

Chlorophyta (algas verdes)

Ir aPPT

Las algas verdes son en su mayoría microscópicas, aunque en raras ocasiones pueden alcanzar más de un metro de largo. En contrapartida son muy diversas en cuanto a su morfología y organización general y tienen gran plasticidad en su desarrollo y metabolismo, por lo que han colonizado numerosos hábitats.

Sus tamaños varían desde formas unicelulares hasta macroscópicas. Las unicelulares son esféricas o alargadas, flageladas o no, con o sin cubiertas especiales de escamas y otros productos (seguir el vínculo para ver video de alga verde unicelular con dos flagelos)

http://botit.botany.wisc.edu/courses/botany_130-spring-07/Diversity/Movies/Chlamydomonas.html

Las formas filamentosas están formadas por cadena de células cilíndricas y regulares (ej. *Spirogyra*) o por células irregulares, en ocasiones adelgazadas en los extremos. Hay colonias constituidas por pares de células hasta otras formadas por miles de células y con cierto grado de división del trabajo de estas (seguir el vínculo para ver video de *Volvox*)

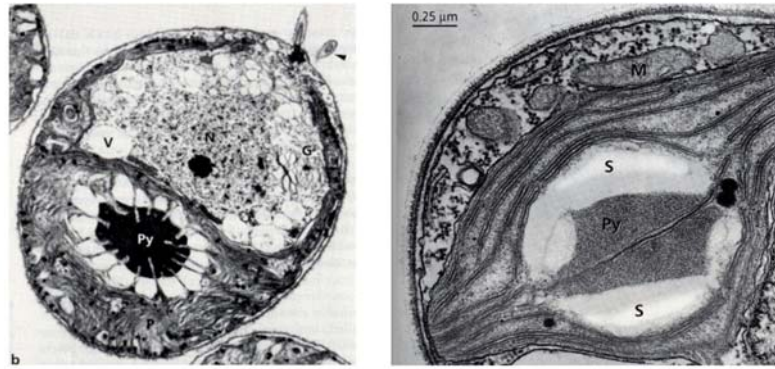
http://botit.botany.wisc.edu/courses/botany_130-spring-07/Diversity/Movies/Volvox.html

Otras presentan distintos niveles de organización de tejidos (pseudoparénquimas y parénquimas). La mayoría tienen células uninucleadas, pero algunas especies tienen células gigantes cenocíticas (plurinucleadas = sifonales) con muchos núcleos dispersos en el citoplasma (*Caulerpa*).

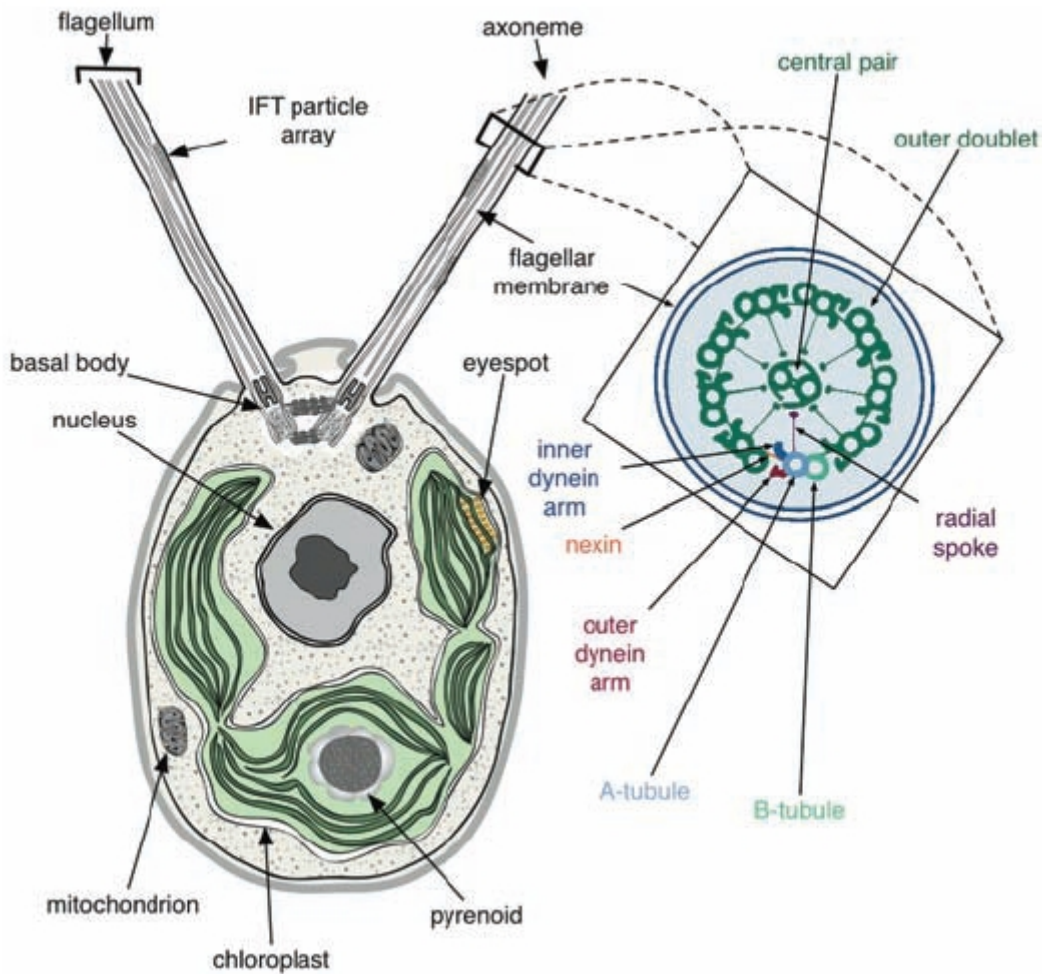


Ejemplos de la diversidad que presentan las algas verdes en arquitectura celular y forma de crecimiento (Lewis & McCourt, 2004)

Como pigmentos fotosintéticos tienen clorofila a y b, β -caroteno y otros carotenoides. Almacenan verdadero almidón dentro del cloroplasto. La pared celular está compuesta mayoritariamente por celulosa, y en algunos casos presenta además otros polímeros o está calcificada.



Imágenes al TEM de un alga verde unicelular (izquierda) y detalle del cloroplasto (derecha). Se observa una vacuola (V), el núcleo (N), el pirenoide (PY) y gránulos de almidón (S) intraplástico.



Esquema de la organización de *Chlamydomonas*, un alga verde unicelular (Merchant et al. 2007)

A su diversidad morfológica se une su diversidad ecológica. Las algas verdes viven en ambientes marinos costeros formando parte del nanoplancton o sujetas a los fondos (bentos). También son abundantes en agua dulce, en lagos y ríos. Además son comunes en ambientes terrestres (rocas, lodos, troncos de árboles) y algunas son capaces de vivir en ambientes extremos. Por ejemplo, *Dunaliella salina*, una de las principales especies usadas para producir caroteno, puede vivir en condiciones hipersalinas (aguas con más del 10% de sales disueltas). *Dunaliella acidophila*, otra especie extremófila, crece a pH extremadamente bajo (< 2).

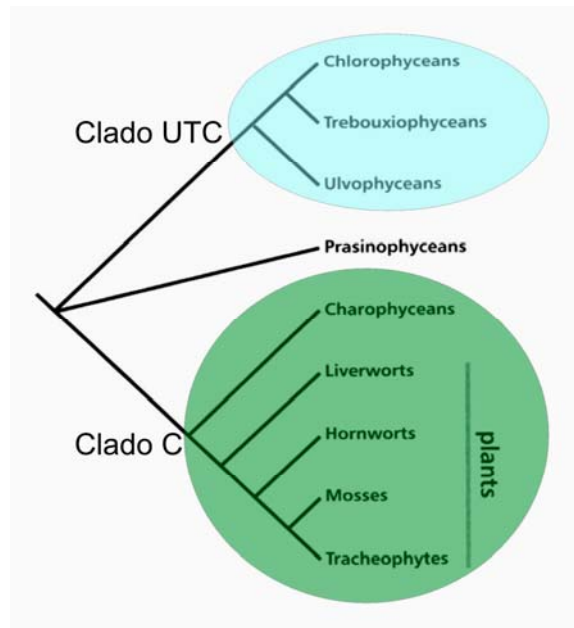
TABLE 1. Examples of comparative ultrastructural, biochemical, and molecular characters that have been used to distinguish major groups of green algae. Representative and particularly comprehensive references are provided. See Appendix (in Supplemental Data accompanying the online version of this article) for figure of cellular locations.

| Characters | References |
|---|---|
| I. Cell ultrastructure (internal and surface features) | |
| Absolute orientation of flagellar apparatus | O'Kelly and Floyd, 1984; Watanabe and Floyd, 1996 |
| Multilayered structure (MLS) presence/absence | Melkonian, 1984 |
| System I (SMAC) and System II (rhizoplast) fibers, presence/absence | Stuiman, 1989; Watanabe and Floyd, 1996 |
| Pyrenoid presence/absence, morphology | Watanabe and Floyd, 1996 |
| Scale presence/absence, morphology | Becker et al., 1994 |
| Flagellar hairs, morphology | Marin and Melkonian, 1994 |
| Cytokinesis via infurrowing, phycoplast, phragmoplast | Mattox and Stewart, 1984 |
| Biochemistry | |
| Photorespiratory enzymes | Floyd and Salisbury, 1977; Suzuki et al., 1991; Iwamoto and Ikawa, 2000 |
| Accessory pigments | Zignone et al., 2002 |
| Single or combined genes (nuclear, plastid, mitochondrial) | |
| 18S rRNA (nuclear) | Huss and Sogin, 1990; Krienitz et al., 2003 |
| 26S rRNA (nuclear) | Buchheim et al., 2001; Shoup and Lewis, 2003 |
| actins (nuclear) | An et al., 1999 |
| <i>rbcL</i> (plastid) | Daugbjerg et al., 1994, 1995; Manhart, 1994; McCourt et al., 2000; Nozaki et al., 2003; Zechman, 2003 |
| <i>atpB</i> (plastid) | Karol et al., 2001 |
| <i>nad5</i> (mitochondrial) | Karol et al., 2001 |
| Genome-level Characters | |
| Intron presence | Manhart and Palmer, 1990; Dombrowska and Qiu, 2004 |
| Plastid genome arrangement | Lemieux et al., 2000; Turmel et al., 2002c |
| Mitochondrial genome arrangement | Nedelcu et al., 2000; Laflamme and Lee, 2003 |

Ejemplos de datos ultraestructurales, bioquímicos y moleculares utilizados para distinguir los principales grupos de algas verdes (Lewis & McCourt., 2004).

La comparación de estos caracteres con los de las plantas terrestres ha permitido entender lo siguiente. Todas las clorófitas comparten con las plantas terrestres determinados caracteres (clorofila a y b; producción de almidón intraplástico, plasto rodeado de doble membrana, pared celular constituida por celulosa, etc.), pero un grupo particular comparte además otra serie de caracteres estructurales, como la organización del flagelo, el tipo de mitosis y el modo de formación de la pared celular. Este grupo concreto es el que está más relacionado con las plantas terrestres.

Actualmente se considera que las algas verdes evolucionaron en dos grandes linajes o clados. Uno de ellos, el clado cloroficeo (= **clado UTC**; ulvofíceas, trebouxiofíceas y clorofíceas) incluye flagelados unicelulares (*Chlamydomonas*) y colonias (*Volvox*), formas filamentosas ramificadas o no ramificadas, algas macroscópicas marinas (*Ulva*, *Codium*), algas del suelo (*Chlorella*), epífitos terrestres (*Trentopohlia*) y ficobiontes (*Trebouxia*). El otro, clado charoficeo (= **clado C**, charofíceas) contiene un pequeño grupo de algas verdes que viven en agua dulce, en suelos, y en ambientes aéreos, y también las plantas terrestres (hepáticas, antoceros, musgos y plantas vasculares). Varían desde unicelulares (*Micrasterias*), a filamentosos (*Spirogyra*) hasta talos complejos parenquimatosos (*Chara*). Las algas verdes de este clado (charofíceas) son las que presentan mayor número de caracteres compartidos con los embriófitos (plantas terrestres), y derivan del mismo linaje ancestral que los briófitos y plantas vasculares.



Algunas algas verdes microscópicas se cultivan para obtener productos de uso intensivo. Por ejemplo, *Haematococcus* se cultiva en cantidades masivas para extraer astaxantina, un carotenoide que se añade a los piensos utilizados en acuicultura. De forma semejante *Dunaliella* (mencionada anteriormente) se cultiva en lagos artificiales al aire libre para producir β -caroteno. La ventaja del uso de este alga radica en que puede cultivarse con altas concentraciones de sal, lo que impide el crecimiento de otros organismos no deseados que son menos tolerantes a la salinidad.

Otras algas verdes han sido usadas como modelos experimentales para investigación en áreas como la fotosíntesis y la biología molecular, gracias a su rápido crecimiento y adaptabilidad a diferentes medios. Por ejemplo *Chlamydomonas reinhardtii*, es un alga verde unicelular que hace fotosíntesis en condiciones normales pero es capaz de vivir en oscuridad si tiene una fuente externa de carbono. En la actualidad se esta secuenciando el genoma completo de este alga.

Referencias

- Graham, L.E. & L.W. Wilcox. 2000. *Algae*. Capítulo 17-21 Green algae.
- Lewis, L.A. and R.M. McCourt. 2004. Green algae and the origin of land plants. *American Journal of Botany* 91(10): 1535–1556.
- Mauseth, J.D. 1995. *Botany. An introduction to plant biology*. Capítulo 21. Algae and the origin of eukaryotic cells. Division Chlorophyta: Green algae.
- Merchant, S.S. et al. 2007. The *Chlamydomonas* genomereveals the evolution of key animal and plant functions. *Science* 318: 245-251.

Para ver videos de algas verdes (y otros organismos) entrar en el siguiente enlace y pulsar en la fotografía:
<http://biology.clc.uc.edu/courses/bio106/protista.htm>