

## Dinophyta (dinoflagelados)

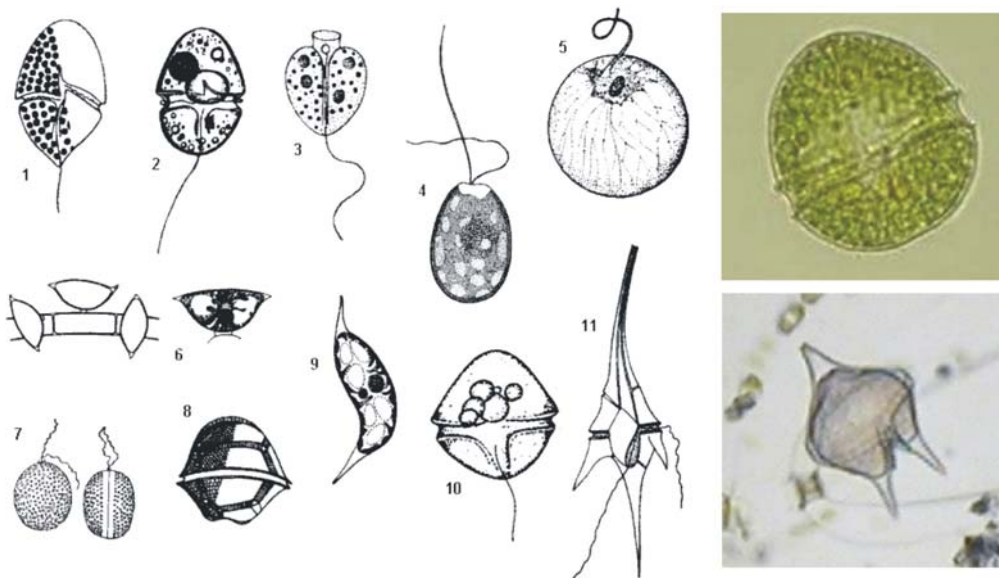
**Ir a PPT**

Los dinófitos (= dinoflagelados) son un grupo de gran importancia en el fitoplancton de las aguas marinas y dulces. Son los segundos en importancia (tras las diatomeas) como productores primarios en las aguas marinas costeras. Están adaptados a una gran variedad de ambientes lo que se refleja en su gran diversidad morfológica (más de 550 géneros y 4000 especies), en los modos de nutrición, y en su extenso registro fósil que data de varios cientos de millones de años.

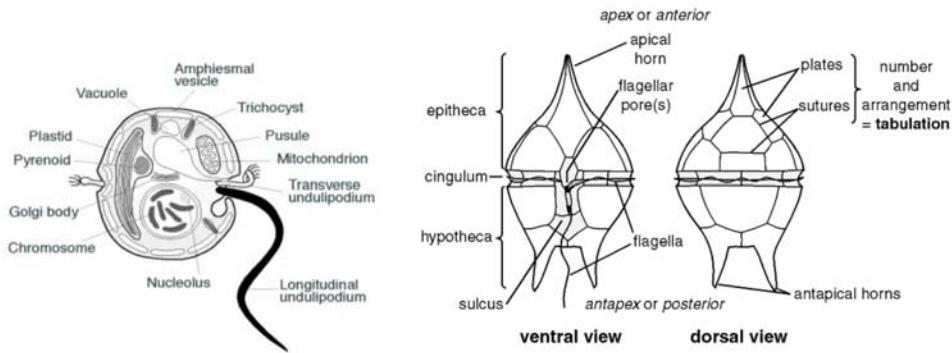
La mayoría son unicelulares y presentan dos flagelos desiguales característicos que les proporcionan un movimiento natatorio rotacional. Esta capacidad de desplazarse les permite vivir en condiciones muy variadas (seguir el vínculo para ver video MOV) <http://www.aad.gov.au/asset/mme/movies/DinoFlag.mov>. En los casos en que no presentan flagelos, las esporas que producen sí son flageladas (dinosporas) y de morfología característica, semejante a la de los organismos adultos flagelados.

La cubierta celular (**anfiesma**) es muy compleja y está compuesta de vesículas aplanadas (alveolos) dispuestas por debajo de la membrana celular. En algunas especies los alveolos llevan placas de celulosa que se solapan formando una especie de armadura rígida (la **teca**). Estos organismos con pared rígida se denominan **formas blindadas**, mientras que si carecen de celulosa se denominan **formas desnudas**.

En las formas blindadas la disposición de las placas es característica de cada especie.



Algunos ejemplos de la diversidad morfológica de las dinófitas. Las imágenes corresponden a *Glenodinium* sp. (arriba) y *Peridinium* sp. (abajo)



Sección de una célula de dinófito (izquierda). Morfología externa y terminología que se emplea en la descripción de formas blindadas de los dinoflagelados (derecha)

Un grupo muy numeroso de dinoflagelados (aproximadamente la mitad de las especies) carece de plastidios, y son heterótrofos obligados con sistemas diversos para obtener el alimento. Pueden ser **fagótrofos**, es decir capturan presas (otras algas, ciliados, nematodos y larvas de distintos grupos). Pueden ser **parásitos**, obteniendo por ósmosis la mayor parte de su alimento. Otros dinoflagelados (llamados zooxantelas) pueden formar simbiosis con protistas e invertebrados marinos, incluyendo foraminíferos, radiolarios, gusanos planos, anémonas, medusas y moluscos bivalvos. Como **endosimbiontes** los dinoflagelados son fundamentales para la formación y el funcionamiento de los arrecifes de coral.

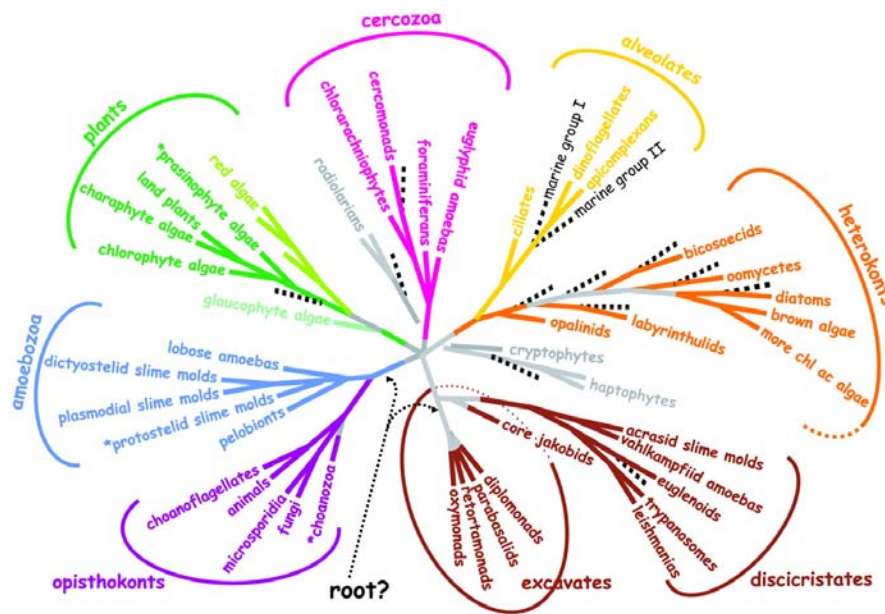
Aproximadamente la mitad de los dinoflagelados poseen plastidos y son **fotoautótrofos**. Frecuentemente presentan color dorado-pardo, debido a la presencia de una xantofila característica (**peridinina**), aunque los hay verdes y de otros colores, relacionados con variaciones en la composición de los pigmentos fotosintéticos. Almacenan gránulos de almidón en el citoplasma. Los dinoflagelados fotosintéticos presentan un comportamiento peculiar, que incluye una migración vertical diaria a través de la columna de agua. Esto les permite aprovechar la luz en las mejores condiciones. A pesar de ello casi todos requieren fuentes externas de vitamina B<sub>12</sub>, aportes de carbono orgánico, fósforo y nitrógeno. Por ello más que fotosintéticos pueden considerarse **mixótrofos**. Generalmente se acepta que los dinoflagelados fotosintéticos derivan de antepasados heterotróficos, y que adquirieron sus plastidios a través de endosimbiosis secundaria y terciaria con diversos linajes evolutivos. Algunas especies son **bioluminiscentes** (emiten luz), lo que puede ser una adaptación para reducir el ataque de predadores.



*Noctiluca scintillalis* (izquierda) y bioluminiscencia producida por un *bloom* de este alga en las costas de California (derecha)

Todas estas características han hecho que los dinoflagelados hayan sido considerados y clasificados como animales o como vegetales, según los distintos criterios que se les aplique. Este grupo es un buen ejemplo de cómo la separación animal-vegetal no está claramente establecida en los organismos más simples.

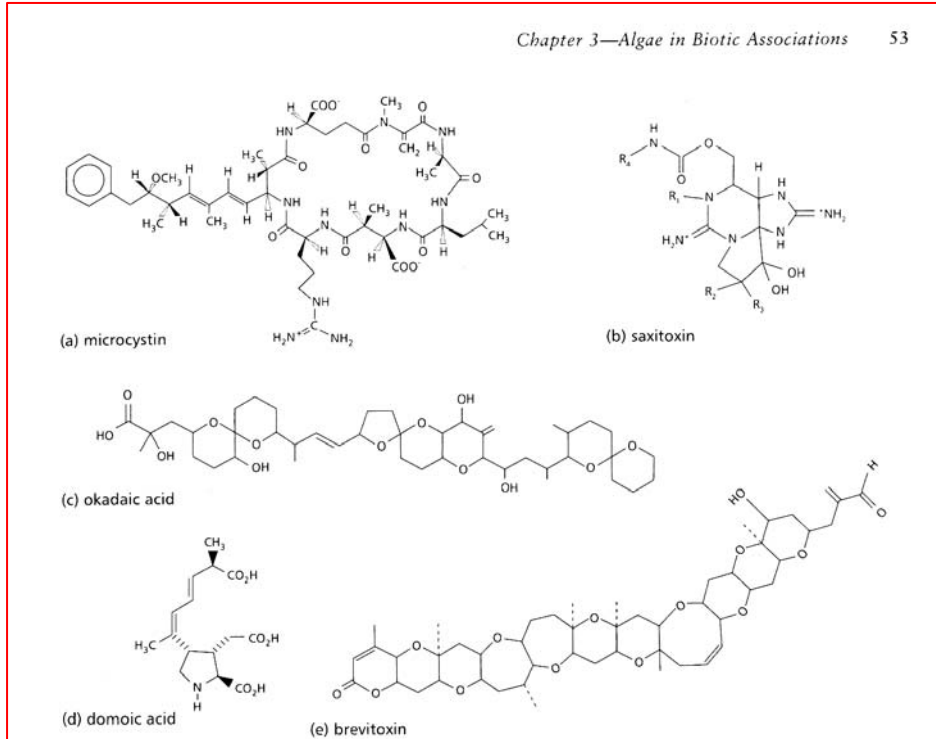
En los análisis filogenéticos moleculares los dinoflagelados se agrupan con los ciliados y los apicomplejos, formando un grupo denominado **Alveolados**. Los ciliados son protistas con numerosos cilios (flagelos cortos); en este grupo se incluyen organismos tan conocidos como *Paramecium*. Los Apicomplejos son protistas parásitos productores de enfermedades como la toxoplasmosis y la malaria. Dinoflagelados, ciliados y apicomplejos comparten un rasgo característico: la presencia de un sistema de vesículas aplanadas por debajo de las membranas celulares denominadas **alveolos**.



Filogenia de consenso de los eucariotas basada en datos moleculares y estructurales. Observe la posición de los dinoflagelados dentro del clado 'Alveolados' (Baldauf et al., 2003)

Unas 60 especies producen potentes toxinas citolíticas, hepatotóxicas o neurotóxicas, peligrosas para los seres humanos, mamíferos marinos, peces, aves y otros componentes de la cadena trófica. La aparición de estas toxinas está asociada con los *blooms* de algas dañinas (*harmful algal blooms* o HABs), a menudo denominadas *mareas rojas*. Los principales problemas sanitarios se producen cuando las especies tóxicas son consumidas por mariscos filtradores (por ejemplo, mejillones, almejas), que acumulan las toxinas en niveles que pueden llegar a ser letales para los humanos y otros consumidores. Los síndromes de envenenamiento por toxinas de dinoflagelados (y otras algas) están bien caracterizados y se conocen los principales compuestos químicos causantes de daños (saxitoxinas, brevetoxinas y ciguatoxinas). En los países donde se producen estos fenómenos existen mecanismos de alerta y control de la aparición de *mareas rojas*. Más información: <http://www.who.edu/redtide/whathabs/whathabs.html>.

También se han desarrollado test rápidos de calidad de agua con los que se puede detectar la presencia de toxinas.



Estructura química de algunas toxinas de algas. a) Microcistina, péptido cíclico, producido por la cianófitas como *Microcystis*. b) saxitoxina, bloqueador de los canales de sodio de la membrana celular, producido por algunas cianófitas y dinófitas marinas, c) ácido okadaico, producido por dinófitos, d) ácido domoico, potente neurotoxina producida por algunas diatomeas, 3) brevitoxina producida por algunas dinófitas, de acción semejante a la de la saxitoxina, pero estructura química muy diferente. (Graham & Wilcox, 2000)

## Referencias

- Baldauf, S.L. et al. 2003. The Deep root of Eukaryotes. *Science* 300: 173-176 (13 June 2003).
- FAO. 2005. *Biotoxinas marinas*. <http://www.fao.org/docrep/008/y5486s/y5486s00.htm>
- Gajadhar, A.A. et al. 1991. Ribosomal RNA sequences of *Sarcocystis muris*, *Theileria annulata*, and *Cryptosporidium parvum* reveal evolutionary relationships among apicomplexans, dinoflagellates, and ciliates. *Mol. and Biochem. Parasit.* 45:147-154.
- Graham, L.E. & L.W. Wilcox. 2000. *Algae*. Capítulo 11. Dinoflagellates; Capítulo 3. Algae en Biotic associations
- Hackett, J.D., Anderson, D.M., Erdner, D.L. and D. Bhattacharya. 2004. Dinoflagellates: a remarkable evolutionary experiment. *American Journal of Botany* 91(10): 1523–1534.
- Leander, B. S. and P. J. Keeling. 2004. Early evolution of dinoflagellates and apicomplexans inferred from HSP90 and actin phylogeny. *J. Phycol.* 40:341-250.
- Mauseth, J.D. 1995. *Botany. An introduction to plant biology*. Capítulo 21. Algae and the origin of eukaryotic cells. Division Pyrrhophyta: dinoflagellates.
- Morden C.W. & Sherwood A.R. 2002. Continued evolutionary surprises among dinoflagellates. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 99 (18): 11558-11560.