

CARACTERÍSTICAS DE LAS DIVISIONES DE ALGAS

NOTA PRELIMINAR

El presente apunte no pretende ser un compendio exhaustivo de Ficología sino simplemente una guía a los grupos principales, sobre todo dirigida a aquellos alumnos que no hayan cursado previamente Morfología de Criptógamas.

Se recomienda **fuertemente** buscar las características descritas en el apunte en los textos básicos de Ficología para ver las ilustraciones y, asimismo, buscar fotos en sitios web de los géneros mencionados.

Muchos de los caracteres que se usan para definir los grandes grupos serán vistos más detalladamente y en forma comparativa a lo largo del curso.

ALGAS PROCARIOTAS

CYANOBACTERIA

También...

Chloroxybacteria

Cyanophyta, Cyanophyceae

Algas verde azuladas

Si bien es indudable la afinidad de las Cyanobacteria con las otras bacterias, también comparten con las Algas la capacidad de realizar fotosíntesis aeróbica y la semejanza entre su estructura y la de los cloroplastos eucarióticos.

De acuerdo con el sistema de clasificación de Carl Woese (1990), los seres vivos pueden agruparse en tres Dominios (Archaea, Eubacteria y Eukarya). Las cianobacterias están incluidas dentro del dominio de las Eubacterias (bacterias).

Las Archeobacterias y las Eubacterias y Eukarya se diferencian por el tipo de unión de los ácidos grasos al glicerol en los fosfolípidos. En las primeras es una unión éter y en las otras dos es un éster. Eso hace que las primeras tengan fosfolípidos muy resistentes (la unión éter es mucho más difícil de romper) y puedan sobrevivir en ambientes de condiciones de temperatura, acidez o salinidad extremas.

Todas las bacterias fototróficas poseen lamelas fotosintéticas que contienen los pigmentos necesarios para la captación lumínica. Sin embargo, el tipo de pigmento fotosintético difiere entre estos grupos. Mientras que las cianobacterias poseen **clorofila a**, las bacterias verdes y púrpura poseen **bacterioclorofila**. Las cianobacterias utilizan agua como molécula dadora de electrones y liberan **oxígeno** como producto de la lisis de la misma. Las bacterias del azufre utilizarán **SH₂** para obtener los electrones necesarios para la reducción y asimilación de CO₂. En el primer caso la fotosíntesis será **oxigénica** mientras que en el segundo será **anoxigénica**. De allí que las cianobacterias también reciban el nombre de **Chloroxybacterias**.

Características principales

1. Hábito: unicelular, colonial, filamentoso, heterotrico y, hasta cierto grado, una organización pseudoparenquimatosa simple. No hay flagelo en ningún estadio del ciclo de vida. (Ver, por ejemplo Fig 6.6. del libro de Graham y Wilcox).

Términos relativos a los hábitos frecuentes en la bibliografía:

Tricoma (hilera o sucesión longitudinal de células)

Vaina

Un **filamento** consiste de uno o más tricomas envueltos en una vaina más o menos conspicua.

Ramificaciones falsas y verdaderas.

Para la definición y descripción de estos términos referirse a los libros de texto (Lee, van Hoek, etc)

2. Organización celular: carecen de núcleo, mitocondrias, aparato de Golgi, retículo endoplasmático y vacuolas con tonoplasto
3. Pigmentos: localizados en tilacoides libres en el citoplasma, no empaquetados sino solitarios y equidistantes. Contienen clorofila a. Entre las Bacteria, son las únicas que tienen los dos fotosistemas y que usan agua como dador de electrones. Algunas hacen fotosíntesis anoxigénica o una mezcla de ambas.
4. Pigmentos accesorios: ficocianina , ficoeritrina y alloficocianina, en hileras en la superficie externa de los tilacoides, en cuerpos hemisféricos o hemidiscoidales (ficobilisomas). También hay β-caroteno, zeaxantina, equineona, canthaxanthina, myxoxantofila (exclusiva). No hay luteína.

5. Reserva: almidón cianoficeo (en gránulos entre los tilacoides); gránulos de cianoficina (polímeros de arginina y asparagina); cuerpos de polifosfato y carboxisomas (antes denominados cuerpos poliédricos) donde se aloja la rubisco (ribulosa 1, 5-bifosfato carboxilasa-oxigenasa), enzima primaria para la fijación del CO₂ en la fotosíntesis.
6. ADN: Cada fibra de ADN tiene 7 nm de diámetro; puede haber una o varias fibras y cada una representa un genoma. No hay nucleohistonas. Se ubica en el centro del protoplasma (nucleoplasma). Muchas cianobacterias también tienen plásmidos (pequeñas moléculas de ADN circular) como también ocurre en otras Bacteria y algunos eucariontes.
7. Pared celular: semejante a la de las bacterias Gram -; es decir una capa interna de peptidoglicano (que suele ser más gruesa que en las bacterias Gram -) y una externa de lipopolisacáridos. En aquellas especies capaces de deslizarse sobre un sustrato, existe una capa externa adicional denominada S formada por fibrillas proteicas. Las células suelen estar envueltas por una vaina de mucílago de naturaleza glicoproteica. e hidrofílica.
8. Reproducción: sólo asexual. El proceso bacteriano de parasexualidad (transformación y conjugación) puede aportar algo de recombinación genética.
9. Hábitat: ambientes acuáticos y terrestres.
 - Parte de su éxito se debe a su habilidad para usar intensidades muy bajas de luz por lo que pueden prosperar a grandes profundidades pero también resisten la alta iluminación que puede producir fotooxidación de los pigmentos fotosintéticos en otras algas.
 - Pueden controlar su flotabilidad y así su posición en la columna de agua por medio de aerotopos (pseudovacúolas formadas por agregación de túbulos proteicos).
 - La capacidad de formar estructuras de resistencia (**acinetas**) también les permite sobrepasar condiciones desfavorables.
 - La capacidad de fijar nitrógeno atmosférico les permite vivir en ambientes pobres en nitrógeno. Las especies fijadoras de nitrógeno suelen presentar **heterocistos**
 - En el agua son muy abundantes las formas de menor tamaño (picoplancton), donde su talla reducida y su forma esférica hacen prácticamente nula la velocidad de caída y su alta relación superficie/volumen las hace más eficientes en la captación de nutrientes en ambientes oligotróficos.
 - Hay formas epiliticas (*Gloeocapsa* y *Pleurocapsa*) y también endolíticas (*Mastigocoleus*).

- Las formas terrestres pueden formar biopelículas (*biofilms*) que soportan extremas desecaciones (*Gloeocapsa* y *Scytonema*) y contribuyen a la compactación de sedimentos.
- Pueden vivir como simbioses en líquenes, en raíces de *Cycas* (*Nostoc*), en cavernas de *Azolla* (*Anabaena*) y hasta en el hongo unicelular *Geosiphon* (*Nostoc*), y en células de esponjas marinas tropicales.
- Soportan temperaturas de hasta 70°C (viven a $\pm 50^\circ\text{C}$).
- Son capaces de deslizarse sobre un sustrato y dejan tras de sí un rastro de mucílago (semejante a lo que ocurre en diatomeas y desmidiáceas).

ALGAS EUCARIOTAS

RHODOPHYTA

1. Hábito: unicelular, agregados pseudofilamentosos, filamentosos ramificados, laminar, masivo, clodomático. Excepto las formas unicelulares, los demás tipos de talos están formados por filamentos con mayor o menor grado de consolidación.
2. Hábitat: predominantemente marino, pero hay algunos géneros de agua dulce. Las especies marinas generalmente más abundantes en aguas cálidas a templadas. El tamaño de los talos también guarda relación con la ubicación geográfica, siendo las formas masivas de talos de consistencia carnosa más abundantes en aguas frías, mientras que en aguas tropicales son más abundantes los talos filamentosos de pequeño tamaño.
3. De vida libre, epífitas o epizoicas y algunas formas parásitas.
4. Sin estadios flagelados ni ningún otro tipo de estructura que implique organización 9+2 de microtúbulos. Las células reproductivas son desnudas y son expulsadas de los esporangios o gametangios como resultado de la formación de abundante mucílago
5. Los cloroplastos pueden tener formas variadas (acintados, discoides, estrellados, lobulados) y en la mayoría tienen posición parietal y son numerosos. El número de cloroplastos suele estar relacionado con el número de núcleos presentes por célula.
6. Con o sin pirenoide. Pirenoide generalmente en los grupos basales.
7. Los cloroplastos están rodeados por una doble membrana, sin asociación con membranas adicionales del retículo endoplasmático. El ADN está organizado en numerosos gránulos (nucleoides) esparcidos por todo el plasto, no forman anillos. Puede haber pirenoide.
8. Los tilacoides son solitarios, no están apilados. Ocasionalmente hay uno o dos tilacoides periféricos.
9. Pigmentos principales: clorofila *a* y como pigmentos accesorios, ficobiliproteínas (ficoeritrina, ficocianina, aloficocianina) en ficobilisomas en la superficie de los tilacoides y β -carotenos.
10. Reserva: almidón florideo extraplástidial (tiene estructura semejante a la amilopectina) en gránulos en el citoplasma, próximos a la envoltura del plasto.
11. Pared celular con galactanos sulfatados y cantidad variable de celulosa o mananos o xilanos. Pueden presentar calcificación (Orden Corallinales y en algunas Nemaliales). La porción fibrilar de la pared suele ser escasa y dispuesta en una red irregular embebida por una abundante matriz amorfa.

12. Mitosis cerrada con huso persistente en telofase. El núcleo mitótico está rodeado por la envoltura nuclear y por el retículo endoplasmático perinuclear. No hay centriolos. La citocinesis se produce por un surco de clivaje.
13. En una gran parte de las Rhodophyta el clivaje es incompleto y conduce a la formación de "pit-connections" entre las células hermanas. Esta conexión tempranamente se ocluye con un tapón proteico.
14. Reproducción asexual: por medio de monosporas o fragmentación
15. Ciclo de vida: generalmente digenético isomórfico o heteromórfico; excepcionalmente hay ciclos monogénicos haplontes. Ciclos de vida trifásicos frecuentes. La fusión gamética es oogámica. En las especies en las que no se conoce reproducción sexual, se considera que la han perdido secundariamente.
16. Aproximadamente unas 6000 especies incluidas aprox. 700 géneros. Órdenes tradicionales artificiales y en proceso de revisión. Según los estudios recientes de filogenia molecular el Phylum Rhodophyta comprendería 7 clases: Cyanidiophyceae, Porphyridiophyceae, Stylonematophyceae, Rhodellophyceae, Compsopogonophyceae, Bangiophyceae y Florideophyceae (Yoon et al., 2010).

GLAUCOPHYTA

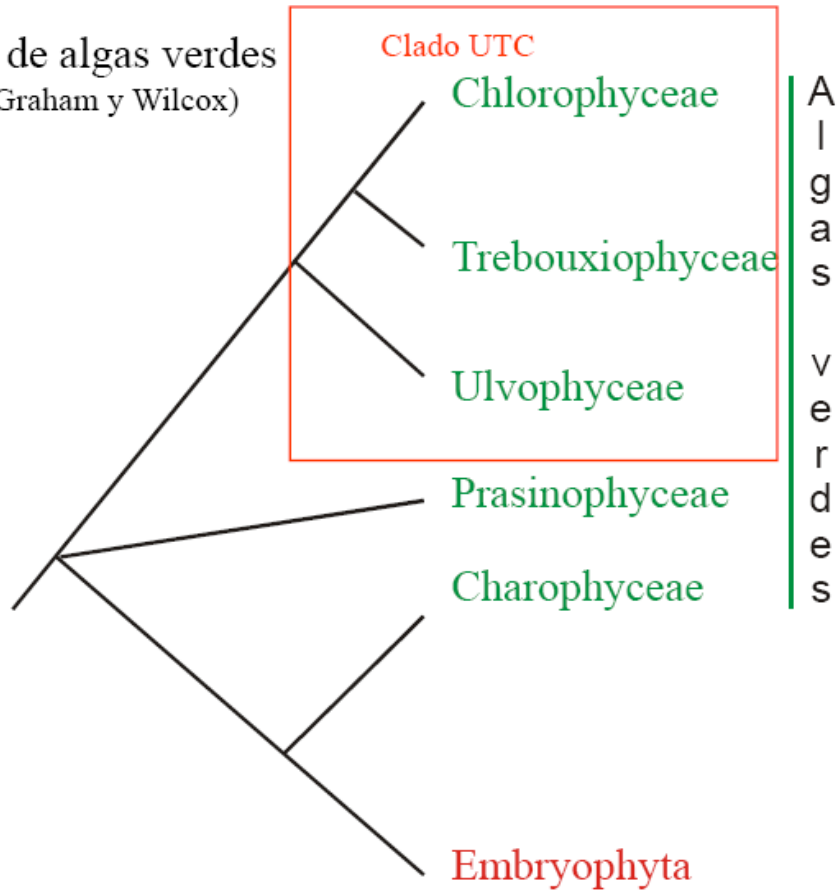
1. Hábitat: agua dulce
2. Hábito: monadoide, agregados celulares de vida libre o epífitos
3. Plástido: cianela (plasto con dos membranas rodeado de pared de peptidoglicanos)
4. Clorofila *a* y ficocianina y β -caroteno. Sin ficoeritrina ni xantofilas. Los pigmentos se organizan en ficobilisomas en la cara externa de las membranas tilacoidales que son libres (no apiladas). El ADN de tipo bacteriano tiene posición central en la cianela (= ciantobacterias).
5. Los plastos contienen gránulos de polifosfato y un carboxisoma central bien conspicuo.
6. Sustancia de reserva: almidón extraplástico depositado en numerosos gránulos citoplasmáticos.
7. Crestas mitocondriales achatadas.
8. Flagelo tipo 9+2, cruciados, con MLS (multi layered structure). Las formas flageladas tienen dos flagelos (uno largo hacia delante y otro corto hacia atrás). Se insertan subapicalmente dentro de una cavidad. Son lisos pero pueden estar recubiertos de pelos delgados (no mastigonemas). En las pseudocilias (largas prolongaciones hialinas gelatinosas en *Gloeochaete*) no hay par central de microtúbulos.

9. Cubiertas celulares: pueden ser células desnudas (*Cyanophora*) o tener pared celulósica (*Glaucocystis*) o no celulósica (*Gloeochaete*). Las Glaucophytas monadoides típicamente exhiben una serie de vesículas aplanadas que se encuentran por debajo de la membrana plasmática. Algunas contienen un material semejante a las escamas o placas que aparecen en los dinoflagelados y otras tienen un material de tipo fibrilar.
10. Reproducción asexual por fisión binaria o producción de endosporas o zoosporas.
11. Reproducción sexual desconocida.

CHLOROPHYTA

1. La mayoría acuáticas (80% de agua dulce y 20% aprox. marinas). Pero también las hay en suelos húmedos, en la nieve (*Chlamydomonas nivalis*), sobre superficies expuestas como cortezas, piedras, muros. Hay algunas especies ficobiontes (Clases Trebouxiophyceae y Ulvophyceae)
2. La mayoría son de vida libre, fotosintéticas, autótrofas. Pero también pueden ser mixotróficas y heterótrofas. En este caso, suelen ser incoloras. Algunas especies parásitas (Gros.. *Prototheca*, *Cephaleuros*)
3. Células flageladas isocontas (similar estructura aunque pueden ser de distinta longitud). Generalmente con dos flagelos aunque puede haber 4 o más.
4. Los flagelos pueden tener pelos y escamas.
5. Entre el cuerpo basal y el axonema hay una zona de transición estrellada.
6. En caso de poseer estigma, éste es siempre intraplastidial.
7. Cloroplastos de formas variadas: laminares, acintados, cuculiformes, reticulados, estrellados o discordes. Puede haber uno o varios por célula ubicados en posición parietal o axial.
8. Cloroplasto cubierto por una membrana doble. Pirenoide, cuando presente, embebido en el cloroplasto y atravesado por tilacoides.
9. Tilacoides agrupados de a dos o formando grana en las Charales, no hay lamela periférica.
10. Pigmentos principales: clorofilas *a* y *b*
11. Pigmentos accesorios: distintas xantofilas y carotenos
12. Reserva: almidón en gránulos dentro del cloroplasto, rodeando al pirenoide.
13. ADN plastidial en nucleoides no anulares dispersos en el plasto.
14. Cubierta celular: **externa** al plasmalema.
15. Reproducción asexual por división celular (unicelulares), formación de zoosporas, aplanosporas o autosporas. En las formas multicelulares, por fragmentación
16. Reproducción sexual: isogamia, anisogamia, oogamia. Ciclos de vida: monogénéticos (haplontes y diplontes), digenéticos (haplodiplontes) isomórficos o heteromórficos.

Las Clases de algas verdes
(de acuerdo a Graham y Wilcox)



El clado UTC se refiere al tipo de enzima que actúa en la fotorrespiración: glicolato oxidasa + catalasa (plantas superiores y Charophyceae) o glicolato deshidrogenasa

El siguiente cuadro (tomado del libro de Graham y Wilcox) compara las características que se utilizan para distinguir las distintas clases dentro de las algas verdes.

Table 17-1 Characteristics of the five major green algal groups

	flagellar/cytoskeletal apparatus	photorespiratory enzymes	mitosis	cytokinesis	habitat (primary)	life history
Prasinophytes	cruciate roots, rhizoplasts, some with MLS, flagellar & body scales common	variable	variable	furrowing	marine	zygotic meiosis
Ulvophyceae	cruciate X-2-X-2 roots, CCW orientation, +/- body & flagellar scales, rhizoplast present	glycolate dehydrogenase	closed, persistent spindle	furrowing	marine	zygotic meiosis or alternation of generations or gametic meiosis
Trebouxiophyceae	cruciate X-2-X-2 roots, CCW orientation, no scales, rhizoplast present	glycolate dehydrogenase	semi-closed, non-persistent spindle	furrowing	freshwater or terrestrial	zygotic meiosis
Chlorophyceae	cruciate X-2-X-2 roots, CW or DO orientation* scales occur rarely, rhizoplasts	glycolate dehydrogenase	closed, non-persistent spindle	furrowing, phycoplast, some with cell plate & plasmodesmata	freshwater	zygotic meiosis
Charophyceae	asymmetric roots, MLS, body & flagellar scales usually present, rhizoplast rare	glycolate oxidase & catalase in peroxisome	open, persistent spindle	furrowing, some with cell plate, phragmoplast, & plasmodesmata	freshwater	zygotic meiosis

* except *Hafniomonas reticulata*, whose basal bodies are CCW, but whose SSU rDNA sequences are allied with the chlorophyceans (Nakayama, et al., 1996)

CLASES**PRASINOPHYCEAE**

1. Organismos generalmente marinos, unas pocas especies de agua dulce. Incluyen a los eucarionetes más pequeños que se conocen
2. Hábito: monadoide (1 a 16 flagelos), algunos palmeloides y otros cocoides
3. Cubierta celular: escamas orgánicas producidas en el aparato de Golgi, que también recubren los flagelos
4. Con organelas eyéctiles (tricocistos o mucocistos) por debajo de la membrana plasmática
5. Flagelación: 1 a 8 flagelos insertados lateralmente, surgen generalmente de una depresión.
6. Sistema de raíces flagelares cruciado a unilateral. Hay rizoplastos y los cuerpos basales son inusualmente largos.
7. Mitosis abierta o cerrada, citocinesis por surco de clivaje o por placa de vesículas en un ficoplasto.
8. Reproducción asexual por mitosis
9. Reproducción sexual poco conocida. Se estudió en una especie de agua dulce del género *Tetraselmis*. Isogamia. Ciclo de vida monogenético haplonte.
10. Gros: *Pyramimonas*, *Mantoniella*, *Nephroselmis*, *Tetraselmis*, *Halosphaera*

ULVOPHYCEAE

1. Hábitat: fundamentalmente marino
2. Hábito: cocoide, o multicelular filamentoso, laminar o sifonal
3. Zooides con 2 o 4 flagelos con configuración cruciada, CCW 11-5. En uno de los Órdenes están cubiertos por escamas orgánicas.
4. Mitosis cerrada, huso persistente en telofase y citocinesis por un surco que no involucra un ficoplasto ni un fragmoplasto. La pared celular resultante no tiene plasmodesmos.
5. Cloroplasto parietal cupuliforme o laminar, con uno o más pirenoides.
6. Ciclo de vida (donde se conoce) monogenético haplonte (meiosis cigótica) o digenético isomórfico. Copulación por isogamia o anisogamia.
7. Gros: *Ulothrix*, *Codiolum*, *Spongomorpha*, *Urospora*, *Acrosiphonia*, *Monostroma*, *Ulva*, *Enteromorpha*, *Cephaleuros*, *Trentepohlia*, *Cladophora*, *Rhizoclonium*, *Chaetomorpha*, *Codium*, *Bryopsis*, *Acetabularia*, *Valonia*, *Siphonocladus*, *Caulerpa*, etc., etc.

TREBOUXIOPHYCEAE

1. Hábitat: principalmente de agua dulce. Algunas aéreas. Agrupa a la mayoría de algas verdes ficobiontes en líquenes.
2. Hábitos: cocoide, filamentoso o laminar
3. Aparato flagelar: si hay estadios flagelados, sólo en zoosporas y gametas. Comúnmente biflageladas, bases cruciadas x-2-x-2 con orientación CCW. Rizoplasto prominente.
4. Mitosis semicerrada, huso no persistente, citocinesis por surco de clivage y ficoplasto.
5. Gros: *Chorella*, *Trebouxia*, *Microthamnion*, *Dictyosphaerium*, *Prototheca*, *Helicosporidium*, *Eremosphaera*, *Stichococcus*, *Botryococcus*, *Prasiola*.

CHLOROPHYCEAE

1. Exclusivamente de agua dulce; algunas terrestres.
2. Hábito: monadoides o cocoides solitarios o coloniales, cenobiales, palmeloides, filamentosos simples o ramificados, cenocíticos o sifonales.
3. Cubierta celular formada por glicoproteínas en las formas flageladas y de polisacáridos en las no flageladas. Hay celulosa en algunas cocoides y filamentosas. A veces con esporopolenina (algaenano)
4. En los hábitos flagelados, 2 (más raro 4 o numerosos) flagelos de inserción apical sobre papila anterior.
5. Bases flagelares cruciadas x-2-x-2 con orientación CW o DO
6. División celular: mitosis cerrada, huso no persistente. Citocinesis por surco de clivage y ficoplasto o con placa celular (en este caso se forman plasmodesmos).
7. Reproducción asexual por división celular, zoosporas, aplanosporas, autosporas o fragmentación del talo
8. Reproducción sexual: Copulación por isogamia, anisogamia u oogamia. Ciclo de vida típicamente monogenético haplonte.
9. Gros: *Chlamdomonas*, *Chlorococcum*, *Haematococcus*, *Dunaliella*, *Sphaerocystis*, *Selenastrum*, *Golenkinia*, *Dysmorphococcus*, *Gonium*, *Pandorina*, *Eudorina*, *Platydorina*, *Volvox*, *Tetraspora*, *Asterococcus*, *Pediastrum*, *Scendesmus*, *Desmodesmus*, *Coelastrum*, *Chaetophora*, *Stigeoclonium*, *Oedogonium*, *Bulbochaete*

CHAROPHYCEAE

1. Hábitat: mayormente de agua dulce. Algunas especies de aguas salobres.
2. Hábito: cocoide, filamentoso simple o ramificado, cladomático.

3. Pared celular con fibrillas de celulosa cristalina ordenadas en un patrón helicoidal. Síntesis de microfibrillas de celulosa en complejo enzimático multimérico semejante al complejo en roseta de plantas superiores.
4. Células flageladas: sólo las gametas masculinas con dos flagelos (especialización del tipo unilateral). Zooides cubiertos por escamas.
5. Aparato flagelar asimétrico, con MLS y raramente con rizoplasto
6. Mitosis abierta con huso persistente en telofase. Citocinesis con surco de clivaje o fragmoplasto con placa celular (en este caso con plasmodesmos).
7. Numerosos cloroplastos discoides parietales sin pirenóide.
8. Ciclo de vida monogénico haplonte, copulación por oogamia.
9. Hábitat: agua dulce, unas pocas especies en aguas salobres.
10. Gros: *Klebsormidium*, *Mesostigma*, *Spirotaenia*, *Zygnema*, *Spiroyira*, *Mougeotia*, *Mesotaenium*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Euastrum*, *Pleurotaenium*, *Micrasterias*, *Staurastrum*, *Spondylosium*, *Hyalotheca*, *Coleochaete*, *Chara*, *Nitella*.

OCHROPHYTA

(=HETEROKONTOPHYTA)

1. Flagelación heteroconta, con un flagelo pleuronemático con mastigonemas tripartitos y otro anemático. La zona de transición del flagelo contiene una hélice transicional.
1. Cloroplasto con su doble membrana más otras dos del retículo endoplasmático cloroplástico
2. Tilacoides agrupados de a tres. Generalmente hay una lamela periférica.
3. Pigmentos principales: clorofila a, c₁ y c₂
4. Pigmentos accesorios: fucoxantina o vaucherioxantina.
5. ADN plastidial generalmente formando un nucleóide anular.
6. Estigma o mancha ocular: dentro del cloroplasto, próximo a un ensanchamiento en la base del flagelo liso
7. Aparato de Golgi rodeando la envoltura nuclear.
8. Reserva: fundamentalmente crisolaminarina.
9. Es un grupo natural que incluye, dependiendo del autor, 9-15 Clases de algas: Chrysophyceae (incluye Synurophyceae y Pedinellophyceae), Parmophyceae, Sarcinochrysidophyceae, Xanthophyceae, Eustigmatophyceae, Bacillariophyceae, Raphidophyceae, Dictyochophyceae y Phaeophyceae.

ALGUNAS CLASES

CHRYSOPHYCEAE

1. Hábito: monadoide solitario o colonial, ameboidal, palmeloide, cocoide, filamentosos y parenquimático
2. Flagelo insertado apicalmente
3. Flagelo con hélice transicional.
4. Raíces flagelares: bandas (rizoplastos) estriadas transversalmente, conectadas al cuerpo basal del flagelo pleuronemático. Los dos flagelos están anclados en la célula por cuatro raíces microtubulares diferentes. : un par (R1 y R2) se origina en el cuerpo basal del flagelo largo mientras que el otro par (R3 y 4) se originan en el cuerpo basal del flagelo liso. R1 se extiende en el citoplasma formando el citoesqueleto.
5. Fucoxantina presente
6. Formación de estatosporas (quistes) silíceos y, en algunas especies, escamas silíceas formadas en VDS que se apoyan contra la cara externa del plasto.
7. Mitosis abierta con huso persistente en telofase.
8. Sexualidad poco conocida. El ciclo es probablemente haplonte con meiosis cigótica.
9. Hábitat: agua dulce y marinas.

XANTHOPHYCEAE

1. Hábito: monadoide solitario, ameboide, palmeloide, cocoide, filamentosos simple y ramificado, sifonal.
2. flagelo inserto apicalmente
3. zona de transición del flagelo con hélice transicional
4. Pigmentos principales: clorofila a, c₁ y c₂
5. Pigmentos accesorios: β-caroteno, vaucherioxantina, diatoxantina, diadinoxantina.
6. ADN plastidial ordenado en nucleides anulares
7. Formación de estatosporas silíceas, en dos piezas desiguales.
8. Pared celular también en dos piezas, ligeramente superpuestas, compuestas por fibras de celulosa a veces impregnada en sílice.
9. Hábitat: agua dulce y terrestres, muy pocas especies marinas

BACILLARIOPHYCEAE (DIATOMEAS)

1. Hábito: cocoide solitario o colonial, pueden formar pseudofilamentos.

2. Flagelación: sólo las gametas masculinas de las céntricas. Hay un único flagelo apical, pleuronemático con mastigonemas tripartitos y al axonema le falta el par central de microtúbulos (9+0)
3. Zona de transición sin hélice transicional
4. Pigmentos: clorofilas a, c1 y c2; fucoxantina
5. ADN plastidial ordenado en nucleótidos anulares
6. Pared celular (frústulo) formada por una porción silíceo y una orgánica. Típicamente compuesta por dos piezas (valvas) conectadas por anillos o bandas (cíngulo)
7. Mitosis abierta, acéntrica, con huso persistente en telofase.
8. Ciclo de vida monogenético diploide, con meiosis gamética. Fusión gamética por oogamia en las céntricas y por isogamia y anisogamia fisiológica en las pennadas (conjugación). La cigota está protegida por una cubierta que le permite aumentar varias veces su tamaño (auxospora).
9. Hábitat: todos los posibles para un ser vivo.

PHAEOPHYCEAE

1. Hábitat: fundamentalmente marino, con preferencia de aguas templado frías.
2. Hábito: son multicelulares, desde filamentosas ramificadas hasta parenquimatosas. en este último caso las células conectadas por plasmodesmos sin desmotúbulos. Sin formas unicelulares.
3. Cloroplastos con tilacoide periférico y rodeados de 4 membranas, el r.e. se asocia al cloroplasto y a la membrana nuclear. ADN plastidial circular.
4. Clorofila a y c (c1,c2,c3), fucoxantina y violaxantina
5. ADN en nucleoides anulares
6. Pirenoide presente o ausente, si presente, pedicelado.
7. Laminarina como sustancia de reserva.
8. Polialcoholes como el manitol contribuyen a la regulación osmótica.
9. Flagelos, en los zooides, de inserción lateral de tipo heteroconto sin barra paraflagelar
10. Falta la hélice transicional en la zona de transición del flagelo
11. No aparece ningún tipo de estructura silíceo
12. Fisodes y pelos feofíceos
13. Pared celular compuesta por una red de microfibrillas endurecida con alginato de calcio más una matriz amorfa compuesta por fucooidanos y alginatos mucilaginosos.
14. Mitosis céntrica, semicerrada (la envoltura nuclear desaparece en anafase). El huso no persiste mucho en telofase

15. Ciclo de vida generalmente digenético, iso o heteromórfico (dos Ordenes con ciclo monogenético diploide). Las gametas se producen en esporangios pluriloculares (mitosporangios) mientras que las esporas se producen en esporangios uniloculares (meiosporangios). Los mitosporangios pueden producir también esporas asexuales.
16. Más de 1500 – 2000 especies, la mayoría marinas. Taxonomía en proceso de revisión.
17. Gros: *Dictyota*, *Padina*, *Zonaria*, *Sphacelaria*, *Halopteris*, *Desmarestia*, *Adenocystis*, *Colpomenia*, *Ectocarpus*, *Leathesia*, *Scytosiphon*, *Elachista*, *Fucus*, *Ascophyllum*, *Durvillaea*, *Sargassum*, *Macrocystis*, *Alaria*, *Lessonia*, *Laminaria*, *Costaria*, *Postelsia*, *Undaria*, *Egregia*

CRYPTOPHYTA

1. Hábito: monadoide, palmeloide, un género filamentoso.
2. Células organizadas dorsiventralmente. En la parte ventral (cóncava) hay una depresión profunda cuya pared contiene numerosos tricocistos alineados.
3. Flagelación: dos flagelos heterocontos cubiertos por escamas orgánicas. El más largo con dos hileras de pelos mientras que el más corto posee sólo una hilera. Los flagelos emergen por sobre y a un costado de la depresión. (a la izquierda si se la mira desde el lado ventral)
4. Zona de transición del flagelo con dos particiones transversales, la inferior tiene un engrosamiento central.
5. Hay una vacuola contráctil en el extremo anterior de la célula.
6. Cloroplastos con 4 membranas
7. Tilacoides ordenados de a pares (a veces de a muchos). No hay lamela periférica.
8. Pigmentos principales: clorofila a y c₂
9. Pigmentos accesorios: ficobilinas **dentro** de los tilacoides, no en ficobilisomas; α -caroteno, aloxantina y otros.
10. ADN plastidial en nucleoides no anulares, distribuidos en el cloroplasto.
11. Generalmente no hay mancha ocular, pero cuando existe está en el centro de la célula, dentro del cloroplasto y no asociado al flagelo.
12. Reserva: almidón. Se almacena en el espacio periplastidial
13. Pared celular: un periplasto rígido, de naturaleza proteica, compuesto de placas rectangulares o poligonales ubicado **por debajo** de la membrana plasmática. Por fuera del plasmalema puede haber una cubierta adicional de placas, escamas y material fibrilar.
14. Nucleomorfo: es una organela particular que se ubica entre la 2^a y la 3^a membranas del cloroplasto.(espacio periplastidial), generalmente en una depresión en la superficie del pirenoide. Tiene doble membrana con poros y contiene ADN y una estructura semejante a un

nucleolo. Se interpreta como un vestigio del endosimbionte rodoficeo en una endosimbiosis secundaria..

15. Mitosis abierta, huso no persistente. Citocinesis por un surco de clivaje.
16. Reproducción sexual conocida en pocas especies, una de ellas con fusión de gametas isógama. En otra se supone que hay un ciclo digenético heteromórfico.
17. Hábitat: marino y continental.

DINOPHYTA

1. Hábito: la mayoría son monadoides, pocos cocoides o filamentosos. Hay formas heterotróficas.
2. Dos tipos de células. a) dinocontas: con un surco transversal (cíngulo) y otro longitudinal (sulcus), en cuya intersección surgen los flagelos. B) desmocontas: sin cíngulo ni sulcus, los flagelos surgen de un poro en la parte apical
3. Flagelación: en las dinocontas hay dos flagelos muy diferentes entre sí que surgen del lado ventral. Uno se ubica transversalmente, el axonema es espiralado y posee una hilera de pelos; el otro se ubica longitudinalmente y tiene dos hileras de pelos.
4. La zona de transición tiene dos discos paralelos en la base del par central de microtúbulos y uno o más anillos cerca del cuerpo basal.
5. Cloroplasto rodeado por 3 membranas no conectadas con el retículo endoplasmático (las formas heterótrofas carecen de cloroplastos).
6. Tilacoides generalmente agrupados de a tres. Lamela periférica generalmente ausente.
7. Pigmentos principales: clorofila a y c₂
8. Pigmentos accesorios: β-caroteno y peridinina (una xantofila).
9. ADN plastidial en pequeños nódulos dispersos en el cloroplasto.
10. Varios tipos de manchas oculares, desde formas muy simples (glóbulos libres en el citoplasma) hasta muy complejas (un ocelo compuesto por una lente y un retinoide).
11. Reserva: almidón sintetizado fuera del cloroplasto. También hay lípidos.
12. Generalmente hay un sistema complejo de microtúbulos que se abre al exterior cerca de la base de los flagelos (pusula).
13. Hay tricocistos en la superficie de la célula
14. Cubierta celular **interna** al plasmalema, compuesta por vesículas chatas que pueden estar vacías o semivacías o, más comúnmente, contener placas de celulosa. Estas placas forman una estructura bipartita que en las formas dinocontas consiste en una parte superior (epicono) y una inferior (hipocono).

15. Núcleo característico (dinocarion), con cromosomas persistentemente condensados
16. Mitosis cerrada, acéntrica.
17. Ciclo de vida monogenético haplonte. La cigota (única estructura diploide) generalmente tiene una pared muy gruesa. Algunos géneros, como *Pfiesteria*, tienen ciclos de vida sumamente complicados, donde alternan fases planctónicas y bentónicas, flageladas y ameboides.
18. Hábitat: el 90% de las especies son marinas.

 EUGLENOPHYTA

1. Hábito: la mayoría son monadoides solitarios, algunos con estadios palmeloides
2. Flagelos: surgen del fondo de una invaginación anterior. Casi siempre son dos pero uno de ellos es tan corto que no llega a emerger de la invaginación. El flagelo emergente tiene una o dos hileras de pelos largos y una capa de pelos más cortos.
3. Hay una vacuola contráctil en el extremo anterior, que descarga en el reservorio.
4. Cloroplasto con tres membranas. No hay conexión con la envoltura nuclear a través del retículo. Hay formas heterótrofas (fagótrofos o saprófagos), no pigmentadas
5. Tilacoides agrupados de a tres, sin lamela periférica.
6. Pigmentos principales: clorofilas a y b
7. Pigmentos accesorios β -caroteno, neoxantina, diatoxantina y diadinoxantina.
8. ADN plastidial formando gránulos dispersos en el cloroplasto.
9. Mancha ocular fuera del cloroplasto, por debajo del plasmalema y de un ensanchamiento en la base del flagelo emergente.
10. Reserva: paramilon (β -1,3-glucano) en gránulos de forma variable en el citoplasma.
11. Cubierta celular **interna** al plasmalema (película), formada por bandas espiraladas de proteína. Externamente hay una capa de mucílago. Puede haber una lóriga externa.
12. Núcleo peculiar con cromosomas condensados en interfase.
13. Mitosis cerrada, el nucleolo persiste durante todo el ciclo.
14. Hábitat: fundamentalmente dulceacuícolas pero con algunos representantes marinos.