Phallales

Agaricomycetes incertae sedis

Orden Auriculariales
Orden Cantharellales
Orden Corticiales
Orden Hymenochaetales
Orden Polyporales
Orden Russulales
Orden Sebacinales
Orden Thelephorales

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 13: HONGOS S. S.
FUNGI PARTE IV. SUBREINO DIKARYA. ASOCIACIONES SIMBIÓTICAS
LÍQUENES, ECTOMICORRIZAS Y MICOFILAS

Introducción Teórica

Líquenes

Los líquenes son organismos simbióticos mutualistas formados por la asociación entre un simbionte fúngico (micobionte) y algas (fotobionte, antiguamente llamado ficobionte). Existen aproximadamente 20.000 especies de estos organismos en cuya formación intervienen sólo 100 especies distintas de fotobiontes (Figura A), entre las que se cuentan miembros de 15 géneros de Cyanophyta (entre ellos *Calothrix*, *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Scytonema*, *Stigonema*), 25 géneros de Chlorophyta (*Cephaleuros*, *Coccomyxa*, *Myrmecia*, *Trebouxia*, *Trentepohlia*) y una especie de Xanthophyta; mientras que conforman los micobiontes más del 40 % de especies de Ascomycota (Loculoascomycetidae, Himenoascomycetidae con apotecios y peritecios), en menor medida Basidiomycota (*Dictyonema*, *Multiclavula*, *Omphalina*) y anamorfos (*Blarneya*, *Cystocoleus*). Generalmente, el talo liquénico está constituido mayoritariamente por micelio (40 %), una baja proporción de algas (4-5 %) y el resto son espacios de aire. Los líquenes son polifiléticos y actualmente no son considerados como una categoría taxonómica sino como un grupo con nutrición particular. Habitan desde los polos hasta los desiertos y selvas tropicales, tanto en ambientes terrestres como acuáticos (dulceacuícolas o marinos).

Teniendo en cuenta la anatomía del talo liquénico, éste puede ser: homómero o no estratificado, cuando el micelio y el fotobionte están uniformemente distribuidos, o heterómero o estratificado (Figura B), si ambos componentes se presentan formando estratos definidos (capa gonidial, capa medular o médula y capa cortical o corteza). La primera de estas capas está constituida mayoritariamente por algas entremezcladas con algunas hifas; la segunda es fúngica y la tercera, que puede ser denominada cortical superior y cortical inferior, delimita el talo, es de origen fúngico y puede faltar.

En cuanto a su morfología o forma de crecimiento, los líquenes pueden ser crustáceos, escumulosos, leprosos, foliáceos y fruticulosos. La morfología del talo se relaciona estrechamente con la anatomía. Así, los talos crustáceos, morfológicamente caracterizados por formar una fina capa fuertemente adherida o inserta en el sustrato, anatómicamente presentan capa cortical superior, capa gonidial subyacente, médula fúngica de grosor variable y carecen de corteza inferior (Figura C). Los escumulosos están constituidos por pequeñas porciones de talo parecidas a escamas y

anatômicamente son similares a los anteriores. Los leprosos son morfológicamente similares a los crustáceos, tienen aspecto pulverulento, pero carecen de corteza superior e inferior. Los foliáceos tienen aspecto de hoja (laminares), los márgenes están libres del sustrato y el resto del talo permanece unido al mismo por grupos de hifas (rizinas); anatômicamente, difieren de los crustáceos por poseer ambas capas corticales (Figura D). Los líquenes fruticulosos son ramificados (Figura E), tienen una única zona de unión al sustrato y pueden ser erectos o colgantes; en cuanto a su anatomía (Figura F), presentan una capa cortical exterior, la capa subyacente gonidial y la médula fúngica (sólida o hueca). De todos los tipos morfológicos liquénicos, el más frecuente en la naturaleza es el crustáceo.

Considerando los tipos de sustratos sobre los que habitan, se denominan corticícolas (sobre corteza de árboles y arbustos), endolíticos (en fisuras de rocas), endofleódicos (en el interior de las cortezas), foliícolas (sobre hojas, típicos de ambientes tropicales), saxícolas (sobre rocas), terrícolas (sobre suelo o tierra) y marinos.

Reproducción asexual por fragmentación, soledios (propágulos formados por el fotobionte y el micobionte, carentes de una capa limitante y ubicada en zonas expuestas del talo) aislados o agrupados en soraliolos, isidios (propágulos similares a los anteriores pero con capa limitante y forma de papila o coraloides) (Figura G). Además, en los Pirenolíquenes el micobionte se puede reproducir vegetativamente formando picnidios o conidios y sexualmente formando peritecios (Figura H). Reproducción sexual (Figura I) mediante ascósporas en ascos contenidos en peritecios o pseudotecios (Figura H) y apotecios; basidiósporas en basidios organizados formando estructuras demediadas, pileadas o clavaroides (Figura I). Cuando presentan apotecios (Figura I), éstos pueden ser lecanorinos (el excípulo es taloso, es decir presenta una capa gonidial entrelazada con hifas y es concoloro con el talo principal) o lecideínos (el excípulo es fúngico y generalmente difiere en color con el talo liquénico).

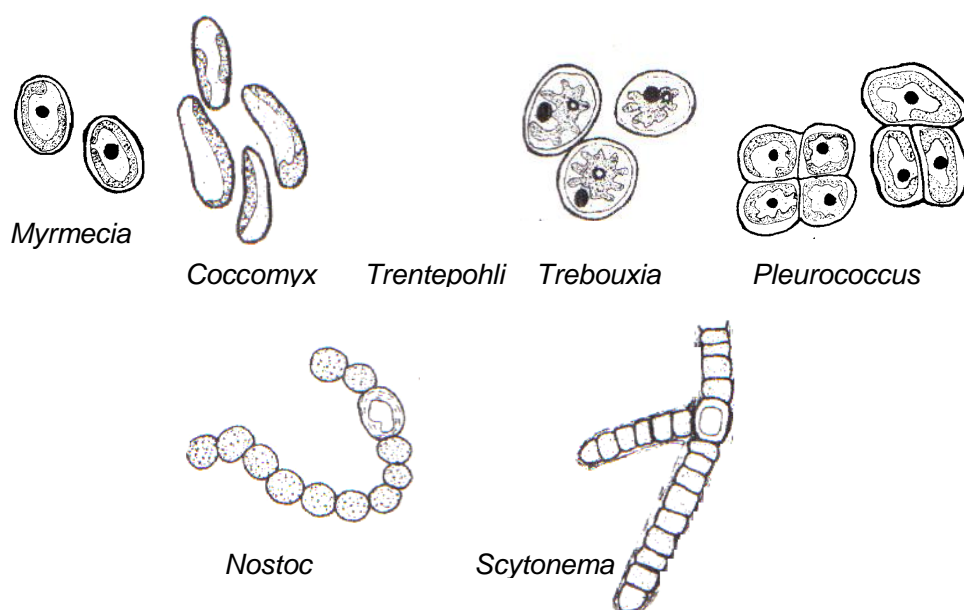


Figura A. Fotobiontes más comunes en asociaciones liquénicas. Arriba, géneros de algas pertenecientes a la División Chlorophyta. Abajo, géneros de algas de la División Cyanophyta.

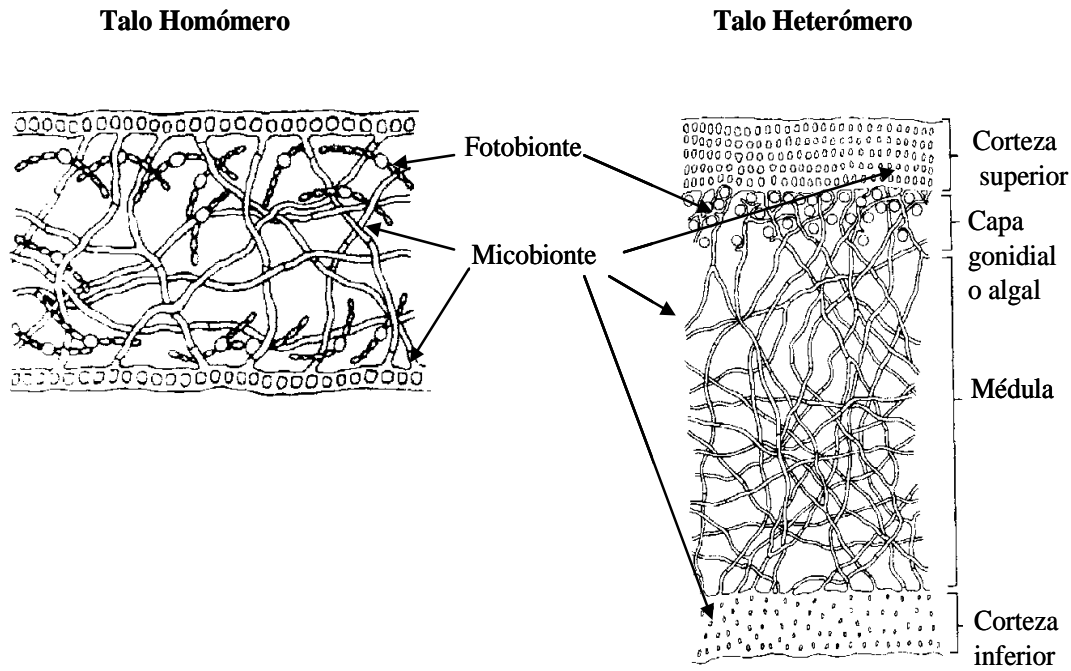


Figura B. Anatomía de los talos líquenicos. Izquierda, corte transversal de un talo homómero. Derecha, corte transversal de un talo del tipo heterómero. En ambos cortes se señalan los micobiontes y fotobiontes asociados.

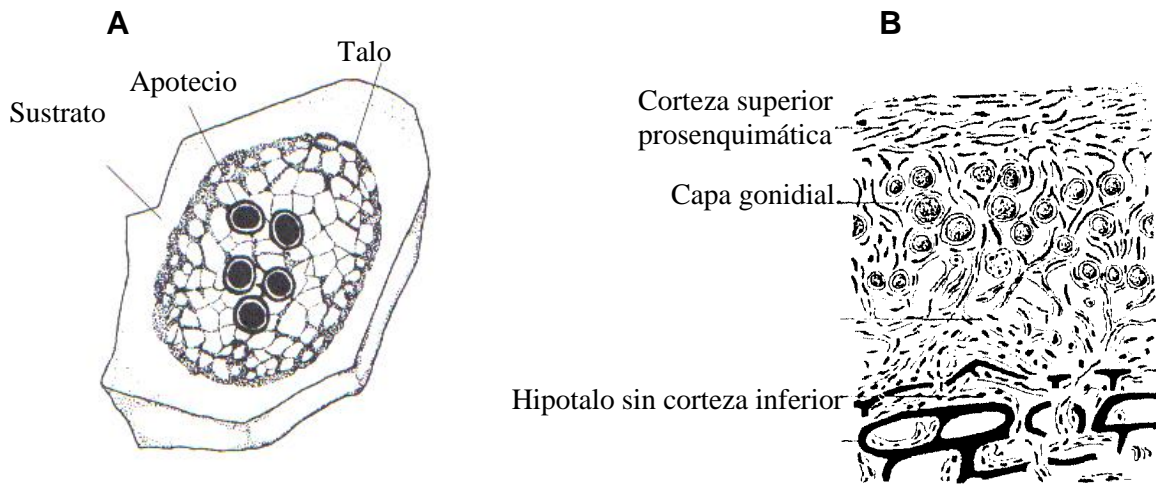


Figura C. Tipos morfológicos de talos líquenicos. A. Talo crustáceo. A. Aspecto general de un líquen de talo crustáceo. B. Corte trasnversal de un talo de tipo crustáceo.

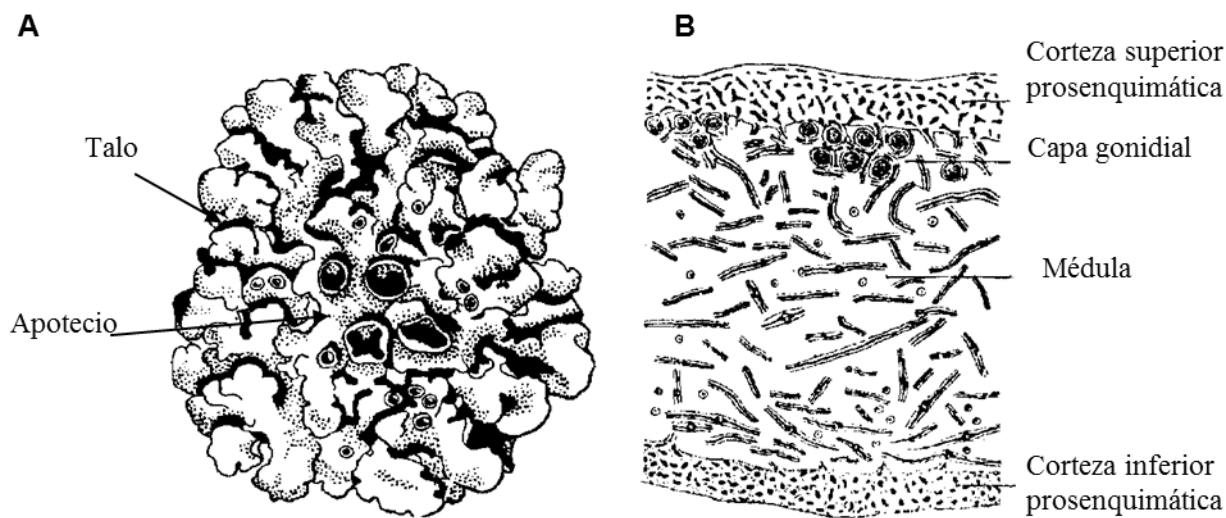


Figura D. Tipos morfológicos de talos liquénicos. A. Talo foliáceos. A. Aspecto general de un liquen de talo foliáceo. B. Corte transversal de un talo de tipo foliáceo.

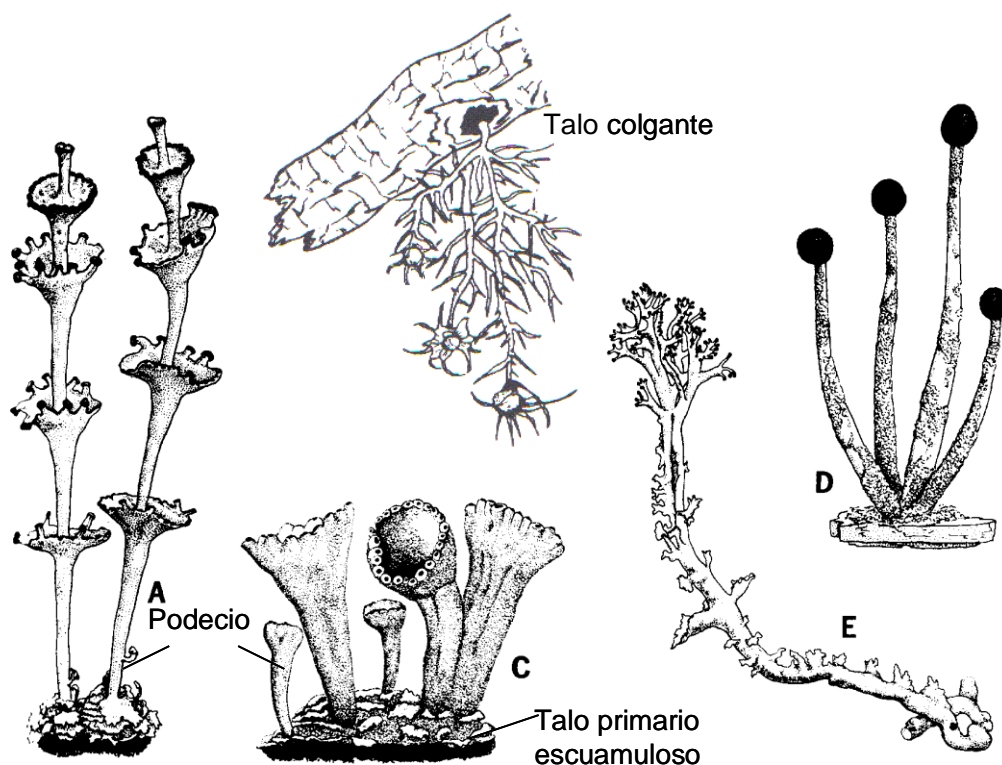


Figura E. Tipos morfológicos de talos liquénicos. A-E. Talos fruticulosos. Aspecto general de un liquen de talo fruticuloso.

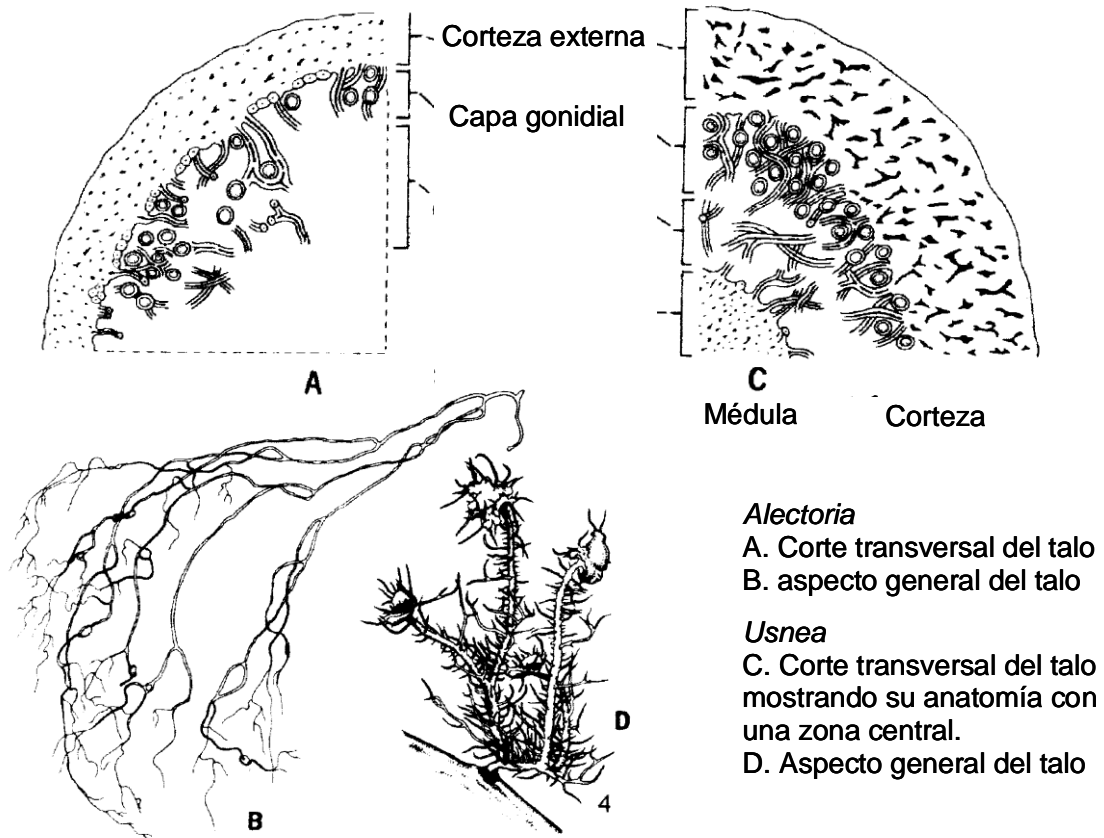


Figura F. Talos fruticulosos. Corte trasnversal de un talo de tipo fruticuloso.

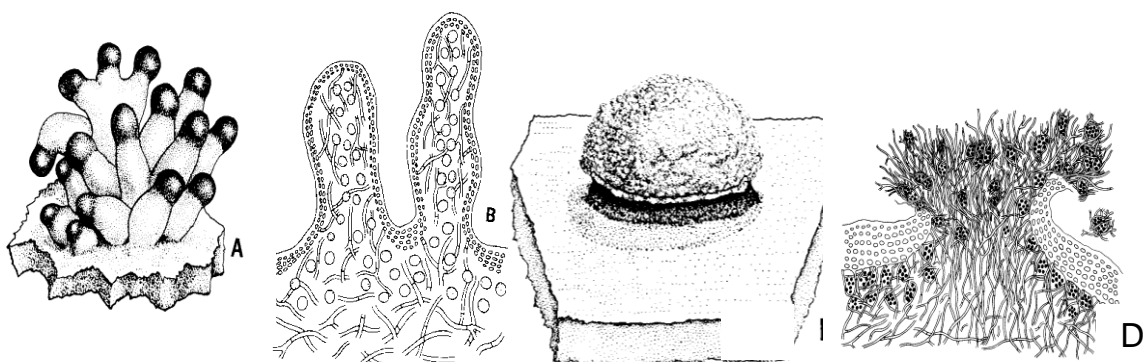


Figura G. Estructuras de reproducción asexual tipicos de líquenes. Isidios (A-B). A. Aspecto general de isidios. B. Corte longitudinal de isidios. Soredios(C-D), C. Aspecto general de soredios y D. Corte transversal de un talo con soredios.

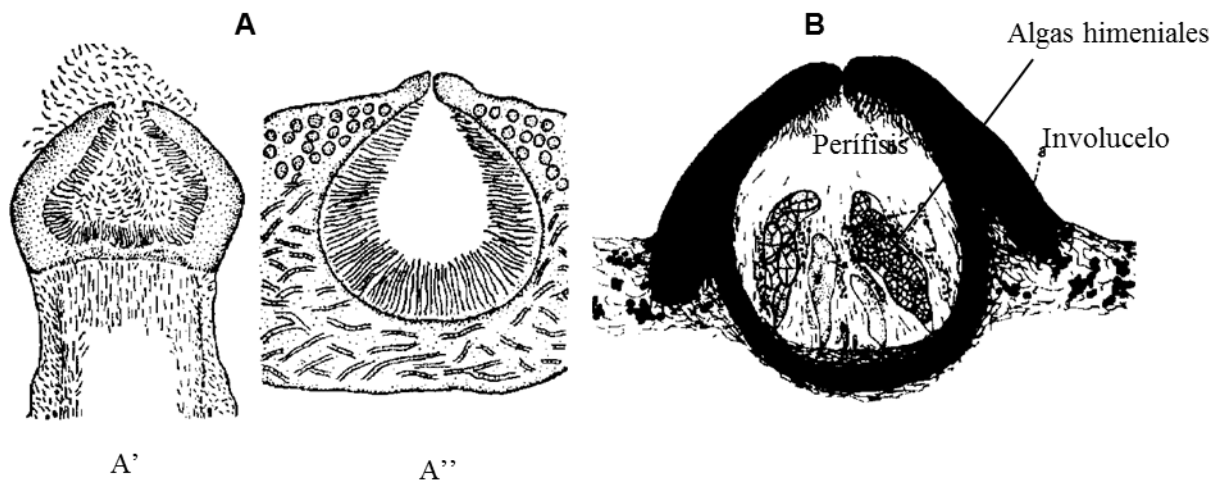


Figura H. Pirenolíquenes. A. tipos de picnidios A' picnidio externo y A'' picnidio interno. B. corte transversal de un peritecio.

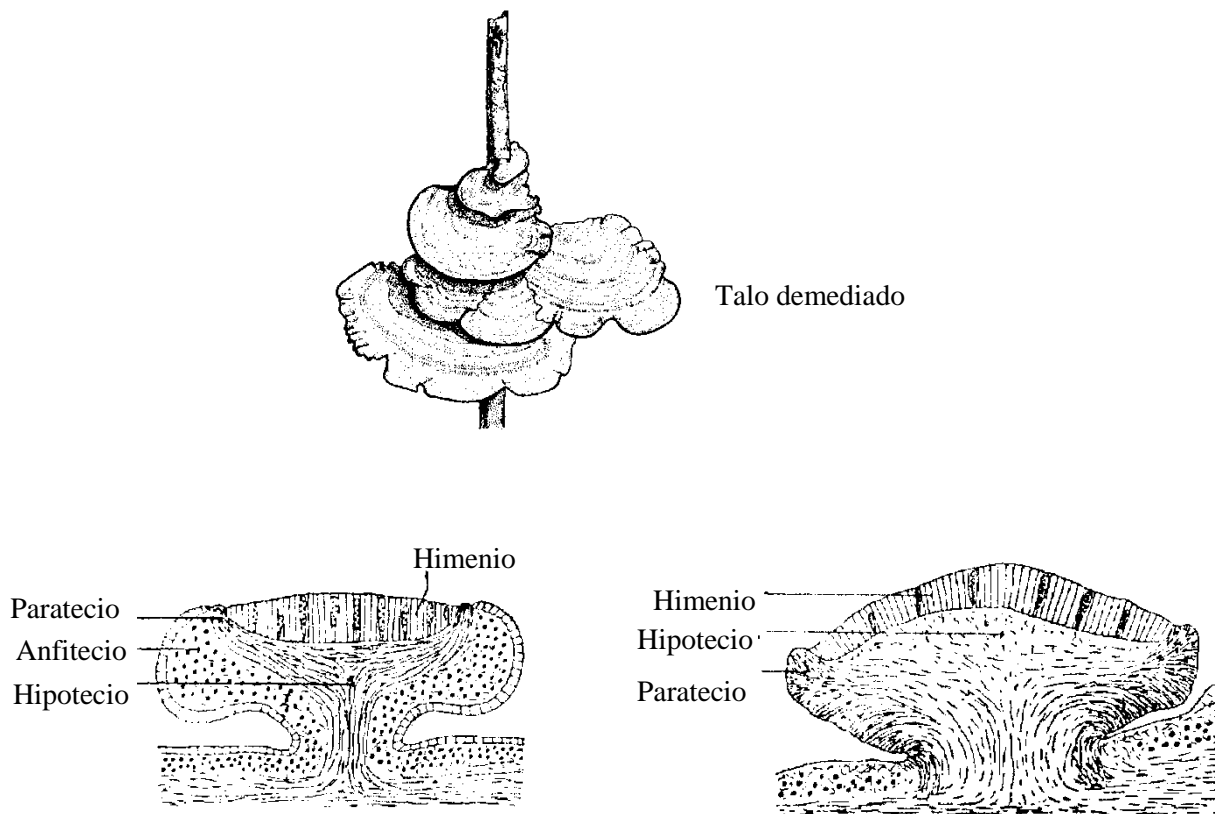


Figura I. Arriba, basidiolíquenes de talo demediado. Abajo, ascolíquenes.. A la derecha, corte transversal de un apotecio lecanorino (excípulo tálico, con algas e hifas); a la izquierda un corte transversal de un apotecio lecideíno (excípulo fúngico).

Clave dicotómica de Mycophycophyta (Líquenes)

1. Esporas nacidas en ascos
 2. Talo con la forma del fotobionte (gelatinoso) *Collema*
 - 2'. Talo con la forma del micobionte
 3. Talo crustáceo *Lecanora*
 - 3'. Talo folioso o fruticuloso
 4. Talo folioso *Parmelia*
 - 4'. Talo fruticuloso
 5. Talo diferenciado en talo primario escuamuloso y podocios *Cladonia*
 - 5'. Talo no diferenciado en talo primario y podocios
 6. Talo pequeño de color anaranjado rojizo *Teloschistes*
 - 6'. Talo mediano a grande, de color verde, gris verdoso, amarillento, etc.
 7. Talo aplanado en sección transversal, poco ramificado; apotecios numerosos *Ramalina*
 - 7'. Talo cilíndrico en sección transversal, muy ramificado; apotecios escasos *Usnea*
- 1'. Esporas nacidas en basidios *Dictyonema*

Listado de materiales disponibles:

"Ascolíquenes"

Clase Lecanoromycetes

Ord. Lecanorales

Fam. Parmeliaceae

1. *Parmelia* sp.2. *Usnea* sp.

Fam. Ramalinaceae

3. *Ramalina* sp.

Fam. Cladoniaceae

4. *Cladonia* sp.

Fam. Collemaceae

5. *Collema* sp.

Ord. Teloschistales

Fam. Teloschistaceae

6. *Teloschistes* sp.

“Basidiolíquenes”

Agaricomycetes *incertae sedis*

Ord. Polyporales

Fam. Atheliaceae

7. *Dictyonema* sp.**Ectomicorrizas**

Son un tipo de **micorrizas** (ver pág. 26 de este Manual), en el que las hifas fúngicas forman una envoltura externa, el **manto**, alrededor de la raíz de la planta hospedante; algunas de estas hifas colonizan intercelularmente la epidermis y el parénquima de la corteza radical, replegándose y formando la **red de Hartig** (zona de intercambio de nutrientes entre los simbios) (Figura J); otras hifas se extienden desde el manto hacia el suelo (**hifas emanantes**), pudiendo reunirse en **cordones hifales** o **rizomorfos** que contribuyen al transporte en masa de agua y nutrientes desde el suelo al hospedante. En estas simbiosis los hospedantes son frecuentemente plantas leñosas, árboles y arbustos y los simbioses fúngicos son representantes de Ascomycota y Basidiomycota (comúnmente integrantes de los géneros *Amanita*, *Lactarius*, *Suillus*, *Russula*, *Scleroderma* y *Tuber*, entre otros) (Cepero de García *et al.* 2012, <http://www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.htm>, Paracer & Ahmadjian 2000, Kendrick 2000).

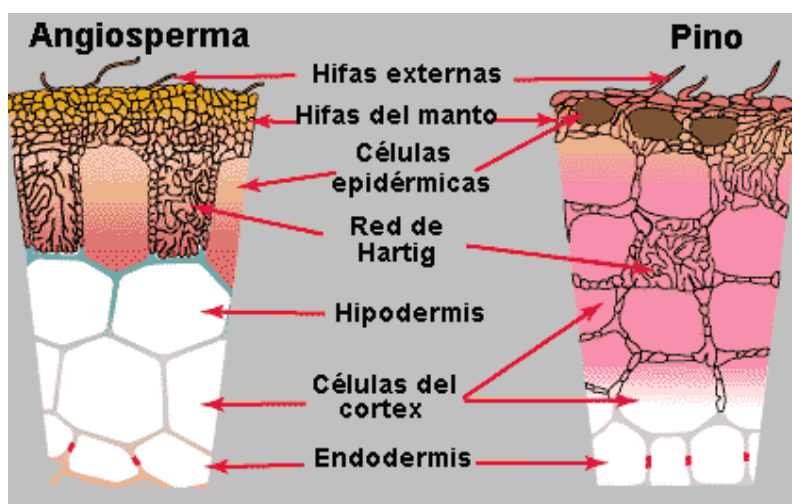


Figura J. Esquemas de cortes transversales de raíces asociadas formando ectomicorrizas en Angiospermas (manto externo a la raíz, red de Hartig, hifas colonizando intercelularmente la epidermis del hospedante) y

Gimnospermas (manto externo a la raíz, red de Hartig, hifas colonizando intercelularmente la epidermis, hipodermis y corteza del hospedante). (Hipertextos del Área de la Biología, UNNE, <http://www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.htm>).

Micofilas

Estas asociaciones se establecen entre los **endófitos fúngicos** (ver pág. 26 de este Manual) del género *Epichlöe* con sus anamorfos (*Hypocreales ex Clavicipitales*, Ascomycota) y las gramíneas (Poaceae). Las micofilas son simbiosis predominantemente defensivas, en las que los simbiontes fúngicos colonizan (Figura K) los vástagos de las gramíneas (en algunos casos también infestan las raíces) sin causar lesiones en el hospedante (Cepero de García et al. 2012, Paracer & Ahmadjian 2000). Sin embargo, estas simbiosis pueden fluctuar desde el mutualismo (cuando el simbionte fúngico se encuentra en su estadio anamórfico, p. ej. *Neotyphodium*), pasando por interacciones intermedias y llegando hasta el parasitismo (cuando el simbionte fúngico se encuentra en su estadio teleomórfico, p. ej. *Epichlöe*).

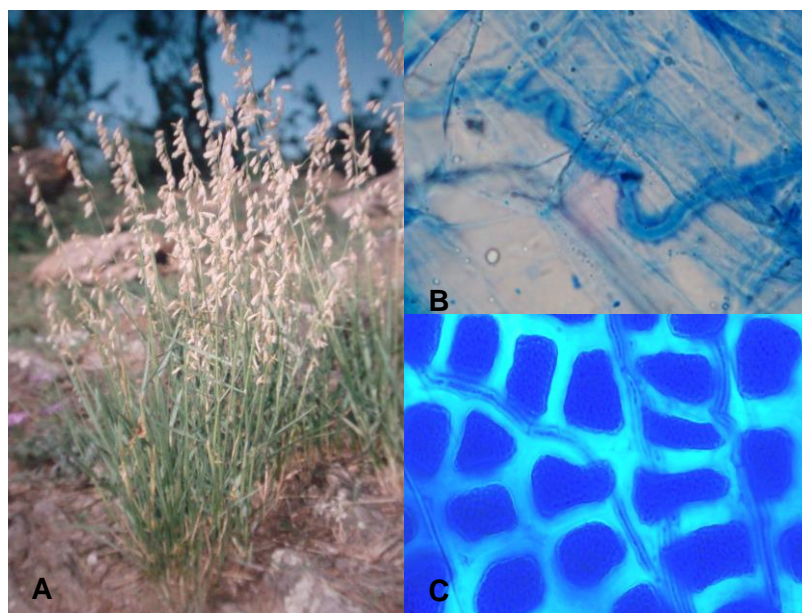


Figura K. Endófitos de *Melica stuckertii* (Poaceae nativa) de poblaciones de San Luis. A. *M. stuckertii*, aspecto general del hospedante sin síntomas ni signos de colonización por endófitos fúngicos. B. Endófito anamorfo sistémico en la planta. C. Endófito anamorfo en la capa de aleurona de las cariposis (frutos de las gramíneas).

Clave dicotómica de Hongos Ectomicorrícicos y formadores de Micofilas

La clasificación de los **hongos ectomicorrízicos** y de los que forman **micofilas** se rige por las **normas nomenclaturales** y la **taxonomía del micobionte**. Así, las claves dicotómicas para su clasificación son las mismas que ya fueron expuestas en los trabajos prácticos referidos a Ascomycota, Basidiomycota y sus anamorfos.

Listado de materiales disponibles:

Ectomicorrizas

Basidiomycota

Clase Agaricomycetes

Ord. Agaricales

Fam. Agaricaceae

1. *Amanita* sp.

Ord. Boletales

Fam. Suillaceae

2. *Suillus* sp.

Fam. Sclerodermataceae

3. *Scleroderma* sp.

Ascomycota

Clase Pezizomycetes

Ord. Pezizales

Fam. Tuberaceae

4. *Tuber* sp.

Micofilas

Ascomycota

Clase Sordariomycetes

Ord. Hypocreales

Fam. Clavicipitaceae

1. *Neotyphodium* sp.

Cuestionario:

1 - ¿Qué es un líquen?.

- 2 - ¿Son organismos monofiléticos o polifiléticos?. Explique.
- 3 - Defina los términos: homómero, heterómero, crustáceo, escumuloso, leproso, foliáceo y fruticuloso. ¿Cuáles de ellos se refieren a la anatomía y cuáles a la morfología del talo?.
- 4 - ¿En qué casos los talos pueden ser demediados, clavaroides o pileados?.
- 5 - ¿Cómo se reproducen vegetativamente?.
- 6 - ¿Cómo es la reproducción sexual?.
- 7 - ¿Cómo se denominan teniendo en cuenta el sustrato en que viven?.
- 8 - ¿Cuáles son las Divisiones de algas asociadas?. ¿Pueden haber más de una División formando parte de un talo?. Explique.
- 9- ¿Cómo están constituidas las Micofilas?; ¿Qué beneficios obtienen cada uno de los simbiontes asociados?. Explique.
- 10- ¿Todos los Dikarya forman ectomicorrizas? Explique.
- 11- ¿Qué grupos de plantas son posibles hospedantes ectomicorrícicos? Explique.
- 12- ¿Cuáles son las estructuras características de las asociaciones simbióticas ectomicorrícicas?. Esquematice y rotule.

Bibliografía:

- Alexopoulos, C. J. & C. W. Mims. 1985. Introducción a la Micología. Ed. Omega, Barcelona. 638 págs.
- Alexopoulos C. J., C. W. Mims y M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. 4th. Ed. John Wiley & Sons, NY. 868 págs.
- Cepero de García, M. C., S. Restrepo Restrepo, A. E. Franco-Molano, M. Cárdenas Toquica, N. Vargas Estupiñán. 2012. Biología de Hongos, 520 págs. Universidad de los Andes, Colombia.
- Hibbett, D.S., M. Binder, J. F. Bischoff, M. Blackwell, P. F. Cannon, O. E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P. M. Kirk, R. Lu Cking, H. Thorsten Lumbsch, F. Lutzoni, P. B. Matheny, D. J. McLaughlin, M. J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J. W. Spatafora, J. A. Stalpers, R. Vilgalys, M. C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G. L. Benny, L. A. Castlebury, P. W. Crous, Y-Ch Dai, W. Gams, D. M. Geiser, G.W. Griffith, C. Gueidan, D. L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R. A. Humber, K. D. Hyde, J. E. Ironside, U. Koljalg, C. P. Kurtzman, K-H. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. M. Dlikowska, A. Miller, J-M. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J. D. Rogers, C. Roux, L. Ryvarden, J. P. Sampaio, A. Schuëbler, J. Sugiyama, R. G. Thorn, L. Tibell, W. A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M. M. White, K. Winka, Y-J Yao, N. Zhang. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol. Res.* 111: 509 - 547.
- Hipertextos del Área de la Biología, UNNE, <http://www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.htm>

- Kendrick, B. 2000. The Fifth Kingdom. Ed. Focus Information Group, Inc., Mycologue Publications. 373 págs.
- Paracer, S., & V. Ahmadjian. 2000. Symbiosis. Oxford University Press, Reino Unido. 291 págs.
- Scagel, R. F., R. J. Bandoni, J. R. Maze, G. E. Rouse, W. B. Schofield, J. R. Stein. 1991. Plantas no vasculares. Ed. Omega, S. A., Barcelona. 548 págs.
- Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona. 1244 págs.
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, J. C. David, J. A. Stalpen. (Eds.) 2001. Dictionary of the Fungi. 9th Edition. CAB International. 655 págs.
- Tree of Life Project: <http://tolweb.org/tree/>

TAXONOMÍA DE **DIKARYA**. Parte III (Hibbett *et al.* 2007)

Líquenes, Ectomicorrizas y Micofilas

La clasificación de los **líquenes**, **ectomicorrizas** y **micofilas** se rige por las **normas nomenclaturales** y la **taxonomía del micobionte**, las que ya fueron expuestas en los trabajos prácticos referidos a Ascomycota, Basidiomycota y sus anamorfos.

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 14: APLICACIÓN Y SÍNTESIS DE LOS DATOS OBTENIDOS A PARTIR DEL ESTUDIO MORFOLÓGICO Y CITOLÓGICO DE PROTISTAS Y HONGOS

Objetivos

- Relacionar, mediante un cuadro sinóptico, los Protistas autótrofos observados en el curso con las distintas comunidades dulceacuícolas locales y marinas del país; consignando su función como bioindicadores y los usos biotecnológicos en los taxones que corresponda.
- Elaborar las curvas de crecimiento de los hongos aislados en los medios de cultivo utilizados y compararlos.
- Volcar en un cuadro comparativo los tipos de asociaciones simbióticas (mutualistas y parasíticas) estudiadas y analizadas en los TP de Aula y Laboratorio considerando los hospedantes, los simbioses fúngicos y protistas, el tipo de nutrición, el tipo de asociación simbiótica establecida, el hábito nutricional del simbiote fúngico y protista, importancia socio-económica de las asociaciones simbióticas y su epidemiología.
- Elaborar un cuadro sinóptico que considere los distintos sustratos fúngicos (madera, excrementos, suelo, plantas en pie, etc.) donde se ubiquen todos los taxones observados por los alumnos durante el curso, tanto recolectados en el TP de campo como los provistos por la Cátedra. Discutir, los posibles procesos metabólicos implicados en la adaptación a los distintos sustratos.
- Entregar del Herbario personal confeccionado por los alumnos con los materiales recolectados en el TP de campo.
- **Elaboración del informe final integrador.**

Introducción Teórica

El marco teórico para cada uno de los temas que se analizan en este TP integrador se expuso previamente, en los TPs respectivos.

Materiales y Métodos

Los alumnos, utilizarán en sus análisis la información provista a lo largo del curso de las clases Teóricas, sus informes previamente evaluados tanto de los TP s de Aula como de Laboratorio y

Campo. Estos datos y el resultado de sus análisis y conclusiones serán volcados en tablas y cuadros comparativos que les permitan llevar a cabo los objetivos propuestos.

Finalmente, los alumnos entregarán el Informe de este TP, elaborado como se indica en las páginas 33-35 de este Manual.

Actividades a desarrollar

Se analizará y discutirá sobre la base de la información adquirida en las distintas actividades realizadas a lo largo del curso, integrando los conocimientos.

Bibliografía

Los alumnos podrán consultar la Bibliografía citada en los temas respectivos de este Manual para los TPs de Aula y Laboratorio.

ANEXO I

GLOSARIO

El glosario de esta guía se confeccionó en base al Dictionary of the Fungi (Kirk *et al.* 2001) y al Diccionario de Botánica (Font Quer 2001)

Abreviaturas usadas en el glosario: adj. (adjetivo), ej. (ejemplo), f. (sustantivo femenino), m. (sustantivo masculino).

Acérvulo: m. Conidioma de forma cóncava (embebido en el tejido del hospedante) en el que el himenio de los conidióforos se desarrolla en el piso de la cavidad a partir de un estroma pseudo parenquimatoso por debajo del tegumento del hospedante el que se desgarra a la madurez.

Afanoplasmodio: Plasmodio constituyendo una red de bandas de contornos irregulares, de protoplasma no granular filamentosos indiferenciada en ecto- y endoplasma. Ej.: *Stemonitis*.

Angiocarpo: m. Cuerpo de fructificación de los hongos que permanece cerrado y el himenio cubierto por lo menos hasta la madurez de las esporas.

Anisogamia: f. Heterogamia. Unión sexual de heterogametos.

Aplanogameto: m. Gameto isógamo no ciliado. Ej. gameto de *Conjugales*.

Aplanóspora: f. Espora asexual, inmóvil.

Apocítico: adj. *to*: m. En sentido amplio, célula multinucleada como consecuencia de divisiones nucleares no acompañadas de citocinesis. En sentido restringido, célula multinucleada en la condición de ser multinucleada es accidental, transitoria o secundaria (comenzó siendo una célula uninucleada). Ej. talo de *Cladophora*, *Hydrodictyon*, etc. (ver cenocito).

Apotecio: m. Ascocarpo abierto, usualmente en forma de copa o disco, con el himenio expuesto a la madurez. Puede ser sésil o estipitado.

Artejo: Cada uno de los segmentos comparables entre sí y claramente limitados que, dispuestos en serie lineal, forman parte del cuerpo de un organismo.

Artróspora: f. En los hongos, espora que resulta de la separación de las células apicales de una hifa.

Asco: m. Esporangio compuesto por la pared celular de la célula ascógena, conteniendo usualmente 8 (a veces 4 o más de 8) esporas de naturaleza endógena característica de todos los Ascomicetes.

Ascocarpo: m. Cuerpo fructífero de los ascomicetes, contiene los ascos.

Ascogonio: m. El gametangio femenino de los Ascomicetes.

Ascóspora: f. Tipo de espora propia de los hongos Ascomicetes, se origina por meiosis y se diferencia en forma endógena dentro del asco.

Ascostroma: Estroma en el que están los ascos. Masa de hifas que forman el ascocarpo excluyendo los ascos.

Autogamia: f. Unión sexual de dos núcleos próximamente emparentados; se trata de 2 células con núcleos hermanos o bien de gametos provenientes de un mismo individuo.

Autótrofo: adj. Capacidad de realizar síntesis de materia orgánica a partir de sustancias minerales, esta característica es propia de los vegetales. El proceso de síntesis puede realizarse por: fotosíntesis mediante la acción de la luz sobre los pigmentos especiales (clorofilas, ficobilinas, carotenoides y xantofilas) o bien por quimiosíntesis mediante reacciones químicas.

Auxóspora: f. Espora de crecimiento característica de Diatomeas. Se caracteriza por tener una pared blanda mucilaginoso, que permite crecer al protoplasma. Usualmente se trata de un cigoto formado por conjugación de aplanogametos en las Pennales o por oogamia en las Centrales; es probable también que se forme asexualmente.

Balistóspora: Basidióspora descargada con violencia.

Basidio: m. Esporangio característico de los hongos Basidiomicetes. Usualmente contiene 4 esporas que hacen protuberancia hacia el exterior dando la apariencia de ser de naturaleza exógena, ya que solamente se unen al cuerpo del basidio por una diminuta porción tubulosa de la pared llamada esterigma. Usualmente son descargadas con violencia y se desprenden llevando algo de la pared del basidio por encima de su propia pared.

Basidiocarpo: m. Cuerpo fructífero de los Basidiomicetes que contiene los basidios con sus basidiósporas.

Basidióspora: f. Espora formada en un basidio, propia de los Basidiomicetes.

Capilicio: m. En los Myxomycota, dicese de la masa filamentosa que aparece entremezclada con las esporas, en los esporangios que lo presentan. En los “Gasteromicetes, o Agaricomycotina gasteroides”, conjunto de hifas estériles, de paredes mas o menos engrosadas, entre las esporas.

Casquete: m. (*Oedogonium*). En los filamentos de las algas de la familia Oedogoniáceas, los segmentos anulares de la pared determinados por el modo particular de efectuarse la citocinesis.

Caulidio: m. Miembro análogo al tallo, pero en modo alguno homólogo a el, que presentan los Talófitos y Briófitos, es decir los vegetales mas basales.

Cenobio: m. Agrupación de células de origen común, perteneciente a la misma generación y reunidas en un conjunto de formas determinadas y constantes para la especie.

Cenobióspora: f. Espora de estructura cenocítica. Cada una de las autósporas que se separan de la planta madre reunidas en colonia o cenobio.

Cenocito: m. Masa protoplasmática multinucleada como consecuencia de divisiones nucleares no seguidas de divisiones citoplasmáticas..

Cisto: m. Empleado siempre que se quiere dar idea de algo vesiculoso.

Clamidóspora: f. Espora formada en el interior de una célula y que, aparte de su pared propia, se halla recubierta por la de la célula madre. La clamidóspora queda protegida así por una pared recia y es de tipo perdurante como en los Ustilaginales.

Cleistotecio: m. Ascocarpo cerrado, sin apertura predefinida.

Columela: f. En los esporangios de los Myxomycota, Mucorales, Agaricomycetes gastroides, etc. porción axial estéril de los mismos a modo de columnita. En los Briófitos masa de tejido estéril que se encuentra en el eje de la cápsula.

Conidio: m. Espora formada generalmente en los extremos o lados de una hifa, que reproduce una generación igual a la proveniente, mitóspora de origen externo.

Conidióspora: f. (=conidio) En los hongos, cualquier tipo de espora homofásica.

Conidiosporangio: m. Esporangio formado en el extremo de un esporangióforo, que produce esporas homofásicas equivalentes a los verdaderos conidios, característicos del orden Peronosporales.

Coprófilo: adj. Que prefiere el estiércol o las tierras estercoladas.

Coremio: m. (sinema) Conidioma compuesto por conidióforos más o menos compactados erecto o a veces fusionados llevando los conidios en el ápice solamente o en ambos ápice y lateralmente.

Coriáceo: adj. De consistencia recia, aunque con cierta flexibilidad, como el cuero.

Corónula: f. En los Carófitos, conjunto de 5 ó 10 células en que remata el ápice del oogonio.

Decumbente: adj. Dícese de lo que está inclinado. En las Hepáticas, dícese de las hojas cuya cara superior es oblicua hacia el ápice y plano anterior del tallo o rama.

Delicuescente: adj. Dícese de los tejidos, de los órganos o de las partes orgánicas que se convierten en una masa fluida.

Demediado: adj. Basidiocarpo en forma de semicírculo, de grosor variable, que se une lateralmente al sustrato.

Dicariótico: adj. Aplícase a células u otras estructuras, talos, esporas, etc., cuyas células poseen 2 núcleos. (Ej. micelio dicariótico en Ascomicetes, escidiósporas y uredósporas en Uredinales, etc.).

Diplanéticas: adj. Dícese de las especies que producen alternativamente dos tipos morfológicos de zoósporas.

Disco: m. Porción más o menos plana de los apotecios.

Dístico: adj. Toda suerte de órganos o partes orgánicas colocadas en dos filas.

Efuso: adj. Como derramado o desparramado, sobre todo hacia un lado. Aplicado al talo de los líquenes, que no tiene contorno bien definido.

Efuso-reflejo: adj. Se refiere al píleo de algunos Basidiomicota que se presenta extendido y con los bordes doblados hacia atrás.

Endofítico: adj. Perteneciente o relativo a los endófitos.

Endófito: m. *ta*: f. Planta u hongo parásito o saprófito que vive en el interior de un organismo vegetal.

Endoperidio: m. Cuando el peridio se compone de 2 capas, la capa interna, como en los hongos de la familia Licoperdáceas.

Endóspora: f. Espora que se forma dentro de una célula o de un esporangio.

Epitecio: m. En ciertos discomicetes, el conjunto del extremo de las paráfisis, cuando estas son más largas que los ascos.

Errumpente: adj. Que brota o nace rompiendo.

Esclerocio: m. Dícese del cuerpo duro que se forma en el micelio de los hongos constituido por un gran número de hifas entrelazadas y revestidas por una capa protectora exterior.

Esporangióspora: f. Espora engendrada en el interior de un esporangio.

Esporodoquio: m. Conjunto de conidióforos extendidos horizontalmente formando una especie de colchón sobre el cual surgen conidios. Característico de los estados imperfectos o anamorfos.

Esporóforo: m. Que trae esporas, que sirve de soporte a las mismas, que las contiene.

Estatóspora: f. En Crisófitos, espora de naturaleza endógena con paredes silicificadas y a menudo ornamentadas. Siempre compuestas por 2 piezas a veces con forma de balón y un tapón; otras veces como una caja cuyos bordes se tocan o bien con sus bordes superpuestos.

Esterigma: m. En algunos Basidiomicetes cada uno de los sutiles divertículos en que remata el basidio, en el ápice de los cuales se insertan sendas basidiósporas.

Estípite: m. Dícese del pie que contiene el píleo en las Agaricales típicas, formado por un prosénquima compacto, ya macizo o hueco, que se levanta del terreno o soporte.

Estroma: Masa o matriz de hifas vegetativas, con o sin tejido del hospedante o del sustrato, a veces con la consistencia de un esclerocio, que forma esporas en su interior o en su superficie.

Etalio: m. Dícese de las fructificaciones de los Mixomicetes que carecen de forma regular y definida.

Eucariota: adj. Se aplica a los organismos cuyo material nuclear esta encerrado por una membrana nuclear constituyendo así un orgánulo figurable, por otra parte poseen otros orgánulos celulares provistos de doble membrana como las mitocondrias y a veces cuando se trata de organismos fotosintéticos poseen plastidios conteniendo tilacoides.

Eucárpico: adj. En los hongos aplícase a aquellas especies en que se aprecia claramente una parte destinada a las funciones vegetativas (aparato vegetativo) y otra parte destinada a la misión de la multiplicación (aparato reproductor). Hay pues una clara delimitación en sus funciones no sólo en el tiempo, sino en el espacio.

Evanescete: adj. Evánido, efímero o de poca duración.

Excípulo: m. Generalmente, estrato de hifas sobre el que descansan los ascos o basidios del himenio. Tejidos marginales de los apotecios de ciertos líquenes vecinos al hipotecio y al tecio.

Eucárpico/a: adj. Aplícase al hongo en el que se aprecia claramente una parte destinada a las funciones vegetativas y otra parte destinada a la misión de la multiplicación.

Faneroplasmodio: Plasmodio en forma de abanico reticulado que avanza por la parte opuesta al vértice del mismo, constituido por gruesos cordones bien diferenciados en endo- y ecto- plasma. Ej.: Physarales.

Fase nuclear: en los organismos con reproducción sexual, cada una de las etapas del ciclo vital que se caracterizan por el número cromosómico de las células que la componen. Así, una haplofase o fase haploide es aquella fase cuyo número cromosómico es el mismo que llevan las gametas, en cambio se la denomina diplomase o fase diploide, cuando el número de cromosomas coincide con el que lleva el cigoto.

Faveolado/a: adj. Con celdillas que recuerdan a las de un panal o con oquedades.

Filamento: m. Talo o parte de un talo de desarrollo linear. Puede estar compuesto por una sola fila de células (uniseriado) o varias (pluriseriado). Puede también ser ramificado o no. En los Cianófitos se denomina filamento al tricoma junto con su vaina.

Fotosensibilidad: f. Sensibilidad a la acción de la luz.

Frondes: f. Talo de las algas con aspecto foliáceo, de los líquenes con forma laminar, y de las Hepáticas taloides.

Frústulo: m. Conjunto de las dos valvas silíceas de la célula de diatomeas.

Funículo: m. Dícese del pedículo que une los peridiolos al peridio interno del receptáculo en las Nidulariáceas (Basidiomicetes).

Gametangio: m. Estructura en donde se forman los gametos. Puede ser unicelular (simple) en cuyo caso el gametangio propiamente dicho es la pared de la célula madre de los gametos o bien pluricelular (complejo) en cuyo caso el o los gametos están rodeados por un estrato de células estériles que constituyen la pared del gametangio.

Gimnocárpico: adj. m. Cuerpo de fructificación de los hongos que posee el himenio descubierto durante la maduración de las esporas.

Gleba: f. En los Gasteromicetes, masa central del aparato esporífero; consta de una parte fértil (esporas) y otra estéril (capilicio, eláteres, paracapilicio, etc.).

Gonidio: m. En los Cianófitos (Chamaesiphonales) sinónimo de endósporas. Llámase así a las algas asociadas con hongos para constituir los líquenes. En Volvocales, llámase así a las células reproductivas asexuales, las que al dividirse repetidamente originan una colonia hija.

Gutulado: adj. Dícese de las esporas, que contienen una o más esférulas (gotas) de aspecto aceitoso.

Hemiangiocárpico: adj. m. Dícese en los cuerpos de fructificación de algunas Agaricáceas cuando el basidiocarpo comienza a diferenciarse como si fuera una estructura cerrada (angiocarpo) pero antes de que maduren las esporas se abre dejando el himenio expuesto; comúnmente las estructuras que cubren el himenio son el velo universal e himenial, cuyos restos se advienen en los basidiocarpos maduros como escamas en el píleo o formando la volva (velo universal) o bien constituyendo el anillo (velo himenial).

Heterocisto: m. *te*: f. Células especiales de las Cianobacterias que se originan a partir de las células vegetativas, por engrosamiento de la membrana y ausencia del pigmento asimilador.

Heterotalismo: adj. Condición de reproducción sexual en la que la conjugación solo es posible por la interacción de talos diferentes.

Heterotálico: adj. Dícese de los hongos que se reproducen sexualmente por heterotalismo.

Heterótrofo: adj. Que se alimenta de materia orgánica preformada, siendo incapaz de realizar síntesis de materia orgánica a partir de sustancias minerales.

Hifa: f. En los hongos, cada uno de los elementos filamentosos que constituyen su fase vegetativa, el micelio.

Himenio: m. Capa o estrato de conformación sumamente diversa pero constantemente constituida por hifas ascógenas o basidiógenas ordenadas en forma de empalizada y entremezclada frecuentemente con elementos estériles llamados paráfisis y cistidios.

Himenóforo: m. En los cuerpos de fructificación de los hongos, la parte de los mismos en que se apoya el himenio.

Hipotecio: m. En el apotecio, el estrato de hifas ubicado debajo del himenio.

Holocárpico/a: adj. Aplícase al organismo en que ocurre o puede ocurrir el fenómeno de holocarpia. Fenómeno propio de algunos organismos en que todo su cuerpo vegetativo pasa a convertirse en estructuras reproductivas sexual.

Homotalismo: m. Condición de reproducción sexual en la que la conjugación puede ocurrir sin la interacción de talos diferentes.

Homotálico: adj. Dícese de los hongos que se reproducen sexualmente por homotalismo.

Incumbente: adj. Filoma que en una serie longitudinal a lo largo del tallo tiene el borde anterior o superior sobre el posterior o inferior del filoma siguiente. Aplícase principalmente en las hepáticas.

Involucro: m. En las hepáticas, dícese de cualquier órgano envolvente de los anteridios o de los arquegonios, que los protege en mayor o menor grado.

Irpicoide: (del género de hongos *Irpex*). Provisto de púas, generalmente dentadas o laciniadas, como en *Irpex*.

Isidio: m. Dícese de cualquiera de las pequeñas excrecencias erguidas, de aspecto coraloide, a veces ramificadas, que nacen sobre la lámina superior de algunos líquenes.

Isogamia: f. Copulación de gametas iguales.

Lacinia: f. Dividido en lacinias. Aplícase a cualquier órgano laminar provisto de segmentos profundos y angostos semejantes a flecos.

Lóriga: f. Caparazón o cubierta resistente y así se ha aplicado al frústulo de los Bacilariófitos y al conjunto de las placas de las Peridináceas.

Micelio: m. Talo de los hongos, formado por células desprovistas de cloroplastos, heterótrofas, formando filamentos uniseriados llamados hifas que constituyen una maraña, no pudiendo hablarse de un tejido sino de un pseudotejido o falso tejido.

Mirmecófilo: adj. Dícese de las plantas que, por ofrecer albergue a las hormigas en ciertas cavidades de su organismo, o por facilitarles sustancias nutricias, o por ambas cosas a la vez, pasa por amigas de tales insectos.

Mixótrofo/a: adj. Aplíquese el organismos de la mixotrofia (forma nutricional de los heterótrofos en la que pueden tomar en forma inorgánica parte de su nutrimento, o cuando el organismos dispone de dos fuentes de C combinadas, una gaseosa que asimila gracias a sus cromatóforos y el orgánico que asimila en forma disuelta).

Monoplanético: adj. En los Micetófitos dícese de las especies que producen un solo tipo de zoósporas con un solo periodo de movilidad.

Oídio: m. En los hongos, espora de pared delgada resultante de la separación de las células terminales de una hifa haploide, usualmente, más o menos ovoides. Nombre genérico de las enfermedades producidas por hongos erisifáceos, se aplica más especialmente a una enfermedad de la vid.

Oogamia: f. Fecundación de un gameto inmóvil (oófera) por otra más pequeña y móvil, usualmente flagelada (anterozoide) de cuya fusión resulta una oóspora.

Oogonio: m. Célula en cuyo interior se forman, a manera de aplanósporas, gametas femeninas inmóviles u oóferas, en número de una o más.

Oóspora: f. Espora resultante de la fecundación de la oófera.

Opérculo: m. Término muy empleado en botánica para expresar la parte que se desprende de un esporangio, de un fruto, etc., a modo de tapadera. En gran número de Briófitos el esporangio se abre mediante un opérculo.

Palmeloide: adj. Dícese del tipo de colonia o agrupación que se presenta en diversas algas y fases inmóviles de fitoflagelados, cuando las células se multiplican vegetativamente en el seno de una masa mucilaginosa que ellas mismas producen.

Paráfisis: f. Hifas estériles, erectas, adheridas basalmente en el himenio, especialmente en los Ascomycetes, donde generalmente son filiformes, ramificadas o no y los ápices libres frecuentemente forman el epitecio.

Parásito: adj. Dícese del vegetal heterótrofo que se nutre a expensas de organismos vivos, tanto animales como plantas.

Partenogénesis: f. Desarrollo apomítico del óvulo, es decir engendramiento de un individuo a partir de un óvulo no fecundado, que puede ser haploide, diploide o poliploide.

Película: f. Cubierta de los Euglenófitos compuesta por el plasmalema al cual se adhieren íntimamente bandas de material proteico.

Perianto: m. Envoltura que rodea los arquegonios y se halla en el interior del involucro.

Peridio: m. En general, tratándose de hongos en sentido lato, envoltura o cubierta de un aparato esporífero, tanto en un esporangio de Mixomicetes como en un basidiocarpo o ascocarpo.

Peridiolo: m. Dícese en los hongos Gasteromicetes (Nidulariáceas) de los cuerpecillos de forma variada, cerrados, homólogos a las cavidades o cámaras de la gleba de otros Gasteromicetes, con la pared interna cubierta de hifas estériles.

Peritecio: m. Ascoma globoso o en forma de botella provisto de un ostíolo para la liberación de las esporas.

Periplasto: m. En los Euglenófitos, parte de las células que según su grado de rigidez hace que aquella tenga forma fija o bien permite deformaciones del protoplasma. Puede ser liso o adornado con fibrillas, quillas o filas de gránulos que generalmente describen líneas helicoidales. Actualmente se lo identifica como una estructura completa compuesta, de afuera hacia adentro, por el plasmalema y bandas esqueléticas de naturaleza proteica, microtúbulos y un sistema de vesículas mucilagíniferas.

Picnidio: m. Esporocarpo típico de las Sphaeropsidales (hongos anamórficos), comúnmente de forma globosa o de botella, también se forman en algunos Líquenes.

Piel: superficie externa estéril o capa cortical del basidiocarpo (también denominada pellis, cutícula, corteza). La piel del estipe es llamada "piel del estipe" y la del pileo "piel del pileo".

Pileiforme: adj. Que tiene forma semejante al pileo de las Agaricáceas.

Píleo: m. Porción superior o sombrero de cierto tipo de ascocarpos y basidiocarpos.

Pileado: adj. Que presenta píleo.

Pirenoide: m. Masa incolora, fundamentalmente de proteína, incluida en los cromatóforos de las algas y a menudo rodeada de carbohidratos de reserva, con cuya formación se relaciona.

Piriforme: adj. De forma parecida a la de una pera.

Planetismo: m. En los Oomycetes, condición de tener estados móviles.

Plasmodio: m. Cuerpo vegetativo de los Mixófitos de consistencia "gelatinosa" como si se tratase de una gran ameba. Puede tratarse de una estructura cenocítica desnuda (Mixomicetes) o bien de una estructura celular con paredes blandas y plásticas (calosa) conservando siempre aspecto ameboide (Acrasiomicetes).

Pleura: f. En Diatomeas, pieza de la teca en forma de superficie lisa y cerrada soldada por un lado a la valva y libre por el otro, cubriéndose parcialmente con la pleura de la otra teca, como la tapa y el fondo de una caja.

Pleurocárpico: adj. Aplícase a los musgos que presentan los arquegonios en los flancos del eje primordial, no en su ápice.

Probasidio: m. Basidio en estado primordial, desde la fusión nuclear hasta la formación de las esporas.

Procariota: adj. Se aplica a los organismos cuyas células carecen de orgánulos de doble membrana.

Prosénquima: Tejido grueso formado por hifas entrelazadas y unidas, en donde se distinguen los elementos hifales.

Pseudomicelio: m. En Bacteriófitos (Actinomicetales) talo filamentoso, compuesto por células procarióticas.

Pseudorrafe: f. área mediana, sencilla y lisa, que divide o interrumpe la grabadura de las valvas en varias familias de diatomeas Pennales. Tiene el aspecto pero no la función de un verdadero rafe, ya que carece de las hendiduras que constituyen la parte esencial de aquella.

Pústulas: f. Pequeñas elevaciones formadas por fructificaciones de hongos parásitos o por lesiones que ellos originan en los tejidos epidérmicos de los hospedantes.

Púsula: f. En los Dinófitos, sistema de vesículas contráctiles y reservorio vacuoliforme que desemboca próximo a la base de los flagelos.

Quimiosintético: ca: adj. Relativo a la quimiosíntesis. Que realiza la síntesis de materiales orgánicos cuando la fuente de energía es de tipo químico.

Rafe: f. Hendidura de la valva, paralela o coincidente con su eje mediano o apical, que en toda su extensión o sólo en parte de ella permite la comunicación del plasma de la célula con el medio exterior.

Resupinado/a: adj. Aplícase a cualquier órgano o parte orgánica invertido respecto a la posición que se considera normal.

Revoluto: adj. En la vernación se dice de la hoja que se encorva por sus bordes sobre el envés o cara externa de la misma.

Rizoides: m. En los Mucoromycotina, expansión haustorial de las hifas en forma de raíz.

Saprófito: m. Dícese del vegetal heterótrofo que se nutre a expensas de animales o plantas muertas y de toda suerte de restos orgánicos en descomposición o descompuestos.

Seta: f. Pedículo que sostiene el esporangio de los musgos.

Sinema: m. ver coremio.

Soralia (soralio): m. Cualquiera de las pústulas corticales del talo liquénico, por donde salen los soredios al exterior.

Soredio: m. En los Líquenes, propágulos vegetativos constituidos por células del fotobionte e hifas del micobionte.

Soros: m. En ficología, grupo bien determinado de órganos reproductores, que pueden ser esporangios o gametangios, solos o acompañados de paráfisis y con envoltura común o sin ella.

Subículo: m. Micelio de largos filamentos a modo de estroma laxo.

Suspensor: m. En los Mucoromycotina, hifas especializadas que soportan los gametangios.

Talo: m. Cuerpo vegetativo no diferenciado en eje caulinar folioso y en raíces, a veces unicelular y de forma muy simple o también filamentoso o laminar.

Teca: f. Cada una de las dos piezas silíceas que forman la cubierta de la célula de una diatomea, comparables a la tapa y al fondo de una caja. En una teca se distingue la valva, parte plana y esculpida, y la pleura, en forma de superficie lisa y cerrada que se adapta a aquélla. La teca que por los bordes de su pleura encaja sobre la opuesta y que es, por tanto, ligeramente mayor, se llama epiteca, mientras que la otra, algo más pequeña y más joven, es la hipoteca.

Tecio: m. Parte ensanchada y fértil del apotecio llamado también himenio ascóforo.

Teleutosporo: m. En las Uredinales, soro de las teleutósporas.

Teleutóspora: f. Espora de resistencia de pared gruesa, propia de royas y carbones, en las cuales se realiza la cariogamia y de la cual surgen los basidios (ver probasidio).

Tetráspora: f. Cada una de las aplanósporas originada en número de 4 dentro de un tetraesporangio típico de los Rodófitos, Feófitos, Briófitos y en la formación de las cuales se produce, por regla general, la reducción del número de cromosomas.

Tricógina: f. Órgano receptor, alargado en forma de pelo incoloro destinado a captar los espermacios y del que están dotados los órganos femeninos de los Rodófitos y algunos Ascomicetes.

Tricoma: m. Conjunto de células de un Cianófito filamentosos, sin la vaina que las envuelve. El tricoma junto con la vaina constituye el filamento.

Tricotálico: adj. Se llama así al crecimiento de diversas algas (Feófitos) cuando es caracterizado por una franja o fleco de filamentos en los bordes o en los extremos del talo; el crecimiento procede de la actividad meristemática de las células que ocupan la base de los pelos, o sea de las que forman el límite donde éstos pasan a constituir el tejido compacto.

Trofociste: m. Porción hinchada de una hifa con pigmentos carotenoides, a partir de la cual se forma el esporóforo, como se observa en el género *Pilobolus*.

Uncínulo: m. Divertículo que se produce en el extremo de las hifas ascógenas, a fin de alojar uno de los núcleos del micelio dicariótico, tiene su paralelo en la fíbula de los Basidiomicetes.

Uredóspora: f. Dícese de las esporas de las Uredinales (royas) que propagan la infección únicamente en las hojas de las Gramíneas atacadas.

Urceolado: adj. De forma de olla.

Valva: f. En Diatomeas se llama así a la parte plana de cada teca, paralelamente al plano valvar y ornamentada con relieves diversos o también se llama así a toda la teca, incluyendo los costados o pleura. Se distingue una epivalva y una hipovalva correspondientes a la epiteca e hipoteca respectivamente.

Volva: f. En las Agaricáceas y en algunos “Gasteromicetes” (Faláceas), porción inferior del velo universal o del peridio en torno a la base del estípite, que a modo de una vaina persiste después de madurar el cuerpo de fructificación.

Zooglea: f. Masa de bacterias o de algas inferiores conglutinadas por el mucílago de sus paredes hinchadas.

Zoospora: f. Espora flagelada y por consiguiente móvil.

ANEXO II

PROGRAMA DE BIOLOGÍA DE PROTISTAS Y HONGOS

Protistas autótrofos

1. Algas Protistas. Niveles de organización. Morfología. Citología. Teoría de la endosimbiosis. Origen de los cloroplastos en los Grupos abordados. Tipos de reproducción. Ciclos biológicos. Grupos que integran "Protista". Importancia económica y sanitaria.
2. Eukarya. Excavata. Discicristata. Euglenophyta: morfología. Citología. Contenido citoplasmático. Pigmentos. Sustancia de reserva. Núcleo. Nutrición. Reproducción. Clasificación. Géneros más importantes. Hábitat. Los Euglenófitos como Bioindicadores.
3. Eukarya. Chromoalveolata (Heterokonta). Alveolata. Dinophyta: morfología general. Organización del talo. Pared celular. Contenido citoplasmático. Pigmentos. Sustancia de reserva. Núcleo. Flagelos: número, estructura flagelar. Reproducción asexual y sexual. Ciclos de vida. Hábitat. Clasificación. Órdenes más importantes. Fenómeno de bioluminiscencia y hemotalasia. Bioindicadores. Toxicidad. Rol de Dinophyta en los ambientes marinos y continentales.
4. Eukarya. Chromoalveolata (Heterokonta). Stramenopila. Heterokontophyta. Chrysophyceae: morfología general. Reproducción. Ciclos de vida. Niveles de organización en Tribophyceae (=Xanthophyceae) y Chrysophyceae. Morfología celular. Contenido citoplasmático. Pigmentos. Sustancia de reserva. Pared celular. Tipos morfológicos y niveles de organización. Hábitat. Clasificación. Órdenes más importantes. Bacillariophyceae: caracteres generales. Morfología del frústulo. Contenido citoplasmático. Reproducción sexual y asexual. Auxosporulación. Clasificación: Centrales y Pennales. Importancia económica. Bioindicadores. Diatomeas fósiles: depósitos.
5. Eukarya. Chromoalveolata (Heterokonta). Stramenopila. Heterokontophyta. Phaeophyceae: morfología general. Niveles de organización. Tipos morfológicos. Crecimiento. Pared celular: composición química. Contenido celular. Pigmentos. Sustancia de reserva. Multiplicación vegetativa. Reproducción asexual y sexual. Ciclos de vida. Alternancia de generaciones. Clasificación. Órdenes más importantes, ejemplos de especies en Argentina. Importancia económica. Usos biotecnológicos.

Protistas heterótrofos

6. Eukarya. Hongos s. l. mucilaginosos. Amoebozoa. Eumycetozoa: morfología general. Citología. Reproducción asexual y sexual; estructuras. Ciclo de vida. Hábitat. Clasificación. Myxomycota. Clases: Dictyosteliomycetes, Protosteliomycetes y Myxomycetes. Principales órdenes de cada

clase. Importancia. Excavata. Discicristata. Acrasiomycota: morfología general. Reproducción; estructuras. Ciclo de vida. Hábitat. Importancia.

7. Eukarya. Hongos s. l. flagelados. Hongos acuáticos uniflagelados y biflagelados. Chromoalveolata. Stramenopila/Heterokonta: caracteres generales de los linajes heterótrofos. Hyphochytridiomycota, Labyrinthulomycota, Oomycota. Morfología general. Citología. Reproducción. Formas de vida. Ciclos biológicos. Hábitat. Evolución. Relaciones simbióticas. Órdenes y géneros de importancia económica. Ejemplos de los principales fitopatógenos. Epidemiología. Rhizaria (o Amoebozoa). Cercozoa. Plasmodiophorida (=Plasmodiophoromycota). Morfología general. Citología. Formas de vida. Ciclos biológicos. Hábitat. Evolución. Relaciones simbióticas. Órdenes y géneros de importancia económica. Ejemplos de los principales fitopatógenos. Epidemiología.

Hongos

1. Eukarya. Unikonta. Opisthokonta. Fungi. Hongos s. s. Naturaleza e importancia de los hongos. Relaciones con otros organismos. Morfología. Citología. Estructuras vegetativas. Tipos de micelio. Dimorfismo. Pseudotejidos fúngicos: clasificación. Tipos de talo: talos agregados; talos masivos; talos parásitos. Estructura interna. Estructuras reproductivas asexuales y sexuales. Homotalismo, heterotalismo. Ciclos de vida. Anamorfo, holomorfo, teleomorfo. Esporas y fructificaciones. Tipos de reproducción. Heterocariosis. Parasexualidad.

2. Eukarya. Unikonta. Opisthokonta. Fungi. Hongos s. s. Nutrición y crecimiento. Factores químicos: fuentes de carbono, vitaminas y otros factores orgánicos. Factores físicos: temperatura, luz y humedad. Medios de nutrición. Macronutrientes y micronutrientes. Medios naturales y medios sintéticos. Usos biotecnológicos. Clasificación.

3. Eukarya. Unikonta. Opisthokonta. Fungi: caracteres generales. Tipos de reproducción. Formas de vida saprófitas, mutualistas y parásitas. Filogenia de hongos inferiores. Chytridiomycota, Blastocladiomycota, Monoblepharomycota, Glomeromycota y Mucoromycotina incertae sedis. Estructuras vegetativas y reproductivas. Ciclos biológicos y formas de vida. Clases y Órdenes principales. Importancia económica. Usos biotecnológicos.

4. Eukarya. Unikonta. Opisthokonta. Fungi. Hongos s. s. Ascomycota: caracteres generales. Tipos de reproducción. Estructuras vegetativas y reproductivas. Ciclos biológicos y formas de vida. Anamorfos y teleomorfos. Usos biotecnológicos. Clasificación. Clases y principales órdenes. Formas ascocárpicas y acárpicas. Relaciones entre las formas teleomórficas (sexuadas) y anamórficas (asexuadas). Ascomycetes de importancia económica, su relación con el hombre. Fermentación. Fitopatógenos. Epidemiología.

5. Eukarya. Unikonta. Opisthokonta. Fungi. Hongos s. s. Anamorfos (“Deuteromycota o Fungi imperfecti”): caracteres generales, vegetativos y reproductivos. Ontogenia. Tipos de esporulación. Sistema de Clasificación; problemas nomenclaturales. Su relación con las formas teleomórficas. Clases. Principales órdenes. Importancia económica, medicinal y sanitaria. Su relación con el hombre. Usos biotecnológicos. Epidemiología.

6. Eukarya. Unikonta. Opisthokonta. Fungi. Basidiomycota: caracteres generales. Estructuras vegetativas y reproductivas. Morfología y citología. Tipos de reproducción. Tipos de basidios. Usos biotecnológicos. Ciclos biológicos y formas de vida. Clases y órdenes principales. Importancia económica. Su relación con el hombre. Fitopatógenos. Royas y Carbones. Epidemiología.

7. Eukarya. Unikonta. Opisthokonta. Fungi. Hongos s. s. Interacciones simbióticas mutualistas Virideplantae-hongos. Importancia económica. Simbiosis: estrategia nutricional fúngica. Líquenes: naturaleza de la simbiosis líquénica (ficobionte y micobionte, hábitos, composición química de los líquenes, reproducción asexual, multiplicación, reproducción sexual en ascolíquenes y basidiolíquenes, diversidad). Clases y órdenes principales. Líquenes como Bioindicadores. Micorrizas. Hongos formadores de Micorrizas (Ascomycetes, Basidiomycetes y Glomeromycetes). Clases y órdenes principales. Tipos de micorrizas: definición de cada una de ellas. Micorrizas ericoides, orquidoides, monotropoides, arbutoides, ecto- y endomicorrizas: características morfológicas, citología, tipos y distribución de las familias de plantas vasculares. Micofilas (Ascomycetes). Clases y órdenes principales. Ciclos de vida. Tipos de micofilas (I, II y II). Hospedantes nativos. Importancia socioeconómica y sanitaria. Epidemiología. Usos biotecnológicos. Efectos de las Micorrizas y Micofilas en la biodiversidad de las comunidades.

Contenidos mínimos:

Protistas autótrofos y heterótrofos. Supergrupos y Grupos incluidos en “Protista”. Características generales. Criterios de clasificación. Niveles de organización y tipos morfológicos. Consideraciones morfológicas, fisiológicas, reproductivas y ecológicas. Ciclos biológicos. Citología. Pigmentos. Reproducción. Ciclos de vida. Clasificación: géneros más importantes. Hábitat. Consideraciones ecológicas económicas y sanitarias. Importancia evolutiva. Epidemiología de las especies de interés local y regional. Hongos: naturaleza e importancia de los hongos. Estructuras vegetativas. Morfología. Citología. Reproducción. Heterocariosis. Parasexualidad. Nutrición y crecimiento. Formas de vida. Clasificación de Fungi. Evolución. Clases, órdenes y géneros de importancia económica y ecológica. Interacciones Planta/autótrofo-hongo. Tipos de simbiosis. Mutualismo. Parasitismo. Formas de reproducción y multiplicación. Clasificación. Importancia ecológica. Epidemiología de las especies de interés local y regional.

Seminarios:

- Los seminarios consistirán en la exposición (mediante posters o presentación de powerpoint) y discusión por parte de los alumnos de los resultados obtenidos en los Trabajos Prácticos del Curso, analizados y sintetizados en el TP N 14.

- Régimen de Aprobación

Se considerara alumno del curso a aquéllos en condiciones de incorporarse según lo establecido en el Art. 23 de Ord. CS 13/03.

Requisitos para la regularización del curso:

1. Asistencia a las clases teóricas, prácticos de aula y laboratorio y trabajos de campo. La asistencia a las clases teóricas será optativa para alumnos regulares. Se considera Trabajo Práctico a actividades de aula, laboratorio y trabajos de campo, de los que se requerirá el 80% para los primeros y el 100 % de asistencia para el TP de Campo. Los Trabajos Prácticos reprobados o ausentes serán computados en relación a la exigencia de aprobación según la Ord. CD 0006/12. Solo podrá recuperar aquel alumno que en primera instancia apruebe un 75 % de los mismos (o su fracción entera inferior) del Plan de **Trabajos Prácticos del curso**.

2. Aprobación del 100%: a)-Trabajos Prácticos (Aula, Campo y Laboratorio); y b)-Parciales

2.a)- Trabajos Prácticos: para la aprobación del Trabajo Práctico se requiere:

- Asistencia.
- El alumno deberá concurrir al Trabajo Práctico con conocimientos sobre el tema, tanto teóricos como de ejecución, lo que se comprobará con una breve evaluación oral o escrita antes o durante la realización del mismo.
- Al finalizar el Trabajo Práctico cada alumno deberá entregar un informe de las actividades realizadas en la clase práctica.
- Los Trabajo Prácticos reprobados o ausentes será computado en relación a la exigencia de aprobación según la Ord. CS 0006/12.

Se realizará un Trabajo Práctico de Campo, que consistirá en una salida de campo a un lugar preestablecido. El mismo tiene características de irrecuperable. En caso de inasistencia justificada se fijaran alternativas de equivalencia.

- Colección: el alumno tendrá que confeccionar una Colección de los organismos estudiados durante el curso y presentarlo al final de cuatrimestre para su evaluación.

2.b)- Evaluaciones Parciales: regularizarán el curso aquellos alumnos que aprueben el 100% de las evaluaciones previstas. El examen parcial consta de una parte práctica y una teórica.

Para alumnos regulares se tomarán dos evaluaciones parciales, las cuales serán aprobadas con un 70% de respuestas correctas. Cada parcial tendrá dos recuperaciones. La nota final de cada evaluación parcial resultará del promedio de lo obtenido en el parte práctica y en la teórica.

Régimen de promoción sin examen:

El curso podrá ser aprobado mediante el Régimen de Promoción sin Examen Final. Esta modalidad permitirá la evaluación continua del alumno en el proceso de aprendizaje del mismo. Incluye una instancia de evaluación final integradora, donde se evalúa la capacidad del alumno de construir una visión integral de los contenidos estudiados.

- Para la aprobación del curso el alumno deberá cumplir:

- (a) Con las condiciones de regularidad establecidas anteriormente.
- (b) Con el ochenta por ciento (80 %) de asistencia a las clases teóricas, prácticas, teórico-prácticas, laboratorios, trabajos de campo y toda otra modalidad referida al desarrollo del curso.
- (c) Con una calificación al menos de (7) siete puntos en todas las evaluaciones establecidas en cada caso, incluida la evaluación de integración.
- (d) Con la aprobación de la evaluación de carácter integrador con 70 % de las respuestas correctas.

Régimen de exámenes libres:

El curso podrá ser aprobado mediante el Régimen de Exámenes Libres.

Para aprobar la materia bajo esta modalidad, el alumno deberá cumplir los siguientes requisitos:

(a) Aprobar en primera instancia el Examen Práctico que consistirá en: observar macroscópica y microscópicamente, dibujar, determinar y ubicar taxonómicamente los materiales que los docentes de la Cátedra le designarán. Dichos materiales corresponderán a organismos y sus interacciones simbióticas que representan a cada uno de los grupos analizados en los Trabajos Prácticos para alumnos regulares y promocionales de la materia: Euglenophyta, Dinophyta, Heterokontophyta (Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Tribophyceae, Phaeophyceae), Oomycota, Myxomycota, Ascomycota, Basidiomycota, Glomeromycota, Chytridiomycota, Glomeromycota y Mucoromycotina *incertae sedis*.

(b) El Examen Práctico es eliminatorio; los alumnos deberán aprobarlo con 7 puntos para acceder a la Evaluación Teórica.

(c) Aprobar la Evaluación Teórica, que consiste de un examen global que abarcará todos los contenidos que constan en el Programa de la materia.

(d) La Evaluación Teórica será aprobada con 7 puntos.

(e) La nota final del alumno resultará de promediar las notas de los exámenes Práctico y Teórico.

IX - Bibliografía Básica

- Adl, S. M., A. G. Simpson, M. A. Farmer, R. A. Andersen, O. R. Anderson, J. R. Barta, S. S. Bowser, G. Brugerolle, R. A. Fensome, S. Fredericq, T. Y. James, S. Karpov, P. Kugrens, J. Krug, C. E. Lane, L. A. Lewis, J. Lodge, D. H. Lynn, D. G. Mann, R. M. McCourt, L. Mendoza, O. Moestrup, S. E. Mozley-Standridge, T. A. Nerad, C. A. Shearer, A. V. Smirnov, F. W. Spiegel, M. F. Taylor. 2005. The new higher level classification of Eukaryotes with emphasis on the taxonomy of Protists. *J Eukaryot. Microbiol.* 52:399-451.
- Adl, S. M., A. G. Simpson, C. E. Lane, J. Lukeš, D. Basse, S. S. Bowser, M. Brown, F. Burki, M. Dunthorn, V. Hampl, A. Heiss, M. Hoppenrath, E. Lara, L. leGall, D. H. Lynn, H. McManuso, E. A. D. Mitchell, S. E. Mozley-Stanridge, L. Wegener Parfrey, J. Pawlowski, S. Rueckert, L. Shadwick, C. Schoch, A. Smirnov, F. W. Spiegel. 2012. The revised classification of eukaryotes. *J Eukaryot Microbiol.* 59(5): 429-514.
- Alexopoulos, C. J. & C. W. Mims. 1985. Introducción a la Micología. Ed. Omega, Barcelona. 638 págs.
- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims, M. Backwell. 1996. Introductory Mycology. 4th Ed. John Wiley & Sons, NY. 868 págs.
- Allen, M. F. 1991. The ecology of mycorrhizae. Barnes, R.S.K. Birks, H. J. B., Connor, E.F.,
- Bacon, C. W. & J. F. White Jr. 1994. Biotechnology of endophytic fungi of grasses. CRC Press, London, Tokio. 214 págs.
- Baldauf, S. L. 2008. An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. *Journal Syst. and Evol.* 46: 263-273.
- Brundrett, M., L. Melville, L. Peterson. (Eds.). 1994. Practical methods in mycorrhiza research. Mycologia Publications, Australia. 374 págs.
- Cavalier-Smith, T. 1993. Kingdom Protozoa and its 18 Phyla. *Microbiological Reviews* 57: 953-994.
- Cepero de García, M. C., S. Restrepo Restrepo, A. E. Franco-Molano, M. Cárdenas Toquica, N. Vargas Estupiñán. 2012. Biología de Hongos, 520 págs. Universidad de los Andes, Colombia.
- Clay, K., C. Schardl. 2002. Evolutionary origins and ecological consequences of endophyte symbiosis with grasses. *Amer. Naturalist* 100:S100-S127.
- Cocucci, A. C., A. T. Hunziker. 1994. Los Ciclos Biológicos en el Reino Vegetal. Acad. Nac. de Ciencias de Córdoba. 89 págs.
- Des Abbayes, H., M. Chadeaud, J. Feldman, Y. De Ferre, H. Gaussen, P. Grasse, A. R. Prevot. 1989. Botánica, Vegetales Inferiores. Ed. Reverté, Barcelona. 748 págs.

- Font Quer, P. 1970. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona.
- Hale, M.E. 1979. How to know the Lichens. Ed. Brown Co. Publishers, Iowa. 246 págs.
- Hibbett, D. S., M. Binder, J. F. Bischoff, M. Blackwell, P. F. Cannon, O. E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P. M. Kirk, R. Lu Cking, H. Thorsten Lumbsch, F. Lutzoni, P. B. Matheny, D. J. McLaughlin, M. J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J. W. Spatafora, J. A. Stalpers, R. Vilgalys, M. C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G. L. Benny, L. A. Castlebury, P. W. Crous, Y-Ch Dai, W. Gams, D. M. Geiser, G.W. Griffith, C. Gueidan, D. L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R. A. Humber, K. D. Hyde, J. E. Ironside, U. Koljalg, C. P. Kurtzman, K-H. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. M. Dlikowska, A. Miller, J-M. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J. D. Rogers, C. Roux, L. Ryvardeen, J. P. Sampaio, A. Schußler, J. Sugiyama, R. G. Thorn, L. Tibell, W. A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M. M. White, K. Winka, Y-J Yao, N. Zhang. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol. Res.* 111: 509 - 547.
- Kavanagh, K. 2005. Fungi: Biology and Applications, 267 págs. and Plates. John Wiley & Sons Ltd., England.
- Kendrick, B. (Ed.). 1992. The Fifth Kingdom. Focus Information Group, Inc., Mycologue Publications. 406 págs.
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, J. C. David, J. A. Stalpen. (Eds.). 2001. Dictionary of the Fungi. 9th Edition. CAB International. 655 págs.
- Lane, C. L. & J. M. Archibald. 2008. The eukaryotic tree of life: endosymbiosis takes it TOL. *Trends Ecol. Evol.* 23: 268-275.
- Leuchtman, A., K. Clay. 1997. The population biology of grass endophytes. En: *The Mycota V (part A)*, Springer Págs: 185-202.
- Magurran A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ed. Vedral. Barcelona.
- Margulis, L., K. V. Schwartz. 1998. Five Kingdoms. 3th Ed. W. H. Freeman & Co. (Eds.), NY. 490 págs.
- Pöggeler, S., J. Wöstemeyer. 2011. The Mycota. A Comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic and Applied Research (Ed. K. Esser). XIV. Evolution of Fungi and Fungal-Like Organisms (Volume Eds. S. Pöggeler and J. Wöstemeyer). Springer, Heidelberg, NY. 345 págs.
- Rico, A. L., R. Kiesling. 2011. Próximos cambios en la nomenclatura de algas, hongos y plantas. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 46 (3-4): 381-385.
- Scagel, R. F., R. J. Bandoni, J. R. Maze, G. E. Rouse, W. B. Schofield, J. R. Stein. 1991. Plantas no vasculares. Ed. Omega, S. A., Barcelona. 548 págs.
- Schlegel, M., N. Hülsmann. 2007. Protists. A textbook example for a paraphyletic taxon. *Organisms, Diversity & Evolution* 7: 166-172.

- Smith, S. E., D. J. Read. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. 2nd ed. Smith, S. E. & D. J. Read (Eds.). Academic Press. San Diego, London, New York, Boston, Sydney, Tokio, Toronto.
- Stone, J., O. Petrino. 1997. Endophytes of forest trees: a model for fungus-plant interactions. En: The Mycota V (part B), Springer. Pág: 129-238.
- Strasburger, E. 1986. Tratado de Botánica. Ed. Marín, Madrid.
- Tree of Life Project: <http://tolweb.org/tree/>
- Zimmermann, W. 1976. Evolución Vegetal. Ed. Omega, Serie Biológica, Barcelona. 178 págs.

- Bibliografía Complementaria

- Publicaciones periódicas en revistas científicas relacionadas con el tema.
- Páginas de internet con previa supervisión de la Profesora Responsable.

Resumen del Programa

Protistas Autótrofos: Algas Protistas. Características generales. Criterios de clasificación en algas. Niveles de organización y tipos morfológicos. Consideraciones morfológicas, fisiológicas, reproductivas y ecológicas. Ciclos biológicos. Algas eucariotas: Euglenophyta; Dinophyta; Heterokontophyta: Bacillariophyceae; Chrysophyceae; Tribophyceae; Phaeophyceae. Citología. Pigmentos. Reproducción. Ciclos de vida. Clasificación: géneros más importantes. Hábitat. Consideraciones ecológicas, económicas, sanitarias e importancia evolutiva.

Protistas Heterótrofos: Amoebozoa. Eumycetozoa; Myxomycota. Clases. Alveolata; Hyphochytridiomycota, Labyrinthulomycota, Oomycota. Morfología. Citología. Ciclos de vida. Rhizaria (o Amoebozoa). Cercozoa. Plasmodiophorida (=Plasmodiophoromycota). Clasificación: Clases, órdenes y géneros más importantes. Hábitat. Consideraciones ecológicas, económicas, sanitarias e importancia evolutiva. Epidemiología.

Hongos: naturaleza e importancia de los hongos. Estructuras vegetativas. Tipos de micelio y tipo de talo. Tipos de reproducción. Heterocariosis. Parasexualidad. Nutrición y crecimiento. Concepto de saprofitismo, parasitismo/mutualismo facultativo y obligado. Clasificación. Fungi. Hongos inferiores: Chytridiomycota, Blastocladiomycota, Monoblepharomycota, Glomeromycota y Mucoromycotina *incertae sedis*. Hongos superiores. Dikarya: Ascomycota, Basidiomycota, “Deuteromycota”. Morfología. Citología. Reproducción. Formas de vida. Ciclos biológicos. Evolución. Clases, órdenes y géneros de importancia económica y ecológica. Liquenología: naturaleza de la simbiosis líquénica: ficobionte y micobionte. Tipos de talo. Interacciones planta-hongo. Tipos de simbiosis. Mutualismo. Parasitismo. Formas de reproducción y multiplicación. Clasificación. Importancia ecológica. Epidemiología de los patógenos fúngicos de interés local y regional.

Programa de examen:

Bolilla 1: Protistas Autótrofos. Algas. Niveles de organización y tipos morfológicos, importancia en la clasificación. Tipos de reproducción. Ciclos biológicos. Hongos *s. s.*: naturaleza e importancia de los hongos. Relaciones con otros organismos. Estructuras vegetativas. Tipos de micelio. Tipos de talo: talos agregados; talos masivos; talos parásitos. Líquenes: reproducción sexual en ascolíquenes y basidiolíquenes. Clasificación. Importancia ecológica. Indicadores de contaminación.

Bolilla 2: Protistas Autótrofos. Grupos que lo integran. Morfología. Citología. Hábitat. Forma y estructura de la pared. Hongos *s. s.*: citología. Estructuras reproductivas asexuales y sexuales. Esporas y fructificaciones. Tipos de reproducción. Heterocariosis. Parasexualidad. Naturaleza de la clasificación.

Bolilla 3: Protistas Autótrofos: Relaciones filogenéticas entre los Grupos. Teoría de la endosimbiosis. Origen de los cloroplastos en los Grupos abordados. Hongos: nutrición y crecimiento. Factores químicos: fuentes de carbono; vitaminas y otros factores orgánicos. Factores físicos: temperatura, luz, humedad. Medios de nutrición. Macronutrientes y micronutrientes. Medios naturales y medios sintéticos.

Bolilla 4: Euglenophyta: morfología. Citología. Teoría de la endosimbiosis. Origen de los cloroplastos del Grupo. Contenido citoplasmático. Pigmentos. Sustancia de reserva. Núcleo. Nutrición. Reproducción. Clasificación. Géneros más importantes. Hábitat. Los Euglenófitos como indicadores biológicos. Clasificación en Hongos. Amoebozoa. Eumycetozoa: morfología general. Reproducción asexual y sexual; estructuras. Ciclo de vida. Hábitat. Clasificación. Clase Myxomycota. Principales clases y órdenes. Importancia.

Bolilla 5: Dinophyta: morfología general. Organización celular. Pared celular. Contenido citoplasmático. Teoría de la endosimbiosis. Origen de los cloroplastos en el Grupo. Pigmentos. Sustancia de reserva. Núcleo. Flagelos: número, estructura flagelar. Reproducción asexual y sexual. Ciclos de vida. Hábitat. Opisthokonta y Chomolveolata: caracteres generales. Hongos *s. l.* acuáticos, uniflagelados y biflagelados. Morfología general. Reproducción. Parásitos y mutualista. Ciclos biológicos. Usos biotecnológicos. Importancia socioeconómica.

Bolilla 6: Dinophyta: clasificación, clases y órdenes más importantes. Teoría de la endosimbiosis. Origen de los cloroplastos en el Grupo. Fenómeno de bioluminiscencia y hemotalasia. Toxicidad. Dinoflagelados fósiles. Rol de los Dinófitos en los ambientes marinos y continentales. Hongos *s. l.*: evolución. Órdenes y géneros de importancia económica. Oomycota. Ejemplos de los principales fitopatógenos. Hongos *s. s.* Evolución. Órdenes y géneros de importancia económica. Oomycota. Ejemplos de los principales fitopatógenos.

Bolilla 7: Heterokontophyta: morfología general. Citología. Teoría de la endosimbiosis. Origen de los cloroplastos en el Grupo. Reproducción. Ciclos de vida. Niveles de organización en Tribophyceae (=Xanthophyceae), Chrysophyceae y Bacillariophyceae. Morfología. Citología. Contenido citoplasmático. Pigmentos. Sustancia de reserva. Pared celular. Tipos morfológicos y niveles de organización. Importancia en la clasificación. Fungi: caracteres generales. Tipos de reproducción. Formas saprófitas y parásitas. Filogenia de hongos inferiores.

Bolilla 8: Tribophyceae (=Xanthophyceae): caracteres generales. Clasificación. Órdenes más importantes. Chrysophyceae: caracteres generales. Tipos morfológicos, niveles de organización. Hábitat. Clasificación: Órdenes más importantes. Ejemplos. Mucoromycotina *i. s.* Estructuras vegetativas y reproductivas. Ciclos biológicos y formas de vida. Órdenes y géneros más importantes. Importancia socioeconómica. Usos biotecnológicos.

Bolilla 9: Bacillariophyceae: caracteres generales. Morfología del frústulo. Contenido citoplasmático. Reproducción sexual y asexual. Auxosporulación. Clasificación: Centrales y Pennales. Géneros más conspicuos. Importancia económica. Diatomeas fósiles. Depósitos. Ascomycota:

caracteres generales. Tipo de reproducción. Estructuras vegetativas y reproductivas. Ciclos biológicos y formas de vida. Ascolíquenes. Micofilas. Micorrizas.

Bolilla 10: Phaeophyceae: características generales. Niveles de organización y tipos morfológicos. Citología. Teoría de la endosimbiosis. Origen de los cloroplastos en el Grupo. Evolución de las formas. Principales aspectos de la morfología externa. Pared celular, estructura y composición química. Contenido celular. Pigmentos. Sustancia de reserva. Eumycetozoa. Myxomycota. Morfología. Citología. Ciclo de vida. Principales Clases, órdenes y géneros. Importancia. Relaciones filogenéticas.

Bolilla 11: Basidiolíquenes. Morfología y anatomía del talo. Estructuras reproductivas. Reproducción asexual y sexual. Ciclos de vida. Bioindicadores. Importancia. Ascomycetes: clasificación. Subclases y principales órdenes. Formas ascocárpicas. Relaciones entre las formas teleomórficas (sexuadas) y anamórficas (asexuadas). Ascomycota de importancia económica, su relación con el hombre. Fermentación. Formas fitopatógenas.

Bolilla 12: Hyphochytridiomycota, Laberynthulomycota, Oomycota. Morfología. Citología. Reproducción. Ciclos de vida. Órdenes más importantes. Hábitat. Importancia socioeconómica y en la naturaleza. Filogenia. “Deuteromycota-Fungi imperfecti”: caracteres generales, vegetativos y reproductivos. Tipos de esporulación. Sistema de clasificación; problemas nomenclaturales.

Bolilla 13: Acrasiomycota: morfología general. Reproducción; estructuras. Ciclo de vida. Hábitat. Importancia. Anamorfos: su relación con las formas teleomórficas. Principales órdenes. Importancia económica; medicinal. Su relación con el hombre. Líquenes: naturaleza de la simbiosis líquénica: ficobionte y micobionte. Hábito del talo. Composición química de los líquenes. Ascolíquenes y Basidiolíquenes. Clasificación.

Bolilla 14: Phaeophyceae: morfología general. Niveles de organización. Tipos morfológicos. Crecimiento. Pared celular: composición química. Contenido celular. Pigmentos. Sustancia de reserva. Multiplicación vegetativa. Reproducción asexual y sexual. Basidiomycota: caracteres generales. Estructuras vegetativas y reproductivas. Tipos de reproducción. Principales órdenes. Relaciones filogenéticas. Interacciones con plantas. Importancia socioeconómica. Bioindicadores.

Bolilla 15: Phaeophyceae: ciclos de vida. Alternancia de Generaciones. Clasificación. Ordenes más importantes, ejemplos de especies en Argentina. Importancia económica. Basidiomycota: tipos de basidios. Evolución del himenio. Ciclos biológicos y formas de vida. Clases y órdenes principales. Importancia económica. Su relación con el hombre.

Bolilla 16: Dinophyta: morfología y citología. Toxicidad. Niveles de organización. Contenido celular. Pigmentos. Sustancia de reserva. Pared celular: composición química, impregnaciones. Reproducción asexual y sexual. Ciclos de vida. Clasificación. Bioindicadores. Micofilas: naturaleza de la simbiosis, hospedante y micobionte. Clasificación del simbionte fúngico. Importancia socioeconómica. Usos biotecnológicos.

Bolilla 17: Plasmodiophoromycota. Acrasiomycota. Morfología. Citología. Toxicidad. Niveles de organización. Sustancia de reserva. Pared celular: composición química, impregnaciones. Reproducción asexual y sexual. Ciclos de vida. Relaciones filogenéticas. Importancia socioeconómica. Interacciones plantas-hongos. Micorrizas: tipos. Morfología, anatomía y fisiología. Hospedantes y hongos asociados. Importancia socioeconómica. Usos biotecnológicos.