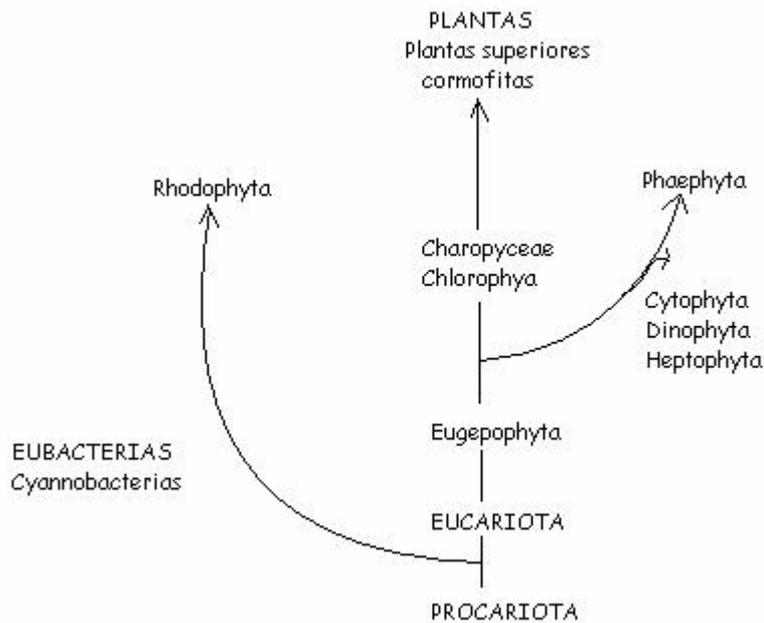


INTRODUCCIÓN A LAS ALGAS

INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LAS ALGAS



Las algas no constituyen hoy día una categoría taxonómica. Sin embargo este término sigue siendo útil para agrupar organismos muy diversos, tanto procarióticos que no presentan orgánulos celulares delimitados por membranas como eucarióticos que si los presentan.

Son organismos de organización sencilla, muchos de ellos unicelulares y sólo los multicelulares más complejos poseen tejidos conductores elementales. Presentan una amplia diversidad desde el punto de vista morfológico y reproductor. Bioquímica y fisiológicamente las algas son muy similares, en sus aspectos básicos, al resto de las plantas: tienen fundamentalmente las mismas rutas metabólicas, todas poseen clorofila a y producen proteínas y carbohidratos similares... Muchas han perdido su capacidad fotosintetizadora y viven en régimen saprobio o parásito; la mayor parte de éstas son euglenófitas, dinófitas y crisófitas.

Un carácter esencial es la falta de verdadero embrión y de una envuelta multicelular alrededor de los gametangios y esporangios (menos en la caráceas).

Hay más de 45.000 especies. Son ubiquistas y viven prácticamente en todos los medios, aunque están relacionadas sobre todo con los medios acuáticos, donde son la base de la cadena alimentaria.

Hay un punto en la evolución de los eucariotas hacia las plantas superiores que se deriva una línea de algas con características diferentes a las características que presentan un tipo de pigmento diferente a la de las plantas superiores. Se considera que las algas pardas son una línea de evolución independiente a la línea de las plantas superiores y

que además han llegado ahí y se han estancado. Solo las algas verdes han sido las únicas que evolucionaron y que a partir de ellas hemos llegado al grupo de las plantas superiores.

Las algas como grupo no son un grupo nada homogéneo sino totalmente heterogéneo. Se incluyen dentro de un solo grupo llamado algas. No se observan algunos tipos de estructuras para realizar ciertas funciones. Las algas son protófitos o talófitos, sin tejido específico, y además todas ellas presentan una estructura reproductora, ya sean esporangios o gametangios, formados por una célula sencilla en la cual se encuentran o bien las esporas o bien los gametos.

La célula lleva poca protección, ya que no la necesita para vivir en el agua (no se produce desecación). Sin embargo, todas las plantas superiores desde los musgos tienen la estructura reproductora en el interior de un esporangio o gametangio que tiene una capa de células protectoras.

Mientras que las algas no necesitan esta protección en el resto de los individuos que no son algas y pertenecen al reino plantae (embriofitos), tienen los gametangios y esporangios protegidos por una capa de células.

PIGMENTOS

En las plantas se encuentran los pigmentos asimiladores responsables de la fotosíntesis. Los pigmentos se encuentran situados en un sistema de membranas en forma de vesículas planas llamada tilacoides. Los tilacoides están incluidos en una matriz o estroma que es el lugar de fijación del dióxido de carbono. Los tilacoides se encuentran libres en el estroma formando lamelas de uno o varios tilacoides. En las algas rojas no están agrupados, encontrándose asociados a gránulos, los ficobilisomas que contienen ficobiliproteínas.

Un pigmento se puede definir como una sustancia que absorbe luz visible. Algunos absorben a una longitud de onda y refleja a otra longitud de onda determinada, que es el color que nosotros vemos. Cuando los pigmentos absorben luz pueden ocurrir varias cosas. En algunos pigmentos se absorbe la luz y la energía resultante se disipa en forma de calor. En el caso de otros pigmentos puede ocurrir que la energía se transforme inmediatamente en energía lumínica (fluorescencia). Otro grupo de pigmentos tienen la característica de que la energía va a quedar fijada en un enlace químico (fotosíntesis). Estos pigmentos son los que más nos interesan.

La clorofila, pigmento que mayoritariamente realiza la fotosíntesis no es capaz de realizarla por sí sola, sino que debe de estar unida a ciertas proteínas y debe encontrarse en el interior de los tilacoides.

En las algas nos vamos a encontrar con distintos tipos de clorofilas, pero la clorofila universal es la clorofila a (la presentan todos los grupos fotosintéticos), encargada de llevar a cabo el proceso de fotosíntesis. El resto de los pigmentos son pigmentos accesorios que sirven para ampliar el espectro de absorción, ya que si las algas tuviesen solo clorofila a absorberían a un espectro de absorción de 400-450 nm. Con los restantes pigmentos se amplía el espectro y cuando reciben la luz esa energía lumínica la transmiten a la clorofila a, que como hemos dicho realiza la fotosíntesis. Entre los

restantes pigmentos está la clorofila b y la clorofila c (ambas semejantes), clorofila verde, carotenoides (que pueden ser carotenos o pigmentos rojos y xantofilas o pigmentos amarillos).

Las ficobilinas no se encuentran en los tilacoides sino en los ficobilisomas y también se pueden sintetizar a partir de nutrientes del medio (solo en cianobacterias y en algas rojas): son ficocianina y ficoeritrina.

REPRODUCCIÓN

La reproducción de las algas muestra una gran diversidad. En las unicelulares es frecuente la formación de nuevos individuos por medio del proceso conocido como bipartición o fisión binaria, donde la célula parental origina dos nuevos individuos idénticos por partición, tras la correspondiente mitosis, o por pluripartición.

En los multicelulares de organización sencilla se ha descrito reproducción asexual por fragmentación o reproducción vegetativa; algunas producen estructuras de propagación muy especializadas, denominadas propágulos.

Las algas también producen una gran variedad de esporas responsables de la reproducción asexual:

- Zoósporas: si éstas son capaces de moverse:
 - Con dos flagelos cortos y liso: isoflagelados
 - Con cuatro flagelos
 - Varios flagelos formando una corona
- Anisoflagelados: con un flagelo liso y otro barbulado. Algunos grupos por evolución pueden llevar un solo flagelo barbulado.
- Aplanósporas: sin esporas. Es algas rojas.

La mayoría de las esporas son zoósporas, ya que estamos hablando de individuos acuáticos.

La reproducción sexual es conocida en la mayoría de los grupos, con la excepción de algunos de los integrados por individuos unicelulares o coloniales. La fecundación puede realizarse por la fusión de gametos morfológicamente indistinguibles (isogametos), denominándose isogamia es este proceso de fecundación; en las algas unicelulares es común que los propios organismos actúen como isogametos. Si uno de los gametos es menor que otro el proceso se conoce como anisogamia; en el caso de que uno de ellos sea inmóvil y de gran tamaño (oosfera) y el otro móvil y de menos tamaño (espermatozoide) se conoce como oogamia. Los gametos, igual que las esporas se originan en células vegetativas o en estructuras especiales, los gametangios. A veces se pueden encontrar también aplanogametos (muy poco corrientes).

CLOROFITAS

Las clorofilas o algas verdes tienen clorofilas a y b, y se distinguen del resto de las algas porque su principal producto de reserva es el almidón, que se acumula en el cloroplasto

y no en el citoplasma; la formación de almidón está asociada con frecuencia a un pirenoide.

Son en su mayoría algas dulciacuícolas, siendo sólo en 10 % marinas. Normalmente las algas dulciacuícolas son menos evolucionadas y más sencillas que las especies marinas, más grandes y desarrolladas desde el punto de vista morfológico. Hay 450 géneros que se agrupan en unas 8000 especies.

Morfológicamente vamos a encontrar todos los niveles de organización, desde individuos unicelulares móviles (*Chlamydomonas*) e inmóviles (*Chlorella*) a multicelulares que constituyen colonias (*Dictyosphaerium*), filamentos ramificados (*Cladophora*), formas macizas pseudoparenquimáticas (*Codium*) y láminas parenquimáticas (*Ulva*). La mayoría son microscópicas aunque algunas llegan a los 10 metros de longitud.

CITOLOGÍA

Como en el resto de las algas la pared celular está formada por una capa más interna de celulosa y otra capa más externa de pectina. Hay muchos casos donde las células producen carbonato cálcico que queda depositado sobre esa capa externa y le confiere al alga una consistencia dura, como ocurre en *Chara*, o también pueden producir las células sílice, que también se deposita sobre la cara externa, como ocurre en *Pediastrum*. No obstante, la mayoría de las algas no presentan ni carbonato cálcico ni sílice, sino que la pared externa va a estar formada únicamente por pectina, que con el tiempo va disolviéndose, por lo que el alga debe estar continuamente produciéndola.

En la mayoría de las clorofitas las células son uninucleadas aunque también podemos encontrar algún grupo derivado en el que las células sean polinucleadas.

Haciendo referencia a los cloroplastos decir que en este grupo nos podemos encontrar desde un solo cloroplasto en los individuos menos evolucionados o a veces dos, siendo en este caso su forma muy característica (*Spyrogyra*), hasta los más evolucionados donde encontramos muchos cloroplastos con forma discooidal.

PIGMENTOS

En cuanto a los pigmentos, como ya se ha mencionado son clorofila a, clorofila b y carotenoides, tanto carotenos como xantofilas, predominando con todo el color verde de las clorofilas. Estos pigmentos se encuentran dentro de los tilacoides de los cloroplastos. Además, cuando se produce un exceso de glúcidos a través de la fotosíntesis, se produce una polimerización de dichos glúcidos para formar almidón. Esto se lleva a cabo y se almacena en un orgánulo denominado pirenoide que aparece en los cloroplastos.

Aquellas especies que son unicelulares y flageladas presentan una mancha ocular. Esta formada por una estructura en forma de copa que lleva una especie de pegamento que son los carotenoides.

En la estructura de copa hay una lente bicóncava que recibe los rayos solares y que luego los pasa a una zona con una sustancia fotoactiva. Este mancha recibe así la intensidad de la luz y cuando la ha reconocido envía una información al núcleo de tal

manera que el alga se encuentra siempre orientada hacia la zona de máxima iluminación gracias a esta mancha ocular.

APARATO NEUROMOTOR

Se presenta en células flageladas. Hay que decir que los flagelos son de naturaleza proteica y están rodeados en parte por la membrana citoplasmática, aunque los extremos de los filamentos están normalmente desnudos.

El flagelo tiene una base que es su centro y que se llama bleforoplasto, y éste está unido a un orgánulo denominado centrosoma mediante un filamento proteico llamado rizoplasto. De esta manera el bleforoplasto puede enviar información al núcleo. Para que además haya un intercambio de información entre los flagelos, hay entre los bleforoplastos otro filamento proteico denominado plasmodesmosoma. De esta forma se asegura que todos los flagelos se muevan al unisono y en el mismo sentido.

REPRODUCCIÓN

En cuanto a la reproducción, en este caso nos podemos encontrar con todos los tipos. En la reproducción asexual mencionar que se puede dar mediante división celular (bipartición) o mediante formación de esporas en el interior. También puede ocurrir la fragmentación del talo en los pluricelulares.

En el caso de la reproducción sexual también podemos encontrar todos los tipos: ciclos de vida monogénicos, que son haplontes o diplontes; y ciclos de vida con alternancia de generaciones, ya sea isomórficos o anisomórficos.

Atendiendo a la plasmogamia se puede dar tanto una isogamia en aquellas algas menos evolucionadas como una anisogamia o una oogamia en los grupos más evolucionados.

GRUPOS DE LA DIVISIÓN CLORÓFITAS

a) CLASE CLOROFÍCEAS

Es un grupo muy numeroso y variable. Las clorofíceas incluyen las clorófitas de morfología más sencilla, la mayoría de aguas continentales y caracterizadas por tener división celular por un ficoplasto.

Al ser un grupo tan numeroso se han estudiado muy bien y se han descrito diferentes líneas de evolución. Casi todos los estudios que se han realizado sobre la principal vía de evolución coinciden en que toda la línea ha surgido de algas unicelulares semejantes a *Chlamydomonas*, provista de cloroplasto, estigma y pirenoide. De cualquier manera, también existen algunas algas unicelulares que no presentan flagelo y que han podido dar lugar a la célula de *Chlamydomonas*, o al revés y eso es precisamente lo que discute.

La distintas líneas de evolución que se dan dentro de las clorofíceas se recoge en el nivel taxonómico de orden.

- 1) Una primera línea de evolución parte de una célula de *Chlamydomonas*, llegándose hasta las grandes colonias de *Volvox*. Esto es una línea colonial

móvil. Si pudiésemos mirar con detenimiento las células de la colonia podríamos ver que cada una de esas células tiene un enorme parecido con una célula de *Chlamydomonas*. A todos estos individuos se les agrupa dentro del ORDEN VOLVOCALES.

- 2) Hay una segunda línea de evolución desprovista de flagelos que surge de una célula de *Chlamydomonas* que ha perdido los flagelos y en parte de esa célula y por división surge un individuo que forma consorcio de agregación, que no son tan evolucionados como las colonias. Forman el ORDEN CLOROCOCALES.
- 3) Otra línea de evolución parte de una célula que se divide y forma un filamento a partir del cual pueden ocurrir dos cosas: que en ese filamento algunas células se dividan para formar un filamento ramificado o bien que a partir de ese filamento todas y cada una de las células siga dividiéndose en un segundo plano, dando un filamento biseriano por ejemplo. Puede ocurrir que todas y cada una de las células siga dividiéndose en ese segundo plano, dando un talo foliáceo formado por una sola capa de células que a veces puede incluso dividirse todas esas células en un tercer plano y tenemos talo foliáceo pero biseriado, como por ejemplo es el caso de *Ulva*. Esta línea de evolución que nos lleva al talo foliáceo constituye el ORDEN ULVALES U ORDEN ULOTHRICALES.
- 4) La última línea de evolución nos lleva hacia individuos plurinucleados, encontrándose con células plurinucleadas sin tabiques algunos, como ocurre en el caso de *Codium*, siendo una organización sifonal, o bien una línea paralela en la que si aparecen tabiques, siendo una organización sifonoclodal. Este grupo se incluye dentro del ORDEN SIPHONAL o bien del ORDEN CODIALES.

b) CLASE ZYGNEMATOFICEAS

Se las conoce también con el nombre de conjugados y se les llama así porque tienen un tipo muy particular de reproducción sexual denominada conjugación. En este grupo se incluyen dos líneas de evolución paralelas, una línea filamentosa y otra unicelular. La filamentosa es muy sencilla, en la que todas las células son iguales unas a otras, siendo filamentos no ramificados (Orden Zygnematales). La línea unicelulares está formada por individuos unicelulares con una forma muy característica. Esta última se recoge en el Orden Desmidiaceas.

- 1) ORDEN ZYGNEMATATALES (Género *Spyrogyra*). Con uno o dos cloroplastos en forma helicoidal. La reproducción sexual es la característica definitoria, no formándose nunca células flageladas, sino que forman gametos ameboides (gametos desnudos que pueden desplazarse por movimiento). En estos filamentos tan sencillos lo que ocurre es que dos filamentos se colocan uno a continuación del otro, formándose unas papilas en la célula más próxima al filamento que tiene al lado y todo el contenido celular se convierte en un solo gameto.

En ese momento las papila continua creciendo hasta llegar un momento que se tocan, estableciéndose un punto continuo celular, de tal manera que los dos filamentos adquieren forma de escalera, llamándose por ello también conjugación escaleriforme.

Los gametos se mueven, y puede ocurrir que todos los gametos de un filamento se comporten como gametos femeninos, y entonces no se desplazan, o bien comportarse todos como masculinos y estos si que se desplazan, llegando al filamento femenino a través del puente y produciéndose la fecundación. También puede ocurrir que los dos gametos sean móviles y entonces no podemos distinguir entre gameto femenino y masculino ya que ambos se desplazan hacia donde ocurre la fecundación.

También puede ocurrir que no haga falta que se dispongan los dos filamentos contiguos, sino que en un mismo filamento se disponga un puente entre las dos células y un gameto se desplace a través del puente a la célula contigua y se produzca la fecundación, o bien, los dos gametos se desplacen al punto y ahí es donde ocurre la fecundación.

Cuando se forma el cigoto, inmediatamente hay una división reduccional y se forman cuatro núcleos de los cuales tres degeneran y finalmente sólo resulta un producto meiótico, que es una célula que vuelve a dividirse varias veces para originar un nuevo filamento. De ahí que el orden Zignematales se haya separado del grupo de las Cloroficeas.

c) CLASE CHAROFICEAS

Presentan unas características muy evolucionadas. Se trata de unas algas con un talo místico pareqnuimático con una forma que recuerda mucho a las plantas terrestres, donde podemos distinguir nudos y entrenudos, así como ramas que parten de los nudos. Los entrenudos constituyen una única célula mientras que el nudo está formado por varias células. Un carácter muy evolucionado es el hecho de que el crecimiento se produce siempre mediante una célula apical.

El entrenudo a medida que se aleja de la célula apical crece y se alarga mucho, presentando una mayor protección. A partir de las células nodales se forma un filamento que se sobrepone a los entrenudos, dando al alga un aspecto característico.

Además, las células en estas algas producen carbonato cálcico, por tanto se encuentran endurecidas. Estas algas son tan evolucionadas que tienen una estructura reproductora que recuerda mucho a las plantas terrestres. La estructura reproductora, que se dispone a nivel de los nudos, entre las ramas, se constituye por una estructura femenina llamada núcula y una estructura masculina denominada glóbulo. La masculina es más compleja.

La núcula se compone de una célula pedicular, una célula que permite que la núcula esté unida al nudo del alga. Está formada por una gran ovocélula bastante oscura, y que está rodeada por una serie de filamentos que se encuentran dispuestos de forma helicoidal, con sus extremos libres, formando una especie de corona llamada corónula.

A través de esta corónula es pon donde va a entrar el espermatozoide.

El glóbulo es aún más complicado. Formado por una célula pedicular que une el glóbulo a las células de las algas. Está formado por 8 células en una esfera llamada octante o escudo. Por lo tanto, el glóbulo está hueco y formado por 8 octantes.

De la pared del octante parte una célula hacia el interior de la esfera y que luego se divide varias veces para formar una estructura que es una célula denominada mambrio. A su vez, sobre el mambrio se forma una célula que es la célula capitular primaria y sobre ella se van a disponer de tres a seis células capitulares secundarias.

De cada una de las células capitulares secundarias parten hacia la pared del octante de tres a cinco filamentos espermatógenos que están formados por muchas células. Cada una de estas células sería un anteridio muy reducido y dentro de cada anteridio se va a formar un espermatozoide.

Cuando ocurre la fecundación se forma un cigoto que pierde agua y la pared se vuelve muy rígida. Directamente sobre el cigoto ocurre la división reduccional y el resultado es que nos encontramos con una célula formada por tres núcleos que degeneran y otra célula con un solo núcleo que es la que sale adelante. Y esa célula uninucleada se desarrolla y divide varias veces para formar un pequeño embrión.