

Tema 34. Reino Protocistas. Géneros más comunes en charcas, ríos y mares. El papel ecológico y su importancia económica y sanitaria.

1º E.S.O. Bloque 3 Tema 7.
1º Bach. Bloque 5. Clasificación de los seres vivos.
2º Bach. Bloque 4.

SUMARIO

34.1. Reino Protocistas

34.2. Protozoos

A) SUBPHYLUM DE LOS MASTIGÓFOROS

A₁) CL. FITOMASTIGINOS

A₂) CL. ZOOFLAGELADOS.

B) SUBPHYLUM SARCODINOS o RIZÓPODOS

B₁) CLASE RIZÓPODOS.

B₂) CLASE EUMYCETOS (OPCIONAL)

34.2.2. Esporozoos o Apicomplejos

A) CLASE GREGARINIDOS

B) CLASE COCCIDIOS

C) CLASE HEMOSPORIDIOS

D) PIROPLÁSMIDOS

E) OTROS

34.2.3. Cnidosporidios (Microsporidios y Mixozoos)

34.2.4. Phylum Cilióforos o Ciliados

A) CL. EUCILIADOS.

B) TENTACULÍFEROS, Suctores o Acinetos

34.3. Las algas. Caracteres generales

34.3.1. Phylum Pirrófitos o Dinoflagelados

34.3.2. Phylum Euglenófitos

34.3.3. Phylum Crisófitos

34.3.4. Phylum Feófitos

34.3.5. Phylum Rodófitos

34.3.6. Phylum Clorófitos

34.3.7. Importancia de las algas

34.1. Reino Protocistas

Está formado por seres **unicelulares y pluricelulares**, de organización **eucariótica** y aerobios: protozoos, algas. Los pluricelulares en ningún caso llegan a formar tejidos

La principal diferencia entre ellos es la de la ausencia de clorofila entre los protozoos y son, por tanto, heterótrofos, mientras que las algas si la poseen y son autótrofas.

Todos viven en medios acuáticos o muy húmedos: agua dulce o salada, suelos húmedos o en el interior de animales (algunos protozoos) a los que producen enfermedades.

Muchos suelen vivir como células aisladas, aunque pueden formar sencillas colonias. Algunos son inmóviles, pero otros muchos se mueven por **cilios o flagelos**, o emitiendo **pseudópodos** como en el caso de la ameba.

Aunque pueden reproducirse sexual y asexualmente, muchos se multiplican por **bipartición**. En condiciones adversas; algunos de ellos pueden formar quistes resistentes a la falta de humedad y a los cambios de temperatura.

34.2. Protozoos

Este grupo de protocistas constituye unos organismos unicelulares con características animales tales como la capacidad de desplazamiento, irritabilidad ante diversos estímulos, el modo de captura del alimento y la complejidad de sus procesos digestivos. Se les llama también **animales unicelulares**, aunque algunas especies son capaces de formar colonias de varios individuos.

Su tamaño puede oscilar entre 3 y 800 μ . Viven en ambientes húmedos o acuáticos y son generalmente de vida libre, aunque los esporozoos son totalmente parásitos.

Su cuerpo está rodeado por una membrana plasmática que puede estar recubierta por una fina película o membrana de secreción de naturaleza orgánica (péctica o celulósica), como en muchos **fitomastigóforos**, o inorgánica. En este caso puede tratarse de una impregnación de sales minerales: sílice en los radiolarios, carbonato cálcico en los **foraminíferos** y sulfato de estroncio en los **acantarios**, grupos del subphylum **sarcodinos**.

Los protozoos presentan todos los orgánulos de una célula eucariótica, pero existen otros que son típicos y exclusivos de ellos, entre los que destacan los mionemas, que son filamentos proteínicos elásticos, de tipo contráctil, que se encuentran a lo largo del cuerpo (Ej. *G. Stentor*); vacuolas contráctiles, que regulan el equilibrio hídrico (*Paramecio*); aparato neuromotor, que sincroniza el movimiento de los cilios, etc.

En cuanto al núcleo, la mayoría de los protozoos poseen uno, pero a veces tienen dos (cilióforos), uno pequeño o micronúcleo (reproductor) y otro grande o macronúcleo (vegetativo); o varios núcleos.

El desplazamiento de los protozoos se efectúa mediante pseudópodos, cilios o flagelos. Los pseudópodos pueden ser lobopodios (redondeados), filopodios (alargados), rizopodios (filopodios reticulados) o axopodios (prolongaciones con un eje central de sostén, el axonema).

Cilios y flagelos tienen la misma estructura interna: nueve pares de microtúbulos periféricos y un par en el centro. Los cilios son característicos de los Cilióforos, y pueden presentarlos homogéneamente alrededor de todo el cuerpo, desigualmente en algunas zonas o sólo alrededor del citostoma. Varios cilios pueden asociarse formando membranas ondulantes o unirse por su extremo, formando cirros. Los flagelos son propios de los mastigóforos, existiendo un número bajo de ellos en cada célula.

Los protozoos se alimentan principalmente de algas unicelulares, bacterias u otros protozoos, o simplemente de partículas de materia orgánica presentes en el medio; lo hacen por fagocitosis o pinocitosis. La reproducción asexual se produce principalmente por simple división binaria o bipartición, o bien por esporulación. La división binaria comporta un proceso casi idéntico al de la mitosis de las células de los metazoos. La esporulación se efectúa en los esporozoos, lo cual permite a estos protozoos parasitar numerosas células en un corto período de tiempo. En los cilióforos se lleva a cabo un fenómeno de sexualidad, denominado conjugación, que consiste en la fusión temporal de dos individuos, con intercambio de ADN, lo que conduce a la formación de dos individuos con un ADN algo diferente al original.

Son típicamente acuáticos formando una parte importante del plancton (zooplancton). Otros se encuentran en las sustancias en descomposición (saprófitos) o tienen vida parásita en el cuerpo de animales y plantas. Muestran una gran variedad de respuestas (fototaxis, quimiotaxis, evitación, habituación, etc).

Actualmente se consideran cinco diferentes phyla según su estructura, su modo de locomoción y sus ciclos vitales.

LA PHYLAS DE PROTOZOOS Y SUS CARACTERÍSTICAS

Phylum	Locomoción	Reproducción	Otras características
Phylum Sarcomastigóforos	Subphylum Mastigóforos Flagelos	Fisión longitudinal gametos	Algunos con plastos y fotosintéticos
	Subphylum Sarcodinos pseudópodos	Fisión simple o múltiple, gametos	Teca Calcárea o Silíceas Otros plasmodiales
Phylum Apicomplejos (Esporozoos)	Por contracción del cuerpo	Fisión múltiple (esquizogonia y esporogonia)	Parásitos internos
Phylum Microsporidios	Pseudópodos	Fisión múltiple, gametos	Parásitos intracelulares Forman esporas
Phylum Mixozoos	Pseudópodos	Fisión múltiple, Gametos	Parásitos extracelulares vertebr. Poiquil (esporas)
Phylum Cilióforos	Cilios	Fisión transversal y conjugación	Citostoma y citofaringe Macro y micronúcleo

A) SUBPHYLUM DE LOS MASTIGÓFOROS

Son los más primitivos. Poseen uno o dos flagelos los de menor tamaño y por muchos los mayores. Los flagelos se localizan en ambos extremos de la célula. En algunos casos se unen al cuerpo por una película que forma una **membrana ondulante** (*Trypanosoma gambiense*). Se reproducen asexualmente por división binaria (mitosis y citocinesis) y, en algunas formas, sexualmente mediante singamia. Nutrición holozoica. La mayoría son parásitos, pero algunos tienen vida libre. Destacan las siguientes clases:

A₁) **CL. FITOMASTIGINOS** o Fitoflagelados: *Chlamydomonas*, *Euglena*, *Volvox*.

A₂) **CL. ZOOFLAGELADOS.**

Son heterótrofos y se alimentan por fagocitosis o en los parásitos por ósmosis e intercambio activo. Destacamos los siguientes órdenes:

O. Protomonadinos.

Tienen entre uno y cuatro flagelos. Parásitos.

Los **Coanoflagelados** son sésiles y aislados o forman colonias (*Protophycaria*). Las células poseen un collar plasmático, de cuyo centro surge un flagelo. Las partículas nutritivas son atraídas por un remolino hacia el collar y fagocitadas en la base de este.

Los **Trypanosomados** son parásitos hemotísulares, cuya forma varía según el animal donde viven, ya que pasan dos o más estadios evolutivos en su ciclo vital. Destacan los siguientes géneros:

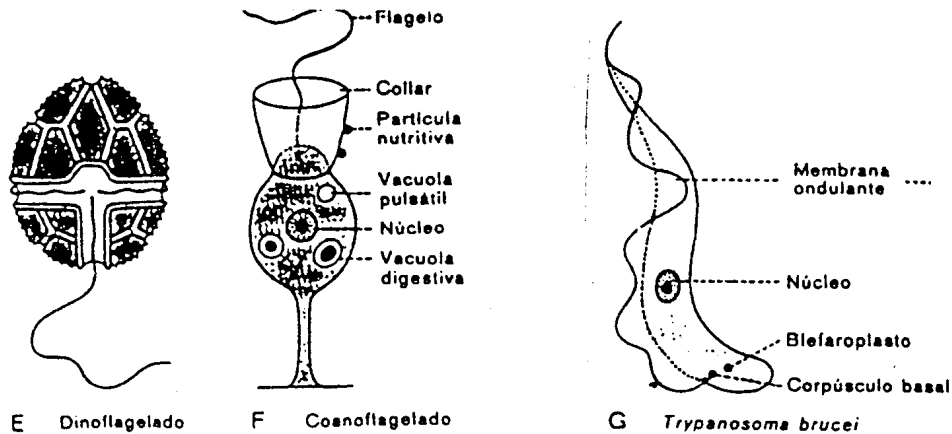
Trypanosoma sp. Fusiforme, flagelo con membrana ondulante, vive en la sangre de los vertebrados. El *T. gambiense* produce la enfermedad del sueño en África tropical, se transmite por la mosca tsé-tsé (*Glossina palpalis*). Su ciclo se desarrolla en la sangre, linfa, bazo y SNC. Se reproduce en el intestino de la mosca, de ahí pasa a sus glándulas salivares donde se multiplica en forma de crithidia (formas metacíclicas o trypanosomas cortos). Los síntomas de esta enfermedad son: fiebre intermitente y cefaleas, erupciones eritematosas; si pasa de la linfa al SNC produce meningoencefalitis (dificultad al hablar y apatía). Otros trypanosomas son: *T. brucei* (epidemia de nagana en animales domésticos); *T. equiperdum* (sífilis caballar); *T. rhodosiense*; *T. equinum* (mal de cadera caballar), etc.

Crithidia sp. También posee membrana ondulante en la región perinuclear. Tiene un flagelo en la parte central de la célula.

Leptomonas sp. Poseen un flagelo sin membrana ondulante, vive parasitando invertebrados.

Leishmania sp. Parásito intracelular, forma ovoidea. Carece de flagelos; parásita del hombre, aparece en la sangre donde sufre divisiones binarias para dar otras células. La *L. donovani* (leishmaniosis visceral, provoca la fiebre negra o Kala-azar); la *L. brasiliensis* (úlceras); *L. trópica* (leishmaniosis cutánea o botón de Oriente).

Bodónidos, tienen dos flagelos, viven en infusiones. Ej. Bodo.



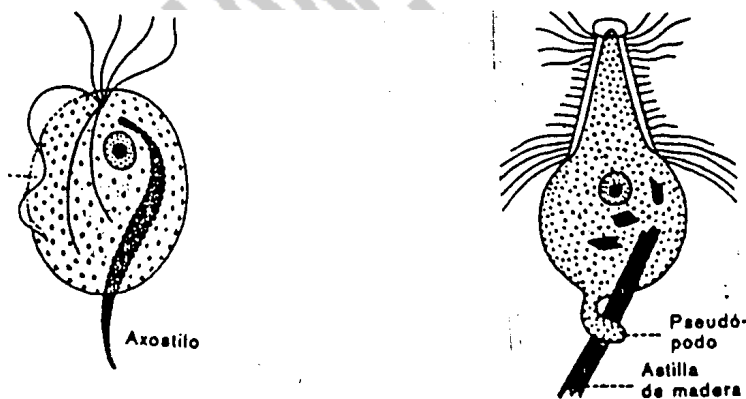
O. Metamonadinos.

Poseen flagelos con axostilo. Los Tricomonadinas (*Trychomonas*), suelen vivir en el intestino de los vertebrados, su cuerpo piriforme, tiene cuatro flagelos y membrana ondulante; posee axostilo interno que sobresale posteriormente y se implanta en el huésped.

Existen especies con varios flagelos: *Giardia lamblia* (parásito de la boca y del intestino) y *Trychomonas vaginalis* (parásito de vagina y uretra).

Con numerosos flagelos destacan: *Trichonympha* (simbiótica en ap. digestivo de las termitas).

O. **Opalinos**. Poseen muchos flagelos y varios núcleos. Parásitos del intestino de la rana. Tienen una posición intermedia entre flagelados y ciliados. Poseen dos o varios núcleos todos iguales.



B) SUBPHYLUM SARCODINOS o RIZÓPODOS

Comprende a las amebas. Carecen de cubierta y de pared celular, se mueven y se alimentan por pseudópodos (fagocitosis y pinocitosis), carecen de flagelos.

Los pseudópodos son evaginaciones transitorias del citoplasma celular; aparecen y desaparecen en cualquier lugar de la célula lo que provoca que el resto de la célula emigre hacia ellos. Algunos sólo los desarrollan en alguna etapa intermedia de su ciclo vital.

Aparecen tanto en agua dulce como en el mar, aunque algunos son parásitos. La reproducción asexual es por mitosis seguida de citocinesis, en la que la envoltura nuclear no se desintegra. En la sexual las células diploides sufren meiosis formando gametos que se fusionan para dar un cigoto.

B₁) CLASE RIZÓPODOS.

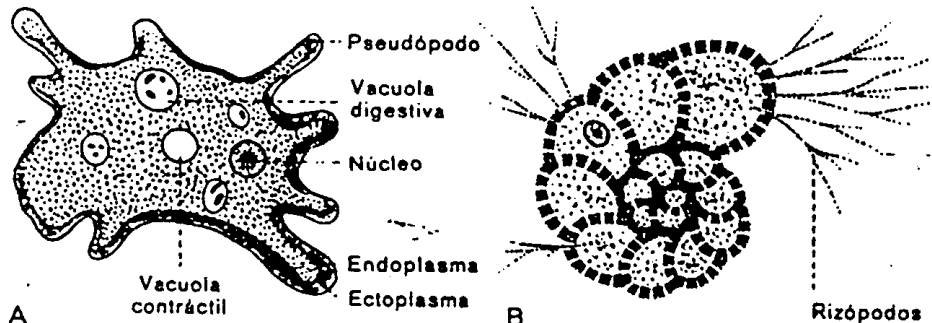
O. Ginnamebas. Poseen lobópodos (pseudópodos amplios). Destacan las siguientes especies. *Amoeba proteus* (agua dulce, entre la hojarasca), *A. berrucosa*.

La especie *Entamoeba histolítica* (parásita en el intestino humano), produce la **disentería amebiana**, provocando úlceras mediante sus enzimas. En su ciclo reproductor existen cuatro estadios:

- Trofozoito. Móvil, entre 12-15 μ . Bipartición. Forma colonias en el intestino grueso y produce úlceras sangrantes.
- Prequiste. Se trata de un trofozoito inmóvil.
- Quiste. Mide entre 8-20 μ . Esférico y sufre divisiones sucesivas del núcleo. Se encuentra en las verduras y otro tipo de alimentos.
- Trofozoito metacístico. Se trata de amebas pequeñas que salen del quiste.

Otras especies dignas de mención son: *Entamoeba coli*, inofensiva, se encuentra en el intestino grueso humano alimentándose de bacterias. *E. gingivalis*, se instala en la boca y forma el sarro de los dientes, se alimenta de bacterias y células desprendidas.

O. Tecamebas. Poseen cubierta externa o caparazón. Pseudópodos de distintas formas. Ej. *Quadrula*; *Arcella* (secreta una sustancia que se endurece al contacto con el aire); *Diffugia* (exuda una sustancia orgánica adherente en la que se depositan partículas de sílice).



O. Foraminíferos. Son los más abundantes de todos los protozoos, se conocen desde hace 500 millones de años. Poseen unos pequeños caparazones a modo de caracol, con varias cámaras y numerosas perforaciones por donde asoman los pseudópodos reticulares. Sus conchas son de carbonato cálcico; éstas se depositan en el fondo de los océanos (limos de foraminíferos), como sucedió en Cenozoico (terciario) con los **Nummulites**, cuya presencia se utiliza, además de como medio de datación, para la detección de yacimientos petrolíferos.

Tienen reproducción asexual por bipartición y sexual en las especies más evolucionadas. Los individuos del género *Elphidium* poseen reproducción alternante, la sexual da formas macrosféricas y la asexual microsféricas. Otros géneros de interés son: *Globigerina* (lodo silíceo que se utiliza para fabricar TNT); *Lagena* (lodo calcáreo, forman el acantilado de Dover); *Nummulites* (fósiles guías del cenozoico); *Fusulinas*, etc.

O. Acantarios. Poseen exoesqueleto, con 10-20 espículas de sulfato de estroncio. Planctónicos marinos, se pueden localizar a más de 300 m. de profundidad. Ej. *Acanthometra* que posee mionemas para la flotación.

O. Radiolarios. Exoesqueleto silíceo o de sulfato de estroncio. Pseudópodos filamentosos y ramificados. Suelen formar colonias por bipartición. Ej. *Thalanicola*. Poseen núcleos poliploides. En el Pacífico forman capas de sedimentos al morir.

O. Heliozoarios. Planctónicos de agua dulce, flotan o se fijan al sustrato. A veces poseen conchas silíceas: Poseen axópodos radiales; vacuolas contráctiles y una capa granulosa protectora. Ej. *Actinophrys*.

B₂) CLASE EUMYCETOS (OPCIONAL)

En esta clase, los zoólogos, quieren clasificar a los hongos mucilaginosos como protozoos, ya que ingieren alimento sólido por fagocitosis y se encuentran como células ameboides independientes en suelos húmedos en la mayoría o en parte de su ciclo vital. Hay dos tipos: celular y plasmodial. Probablemente esta ubicación es incorrecta pero se puede argumentar que es mayor su parecido con los protozoos que con los hongos.

Celulares (Acrasiomycetes): Son formas independientes, como las amebas, se alimentan por fagocitosis. Se dividen por escisión y se multiplican activamente en condiciones favorables. En condiciones desfavorables segregan una “feromona” que atrae a otros individuos reuniéndose juntas (amebas sociales). Cada especie exuda diferente feromona. Al reunirse adopta un aspecto pruricelular (pseudoplasmodium) que desarrolla un cuerpo fructífero, que al madurar produce esporas, éstas al caer al suelo desarrollan una célula independiente. La reproducción sexual es infrecuente

Plasmodiales (Myxomycota): No parecen estar muy relacionados con los anteriores. Durante parte de su ciclo vital pueden subsistir como amebas haploides en el suelo, que se multiplican por escisión durante muchas generaciones, alimentándose por fagocitosis. Algunas se fusionan en pares (amebas diploides); en otras especies las amebas diploides se forman por fusión de gametos flagelados que éstas producen. Tras la cariogamia se forma un cigoto que, tras muchas divisiones forma un plasmodio que desarrolla cuerpos fructíferos en los que tiene lugar la meiosis que dará las esporas.

34.2.2. Esporozoos o Apicomplejos

Todos son parásitos, se caracterizan por la ausencia de cilios y flagelos, así como por formar **esporas** por división múltiple y por poseer unos **ciclos vitales muy complejos**. Son agentes importantes de epidemias entre animales.

Su **reproducción es alternante**: la asexual es división múltiple o esquizogonia, y la sexual por gamogonia, en la que hay un macrogameto y un microgameto.

Los más conocidos pertenecen al género **Plasmodium**, agente causante del paludismo o malaria en aves y mamíferos. En su ciclo vital, la fase asexual o esquizogónica se desarrolla en el huésped. El ciclo empieza cuando los gérmenes infecciosos (**esporozoitos**) penetran en la sangre humana junto a la saliva del mosquito *Anopheles*. Fases:

- **Fase endohistiocítica asexual**; los esporozoitos crecen en las células hepáticas, convirtiéndose en estructuras plurinucleadas que dan numerosas células hijas uninucleadas (período de incubación. Estas células hijas infectan a otras células hepáticas.
- **Fase endoeritrocitaria asexual**; las células hijas penetran en los eritrocitos, se multiplican por esquizogonia y engendra, cada una, unos 8-20 merozoitos. Éstos atacan a los glóbulos rojos y aumenta la fiebre. Los merozoitos son las células que sufren meiosis.
- **Fases sexuales** masculinas y femeninas. Si el mosquito pica a un hombre enfermo, chupa, junto con la sangre, estas células masculinas y femeninas. La fase sexual se desarrolla dentro del estómago del mosquito: tras la fecundación, el huevo penetra en la pared intestinal.
- **Esporozoitos**, que se forman por esporogonia, emigran a las glándulas salivares del mosquito y serán transportadas de nuevo a la sangre humana.

Las personas enfermizas se producen fiebres intermitentes de más de 40° seguidas por días de poco más de 37°.

A) CLASE GREGARINIDOS

Parásitos de la cavidad general de los invertebrados. Poseen un cuerpo tabicado (policistidios) o indiviso (monocistidios). En su cuerpo aparece una cierta zonación. Tienen una elevada especificidad de huésped y órgano.

B) CLASE COCCIDIOS

Aparecen en la mucosa interna de invertebrados y vertebrados. Ej. Eimeria perforans, Coccidiosis conejo (coccidiosis de los conejos); los del género Isosporas son parásitos del hombre, del perro y del gato.

C) CLASE HEMOSPORIDIOS

Parasitan la sangre y los órganos hemáticos de los vertebrados. Su ciclo se produce en dos huéspedes: un vertebrado (alberga las formas asexuadas) y un invertebrado, casi siempre artrópodos (alberga las formas sexuadas y esporogónicas). Destacan: Plasmodium malarie (paludismo); P. vivax (fiebres tercianas benignas); P. falciparum (tercianas malignas).

D) PIROPLÁSMIDOS

Hemoparásitos, similares a los rizópodos. La vehiculación se realiza a través de la garrapata. En esta clase existe una cierta controversia taxonómica. Ej. El género Babesia (ovis, canis, equi,...)

E) OTROS

La Cl. Sarcosporidios, que producen quistes en las fibras musculares de mamíferos (Sarcocystis). Cl. Toxoplasmosis (Toxoplasma parásitos de vertebrados y del hombre): Cl. Adeleidos (Adelina tocaerqui).

34.2.3. Cnidosporidios (Microsporidios y Mixozoos)

Algunos los consideran esporozoos; la espora contiene un cuerpo ameboide. Aparecen en vertebrados inferiores e invertebrados. Entre ellos nos encontramos con:

- **Mixosporidios.** Aparecen en peces. Ej. Mixobolus, que ocasiona la peste de los barbos, la viruela de las carpas, etc.
- **Microsporidios.** Aparecen en invertebrados. Ej. Nosema, parasita las larvas de la mariposa de la seda (Bombyx mori).

34.2.4. Phylum Cilióforos o Ciliados

Son los protozoos más especializados y complejos ya que poseen una máxima diferenciación en su citoplasma. Viven en todo tipo de aguas, siendo la mayoría de vida libre. Se caracterizan por poseer cilios cortos y numerosos, con movimiento coordinado. Éstos pueden recubrir todo el cuerpo del animal (**Paramecium**) o formar bandas (Didinium). En ocasiones se reúnen formando membránulas (estructuras en cepillo) o cirros (mechones de cilios), que les sirven para desplazarse o saltar. Poseen dos tipos de núcleos, dos **micronúcleos** (diploides, regulan la reproducción sexual) y el **macronúcleo** (regulan el metabolismo).

Se reproducen sexualmente por **conjugación**; en ésta los conjugantes se aproximan y se establece una unión entre sus citoplasmas, se desintegran los macronúcleos. Los micronúcleos sufren meiosis. De los ocho micronúcleos resultantes en cada célula, siete se desintegran y uno permanece; éste sufre mitosis originando dos núcleos haploides por célula. Después tiene lugar el intercambio recíproco de núcleos a través del puente de unión. En cada célula se fusionan los dos núcleos haploides, formando un núcleo diploide. Los núcleos diploides en las dos células conjugadas son genéticamente idénticos debido a la reciprocidad del proceso. Cada núcleo sufre dos mitosis, formando cuatro núcleos diploides por célula.

Dos de ellos se convierten en macronúcleos, que se separan en la siguiente división celular; los otros dos continúan como micronúcleos y se dividen por mitosis en la siguiente división celular. Finalizada la conjugación se inicia la reproducción asexual por bipartición durante varias generaciones.

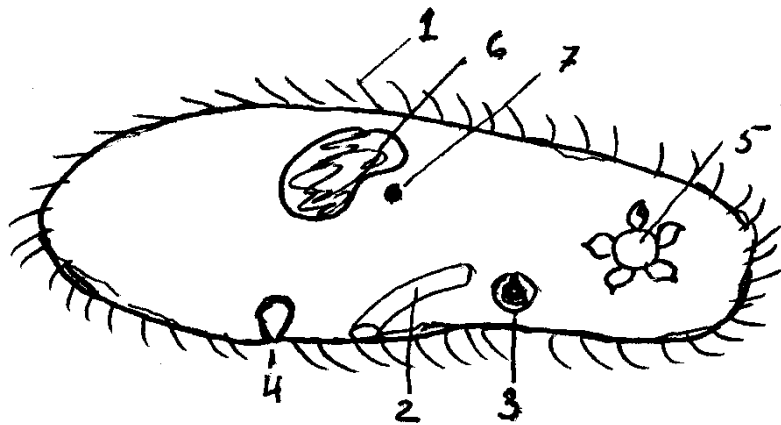
Poseen un segundo tipo de reorganización nuclear, la **autogamia**, en el únicamente está implicada una célula. Los sucesos nucleares son los mismos que en la conjugación a excepción del punto donde tiene lugar el intercambio recíproco de núcleos; en este caso dos núcleos haploides se fusionan dentro de la célula. Todas las células tras la autogamia son homocigóticas.

A) CL. EUCILIADOS.

Poseen citostoma (con o sin peristoma) y citofaringe. Algunos poseen tricocistes (bastones fusiformes interciliares), como *Paramecium* o *Didinium*. Los tricocistes sirven para capturar presas, excretar sustancias inorgánicas y como defensa. Existe un cierto grado de coordinación funcional. La conjugación sólo la presentan los individuos maduros, pueden formar quistes de resistencia.

O. Holotricos o Himenostomátidos. Cilios separados y uniformemente repartidos (*Didinium*, *Paramecium*). El paramecio mide 0'3 mm. de longitud, tiene un ectoplasma endurecido (membrana elástica o película), de ahí su forma típica de suela de zapato. Dado sus numerosos cilios, tiene una gran movilidad, describiendo una trayectoria helicoidal. Se alimenta por pinocitosis. Su comportamiento está determinado por reacciones fóbicas (apartándose de determinados estímulos), y reacciones orientadas o tóxicas poco frecuentes. Posee dos vacuolas contráctiles, que se llenan y vacían periódicamente a través de un canal excretor.

1. Cilios
2. Citofaringe
3. Vacuola digestiva en formación
4. Citoprocto
5. Vacuola pulsátil
6. Macronúcleo
7. Micronúcleos



O. Espirotricos. Los cilios se agrupan en cirros o membránulas. *Stentor*, *Euplotes*, *Nyctotheros* (parásito en el intestino humano). Tiene visible un conjunto de membranas enrollándose alrededor de la boca (peristoma).

O. Peritricos. Pedunculados, sus cilios aparecen en un extremo alrededor de la boca (peristoma), careciendo en el resto de su superficie. Ej. *Vorticella*, o *Corcherium* (colonial).

B) TENTACULÍFEROS, Suctores o Acinetos

Los jóvenes poseen cilios y los adultos tentáculos huecos y suctores. Se reproducen asexualmente por gemación.

34.3. Las algas. Caracteres generales

En la actualidad, por este nombre se conoce una serie de phyla muy heterogéneos, entre los que existen especies unicelulares microscópicas o macroscópicas, especies filamentosas, especies con talo aplanado o ramificado e incluso otras que aparentan ser plantas superiores al disponer de falsas raíces, falsos tallos y falsas hojas, como muchas especies de **algas pardas**.

Se conocen una docena de **phyla** de algas, caracterizados por la presencia de distintos pigmentos fotosintéticos y sustancias de reserva, así como detalles de estructura y composición de pared celular o la posesión de ciclos vitales muy particulares.

Las algas poseen pigmentos fotosintéticos, entre los que se encuentran las clorofilas (a, b, c, d y e), las xantofilas, los carotenos y las ficobilinas, predominando alguna de ellas en cada tipo de algas. Así, en las algas pardas (**Feófitos**) abunda la ficoxantina (color pardo); en las algas rojas (**Rodófitos**), la ficoeritrina (color rojo), mientras que en los **Pirrófitos** y **Crisófitos** son los carotenos (color rojizo) y las xantofilas (color amarillo) las que predominan.

En el siguiente cuadro se esquematizan las diferencias entre los principales phyla de algas.

Phylum	Pigmentos	Sust. reserva	Pared celular
Pirrófitos o Dinoflagelados	Clorofila: a,c β -caroteno Dinoxantina	Almidón	Normal, a veces gruesa y compleja
Euglenófitos	Clorofila b, Neoxantina zeaxantina	Paramilo	Sin pared celular clara
Crisófitos	Clorofila b, β -caroteno Dino y ficoxantina	Crisolaminaria	Incrustada sílice
Feófitos (Pardas)	Clorofilas a,b β caroteno y ficoxantina	Laminarina	Con algina
Rodófitos (Rojas)	Clorofila a,d; α y β caroteno Ficoerit./xantof.	Almidón de florídeas	Con mucílago y mananos
Clorófitos (Verdes)	Clorofila a,b; α y β caroteno, Neoxant./lute.	Almidón	Normal

En las aguas dulces, las algas pueden poblar tanto aguas corrientes como las estancadas: También pueden vivir en las cortezas de los árboles, sobre las rocas, en el fango, en fuentes termales e incluso en cavidades internas de animales (hidras). Las algas unicelulares y algunas de mayor tamaño que flotan, forman parte importante del plancton (fitoplancton), siendo los primeros eslabones en el ciclo alimenticio del mar, constituyendo el alimento básico para muchos animales.

Muchas especies de **algas marinas** crecen en aguas poco profundas o zonas costeras, y se adhieren a rocas sumergidas mediante zarcillos especiales, flexibles y ramificados. Otras crecen a mayor profundidad adhiriéndose también a las rocas. No suelen aparecer en costas arenosas, ya que no es un sustrato estable.

Se pueden reproducir asexualmente por simple **bipartición**, mediante esporas o fragmentación, en el caso de las pluricelulares. La reproducción sexual sólo se ha comprobado en diatomeas, feófitos, rodófitos y clorófitos, pudiendo efectuarse mediante isogamia, anisogamia u oogamia.

Con frecuencia existe alternancia de generaciones entre los individuos del alga que forman esporas (**esporófitos**) y los que forman gametos (**gametófitos**). Mientras que los primeros son diploides, los gametófitos suelen ser haploides.

A la hora de clasificar las algas se establecen criterios dispares: uno es el expuesto en el cuadro anterior, y al que nos vamos a remitir. Hay otros como por ejemplo, dividir a las **algas en Unicelulares** (Pirrófitos, Euglenófitos, Crisófitos y parte de las Clorófitas) y **Pluricelulares** (Feófitos, Rodófitos y parte de las Clorófitas)

34.3.1. Phylum Pirrófitos o Dinoflagelados

Dentro de este grupo encontramos las algas unicelulares de la **Clase Dinofíceas**, son flageladas por lo que fácilmente se confunden con los protozoos flagelados. Su membrana es celulósica o pectínica, sus pigmentos son clorofila (a y c), carotenos y carotenoides (dinoxantina y luteína). Reproducción sexual y asexual, pueden formar quistes. Ej. Genodinium (haplonte, isogamia); Ceratium (haplogamia). Algunos son predadores holozoicos como el Ceratium; la Noctiluca splendens es únicamente depredador.

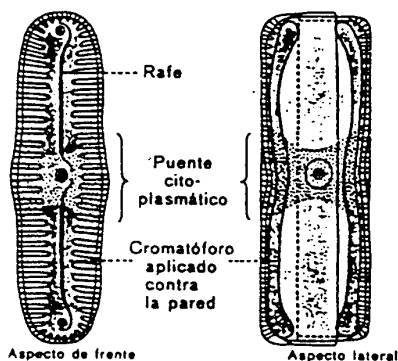
Los dinoflagelados autótrofos son los segundos en importancia tras las diatomeas, como productores de biomasa en el mar. Muchos dinoflagelados se encuentran como simbiontes mutualistas (zooxantelas) en el interior de algunos protozoos, corales, anémonas de mar y almejas; contribuyen a la formación de arrecifes coralinos fijando Ca del agua del mar. Algunos contienen cápsulas urticantes parecidos a los nematocistos de los celentéreos o cnidarios

34.3.2. Philum Euglenófitos

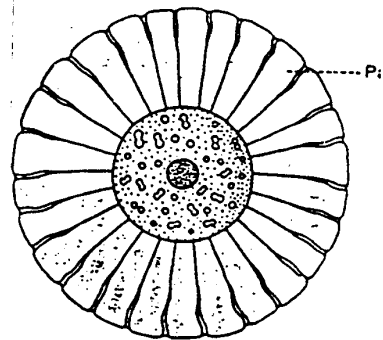
De color verde, flagelados, tienen clorofila y neoxantina y zeaxantina, carecen de una pared celular clara y contienen pigmentos fotosensibles. Ej. *Euglena viridis*. Son probablemente los individuos más próximos al origen común de plantas y animales. Poseen dos flagelos de distinta longitud. Son mayoritariamente de agua dulce, algunos de ellos heterótrofos. El género *Astacia* es idéntico al *Euglena* pero sin cloroplastos. Da la existencia de individuos heterótrofos, y el parentesco entre *Euglena* y el flagelado *Crithidia*, parece claro que los protozoos deriven de euglenitos fitoflagelados que perdieron sus cloroplastos.

34.3.3. Philum Crisófitos

El grupo más importante de este phylum lo constituyen las **Diatomeas**. Son algas pardas unicelulares, aunque también pueden aparecer en masas. Forman parte tanto del plancton como del bentos (fijas en el fondo). Tienen un caparazón silíceo que se deposita en el fondo al morir el alga. Su membrana es celulósica y pectínica incrustada de sílice, tiene forma de caja con una tapadera (frústula), a cada una de las tapas también se les llama epivalva e hipovalva. La membrana, muy fina, tiene tabiques perpendiculares y está perforada (ventanas). Su citoplasma contienen plastos pardos (en las Centradas), y las Pennadas contienen cuatro plastos parietales. Contienen clorofila a y c, carotenos y carotenoides (dinoxantina, diatomoxantina, etc.).



Pinnularia (Pennadas)



Planktoniella (Centradas o Céntricas)

Su reproducción asexual es por mitosis, que se realiza de forma sucesiva hasta que alcanza un mínimo vital; tras esto la reproducción se hace sexual, y la diatomea suelta sus valvas. El gametocisto femenino sufre meiosis (da dos grupos de dos células), se lisa uno de los núcleos de cada par, y se obtienen dos oosferas. El gametocisto masculino sufre meiosis y una posterior mitosis (8 células), dando cada una 4 espermatozoides ciliados. Tras alcanzar a la oosfera, se fecundan (2n), y cuando alcanzan su máximo vital segregan sílice, dando una diatomea **Céntrica**.

En las **diatomeas Pennadas**, los gametocistos se rodean de mucílago y el núcleo sufre meiosis (4 oogonios) y después pueden ocurrir dos cosas: a) En las dos células tres gonios abortan y se fusionan los dos que quedan (cistogamia isógama), o b) los gonios se agrupan de dos en dos, uno de ellos aborta y los otros se unen entre sí (cistogamia anisógama).

El Orden **Centradas** lo forman diatomeas diploides, simetría radiada y marinas: Ej. *Cyclotella* y *Bidulphia*.

El Orden **Pennadas**, lo forman las diatomeas de agua dulce, bentónicas. Poseen un surco llamado **rafe**, a todo lo largo de la hipovalva y de la epivalva. Ej.: *Sinedra* y *Nitzschia pútrida*.

Cuando mueren se deposita su esqueleto silíceo, formando la tierra de trípoli, que se utiliza como abrasivo y en la fabricación de dentríficos.

Otras algas (**Crisofíceas**) o algas doradas, tienen su membrana recubierta por carbonato cálcico; tienen clorofila, carotenoides amarillos y luteína; constituyen las algas más sencillas. Ej. Sycacosphaera.

34.3.4. Phylum Feófitos

Se trata de algas pluricelulares, filamentosas, que alcanza un tamaño bastante grande, sus talos filamentosos tienen crecimiento intercalar y se ramifican, apareciendo una cierta división del trabajo fisiológico. Marinas, bentónicas en zonas batidas por las mareas. Abundan tanto en el Cantábrico como en el Atlántico.

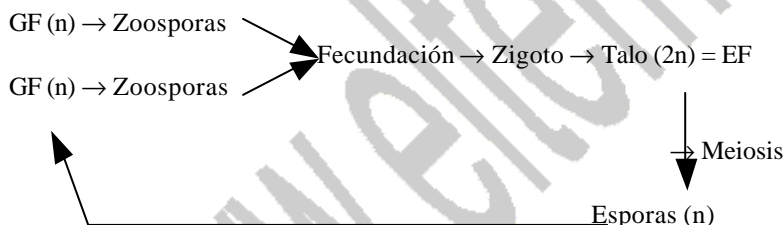
La membrana de sus células es celulósica y de pectina, con **alginatos** de calcio y de magnesio. Los alginatos son macromoléculas formadas por glúcidos y sus derivados ácidos. De ellos se obtiene el agar-agar, aprestos, etc.

El citoplasma contienen plastos de color marrón que contienen clorofila a y c, carotenos y carotenoides pardos (fucoxantina, violoxantina). Como sustancias de reserva presentan además de laminarina, aceites y manitol. Contienen pirenoides.

Para su reproducción emplean células con dos flagelos (zoosporas) y actúan como gametos. Si germinan solas se les llama zoosporas propiamente dichas. Vamos a desarrollar alguna de las modalidades de reproducción que pueden desarrollar:

Ciclo del Ectocarpus siliculosus

Talo filamentoso y haploide. En núcleo sufre mitosis, dando zoosporas que, o actúan como gametos si se unen, o como esporas si germina una sola (sexualidad relativa). En el primer caso una de las zoosporas queda inmóvil (gameto femenino), se le acerca otra zoospora procedente de otro gametofito distinto, se fecundan y forman un cigoto (2n); éste produce un filamento diploide que, a su vez, se reproduce por esporas diploides que dan un talo diploide.



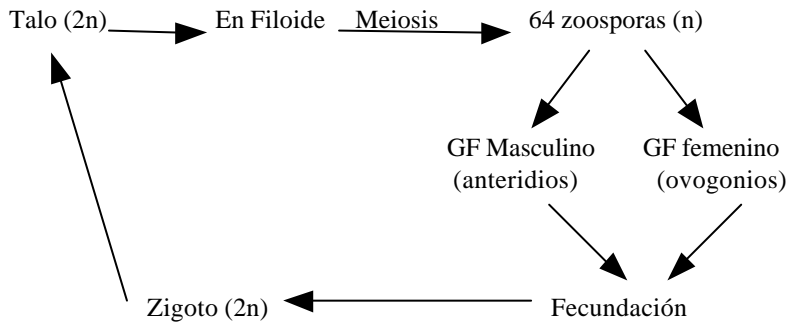
En uno de los talos, el núcleo de una célula terminal sufre meiosis y mitosis sucesivas, hasta dar 64 núcleos que se rodean de citoplasma y forman propágulos de esporas haploides, que dan los talos (n) iniciales. Tanto el gametofito (GF) como el esporofito (EF) son morfológicamente iguales.

La **sexualidad relativa** es consecuencia de que las zoosporas son gametos morfológicamente iguales, por lo que existe una isogamia morfológica y una anisogamia funcional, siendo imposible determinar previamente los gametos que serán masculinos y femeninos.

En estas algas existen dos clases de hormonas: termohormonas (determinan el sexo) y gamonas (hacen a los gametos aptos para la reproducción). Estas hormonas son derivados de carotenoides y se producen por influencia de la luz.

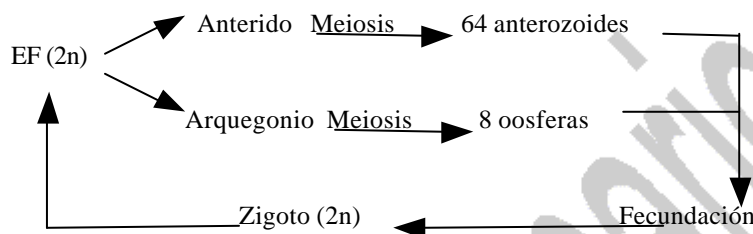
Ciclo de la Laminaria sacharina

Es marina y tiene rizoides por los que se fija a las rocas y continúa con un tronco (**cauloide**) que sigue con una lámina de unos 3-4 cm (**filoide**). En los márgenes de éste hay conceptáculos, su núcleo sufre meiosis y mitosis sucesivas (64 zoosporas haploides), que se fijan al sustrato. Unas zoosporas dan grupos de 6-7 células por mitosis (anteridios) que producen anterozoides; otras dan 2-3 células u oogonios de los que salen las oosferas. El cigoto, por mitosis, dará una nueva alga.



Ciclo del *Fucus vesiculosus*

Se trata de un alga marina, bentónica, de talo acintado y con ramificación dicotómica, presenta vesículas que le permiten flotar (aerocistos). Al final de las ramificaciones existen conceptáculos que son las zonas fértiles.



Los anteridios se forman en los conceptáculos, cada uno produce 64 anterozoides, que quedan libres. En el mismo pie, está la oosfera, que se forma en el oogonio (está formado por dos células, una fértil y otra que actúa de órgano de reserva). La fértil tras la meiosis y mitosis da ocho células que se rodean de citoplasma y forman ocho oosferas, hasta dar un cigoto y, éste, una nueva alga.

La sistemática es la siguiente:

a) DIPLOBIÓTICAS:

a₁) GF=EF: Ectocarpales (*Ectocarpus*, isogamia), Cutleriales (*Cutleria*, *Zanardinia*, presentan heterogamia) y Dictiotales (*Dyctiota*, presenta oogamia).

a₂) GF < EF. O. Laminariales (*Laminaria*, *Necrocistis*, *Macrocistis*)

b) HAPLOBIÓTICAS. Fucales, carecen de GF. Ej. *Fucus*, *Sargassum*, *Pelvetia*.

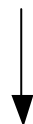
34.3.5. Phylum Rodófitos

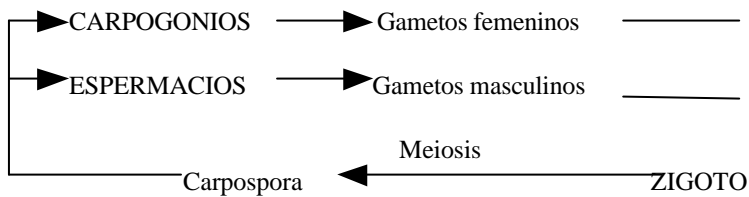
También llamadas algas rojas. Existen desde cenobios hasta algas con talo perfectamente organizado, morfológicamente guardan parecido con las plantas superiores. Su talo es filamentos, con unión de células y crecimiento intercalar. Presentan diferenciaciones de tipo rizoide, cauloide y filoide.

Su membrana es de celulosa y de pectina con mucílago. El color rojo de los plastos se debe a los carotenoides (ficoeritrina y ficocianina, además poseen clorofila a y d. Pueden vivir en aguas muy profundas ya que la ficoeritrina puede captar radiaciones verdes.

Los gametos masculinos están en los espermacios y los femeninos en los carpogonios; los masculinos penetran a través del tricogino hacia los femeninos. Indicamos dos ciclos reproductores:

Ciclo del alga *Porphyra* (*Bangia*)





Algunas células del filamento se transforman en carpogonios, se hinchan con sustancias de reserva. La célula que va a dar espermacios se divide y da 64-128 células, tras lo que se gelifica el mucílago y salen unas pequeñas células (espermacios). Éstos se dirigen a los carpogonios, se fijan por el rizoide y vierten su contenido a través de un tubo (tricogino) al carpogonio. Tras la fecundación, el cigoto sufre meiosis, dando un indeterminado número de carposporas que germinan. Éstas salen al exterior y se fijan a las conchas de moluscos, algunas se reúnen en cenobios.

Ciclo de las algas Florídeas

Un ejemplo es el *Nemalion* helmintoides, que tienen un talo ramificado, en las ramas laterales tienen células con tricogino, que es un oocisto, ya que contienen una oosfera. Este gameto femenino es el carpogonio, en la base de éste hay células que contienen sustancias de reserva, tras la meiosis sufren sucesivas mitosis, ramificándose.

En otras ramificaciones hay espermatocistos que, cuando se rompen sus paredes, dejan libres los espermacios, que se dirigen al tricogino y fecundan. Ésta célula de la última ramificación (carposporofito), da carposporas, que darán nuevos individuos. El carposporofito es parásito del GF, en sus ramas.

SISTEMÁTICA:

Clase **Bagieas**. Forman cenobios saprofíticos, carecen de tricoginos. Ej. *Rhodorus marinus*, *Porfyridium cruentum*, *Porfyra*.

Clase Florídeas:

- Haplobiontes. Orden Nemalionales (*Nemalion*)
- Diplobiontes. Los siguientes órdenes: **Gelidiales** (gelatinosas de mares cálidos, de ellas se obtiene el agar-agar, Ej. *Gelidium*, *Pterocladia*); **Gigartinales** (se obtienen el carragen usado en farmacia, Ej. *Gigartina* y *Chondrus*); **Rhodimoniales** (*Rhodimonia*); **Criptonemiales** (a éste grupo pertenece además de la *Dudresnaya*, las algas coralinas que presentan incrustaciones de CO_3Ca , como *Corallina*, *Janica*, *Lytrophillum*), y **Ceramiales** (que constituyen la mayoría de las algas rojas, ej. *Delesseria*, *Polisyphonia*)

34.3.6. Filum Clorófitos

Son algas verdes que contienen clorofila a y b, carotenos y pocos carotenoides. Los cloroplastos están tanto en posición central como parietal. Sus células móviles presentan flagelos pares e iguales en tamaño. La reproducción es sexual presentando diversas modalidades (iso, aniso y oogamia).

Presentan una gran diversidad de formas: unicelulares, formando cenobios, filamentos simples y ramificados, láminas, tubos y formas similares a las de las plantas superiores. Colonizan prácticamente cualquier tipo de hábitats (aguas dulces, saladas, salobres, calcáreas, terrenos secos, etc.).

A. UNICELULARES

Dentro de éste numeroso grupo destacan las algas conjugadofitas que se agrupan en el Orden **Conjugales**. Son unicelulares o forman cenobios de color verde. Haplontes y haplobiontes, se reproducen por conjugación.

Poseen una membrana de celulosa y pectina, no existiendo comunicación entre las células. Poseen abundantes vacuolas y vistosos cloroplastos espirales, estrellados; como sustancias de reserva tienen pirenoides (gránulos de proteínas) rodeados de almidón. Clorofila a y b y carotenos. Su reproducción

asexual es por mitosis y se forma un anillo en las paredes dando una bipartición transversal. En estas algas conjugadas se lleva a cabo la **conjugación**, que es un tipo particular de reproducción sexual; consiste en el establecimiento de un puente protoplasmático entre dos células (gametocistos) de dos filamentos distintos a través del cual se produce su unión para formar un cigoto diploide. Éste, tras una fase de resistencia o zigospora, sufre una meiosis para formar cuatro o dos células haploides que serán las fundadoras de dos nuevos filamentos iguales.

Esta reproducción sexual es una cistogamia isógama cuando los dos gametocistos hacen el mismo trabajo; también se le llama conjugación escaleriforme. La cistogamia es anisógama cuando un gametocisto absorbe totalmente al otro.

Dentro de este grupo destacan, a su vez, las algas:

Mesoteniales (4 gonios fértiles), son las más antiguas y forman masas irregulares cubiertas de mucílago: Mesotenium.

Las **Desmidiáles** (2 gonios fértiles), tienen sus células aisladas por un caparazón celulósico: Micrasterias, Nethrium y Comarium.

Las algas Zynemales (un sólo gonio fértil), son filamentosas y no ramificadas: Zynema, Zygonium, Mongeotia, Spyrogira (vistosos cloroplastos dispuestos en espiral)

Volvocales. Tienen una fase vegetativa móvil por flagelos. Pueden formar cenobios. Tienen forma de copa en cuyo interior está el núcleo. Viven en charcas. Ej. Pandoria, Volvox (hay puentes intercelulares entre sus células), Gonidium, Cladimonas.

Protococcales, poseen la fase vegetativa inmóvil. Sus cloroplastos están en centro de la célula, tienen formas vistosas. Dentro de las autosporíneas destacan: Chorella como unicelular y el Scenedesmus que forma cenobios; dentro de las zoosporíneas destacan: Chlorococcum (unicelular) e Hydrodictyon y Pediatron (cenobios).

B. PLURICELULARES

También se las conoce como Eutalofitas Destacamos los siguientes órdenes:

B₁. Ulotricales.

Son algas filamentosas ramificadas. Las células tienen sus cloroplastos parietales. Reproducción del alga Ulotrix: asexual, los esporocistos se sitúan al final de los filamentos y dan 4 zoosporas que al germinar dan una nueva alga. Reproducción sexual: las células inferiores dan gametangios que producen gametos biflagelados (isogamia). El cigoto tiene 4 flagelos, tras la meiosis los gonios germinan dando una nueva alga.

F. Chaetophoráceas. Isogamia, son algas modificadas. Reproducción parecida a la anterior. G. Stygodonium.

F. Ulotricáceas: Ulotrix

F. **Ulváceas**. Anisogamia, marinas y de agua dulce. Ej. Ulva lactuca (lechuga de mar), Enteromorpha y Monostroma.

F. Oedogoniáceas. Oogamia. La pared se gelifica Oedogonium.

F. Coleochaetáceas, también presenta oogamia.

F. Trentepohliáceas. Algas ramificadas y aéreas, sobre hojas de árboles tropicales: Ej. Trentepohlia.

B₂. Siphonales.

Entre los ejemplos más representativos de las Siphonocladales están los del alga Cladophora, filamentosas ramificadas y de agua dulce; la **Acetabularia mediterránea** (forma de sombrilla), Sphaeroplaca, etc. Entre las Eusiphonales destacan: **Caulerpa** (tallo reptante), Udotea (incrustaciones de CaCO₃), Halimeda (parecida a las chumberas), **Codium** (en el Atlántico), etc.

B₃. Charales.

Son las más evolucionadas de todas las Clorofíceas; de agua dulce, abundan en ríos de poca corriente. Haplontes y haplobiontes. Ej, **Chara**, Nitella.

34.3.7. Importancia de las algas

Las algas, como todos los vegetales, presentan distintas utilidades.

Desde el punto de vista **biológico** lo más destacado es que producen el 90 % del dióxido de carbono, que se utiliza en la fotosíntesis y, que proporcionan un tercio de todo el oxígeno de la Tierra. De ahí que tanto la vida vegetal como la animal dependan de ella. Además constituyen el recurso nutritivo esencial para muchos de los animales acuáticos. Las algas de terrenos húmedos contribuyen a la fertilización.

Desde el punto de vista **económico**, las algas tienen multitud de aplicaciones, tanto en alimentación como a nivel industrial.

Las algas sufren una serie de transformaciones para poder ser utilizadas en alimentación: tras la recogida y su reconocimiento, se secan, liofilizan o microtrituran, así conservan todos sus elementos activos y sus propiedades biológicas.

En **alimentación** se utilizan: alga (para aclarar el azúcar, el vino y la cerveza), también sirve para estabilizar la espuma de la cerveza enlatada. Los alginatos, ácidos algínicos y sus sales (extraídos de las algas pardas) forman parte de la composición de alimentos de bebidas, además controlan la viscosidad de salsas y jarabes (funcionan como espesadores de alimentos), ya que las sales del ácido algínico forman soluciones viscosas al disolverse en agua; estabilizan helados y productos lácteos (en los batidos evitan los posos y ayuda a conservarlos).

El agar-agar, que se extrae del Gelidium muy abundante en nuestras costas, se utiliza en sopas, mermeladas, etc., para darles volumen y consistencia. De las algas pardas también se extrae iodo y sales minerales.

También se utilizan en alimentos de régimen, reemplazando a los glúcidos en las mermeladas y a las grasas en los quesos. En Oriente se utilizan como alimentos de consumo directo.

En la **industria** son utilizadas de diversas formas, entre las que destacamos:

Fabricación de fertilizantes por combustión, a partir de algas rojas y pardas.

Obtención de keroseno y gasolina a partir del metano que liberan por fermentación.

La tierra de diatomeas se usa como material aislante, como base de cosméticos y para pulimentos.

En España el Instituto de Investigaciones Pesqueras del CSIC y el Instituto Oceanográfico de Santander realizan estudios sobre algas. El primero estudia la obtención de la carrarina (gelatina) de algas rojas, de mucha aplicación en las industrias lácteas y sus derivados.