

# Euglénidos, Algas Flageladas de Charcas y Arroyos

Sergio M. Salcedo Martínez\*, Marco A. Alvarado Vázquez y  
Gabriel Rubio Méndez

Universidad Autónoma de Nuevo León,  
Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Biología Vegetal  
Ave. Pedro de Alba s.n., Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México. 66455

\*Autor para correspondencia: sergio.salcedomr@uanl.edu.mx

## Resumen

La Clase Euglenoidea es una de las cuatro que forman al Filo Euglenozoa. Son algas biflageladas autótrofas con cloroplastos formados por tres membranas donde la interior se agrupa en pilas de tres tilacoides o protistas heterótrofos fagótrofos o pinocíticos, que habitan principalmente cuerpos de agua dulce con abundante materia orgánica, cuyas reservas amiláceas son de paramilo y que sólo se reproducen asexualmente por fisión binaria. Se caracterizan por poseer una película de bandas proteicas bajo la membrana celular que al traslaparse le permiten un movimiento "metabólico" y una invaginación o vestíbulo apical donde se insertan los flagelos, típico del supergrupo Excavata. Son importantes productores primarios o depredadores continentales, se han utilizado como organismos modelo para estudios de biología celular, evolución, biotecnología, ecología y biorremediación y se espera que a través de estudios de ómica conocer más sobre su biología y lograr aprovechar su potencial.

**Palabras clave:** Euglenozoa, Euglenoides, algas dulceacuícolas, película.

## Abstract

The Class Euglenoidea is one of the four classes that make up the Phylum Euglenozoa. They are autotrophic biflagellate algae with chloroplasts composed of three membranes, the innermost of which is grouped into stacks of three thylakoids. They are heterotrophic phagotrophic protists, also known as pinocytotic protists, that primarily inhabit freshwater bodies with abundant organic matter.

Their starch reserves are paramylon, and they reproduce only asexually by binary fission. They are characterized by a pellicle of protein bands beneath the cell membrane, which, when overlapped, allows for "metabolic movement". They also possess an apical invagination or vestibule where the flagella are inserted, a feature typical of the supergroup Excavata. They are important primary producers or continental predators and have been used as model organisms for studies in cell biology, evolution, biotechnology, ecology, and bioremediation. It is hoped that omics studies will further illuminate their biology and help harness their potential.

**Keywords:** Euglenozoa, Euglenoids, freshwater algae, pellicle

## Introducción

Los euglenoides (Euglenida, Euglenophyta o euglenidos) son una de las cuatro Clases dentro del Filo Euglenozoa, representada por 1157 especies de organismos principalmente unicelulares flagelados (monadales), aunque existen algunas especies que presentan estados palmeloides (colonias de células normalmente móviles que se vuelven inmóviles para resistir condiciones ambientales adversas dentro de una matriz gelatinosa que ellas mismas producen) y otras que forman colonias sésiles, como el género *Colacium*, en el cual las células maduras inmóviles

forman colonias ramificadas sostenidas por tallos mucosos.

### Hábitat

Estos protistas flagelados están comúnmente presentes en agua dulce, en lagos, estanques y charcas, especialmente cuando es rica en materia orgánica. Aunque existen pocas especies que se encuentran en agua marina o salobre y algunas son endosimbiontes endozoicos, en diferentes invertebrados (como rotíferos, nematodos, platelmintos, oligoquetos y copépodos) o vertebrados (como el intestino de renacuajos). Numerosas floraciones euglenoides desaparecen del plancton por pérdida de flagelos y hundimiento en condiciones turbulentas, por ejemplo, en días ventosos o de tormentas pierden los flagelos y forman quistes temporales de reposo y luego se hunden a la superficie del sedimento. Las células pueden crecer activamente en esta etapa palmeloide a tasas equivalentes a las células planctónicas durante porciones significativas de su vida, lo que sugiere una existencia ticoplanctónica (especies bénticas que accidentalmente son llevadas a formar parte del plancton por turbulencia).

### Nutrición

La mayoría de los euglenoideos se consideran heterótrofos obligados que obtienen su alimento a través de procesos como la fagocitosis, que es el modo primitivo de nutrición, o la pinocitosis, mientras que alrededor de un tercio son fotosintéticos.

Las especies autótrofas cuentan con cloroplastos originados por endosimbiosis secundaria a partir de la ingesta de un alga verde. Los cloroplastos con frecuencia están asociados a granos de paramilo, un carbohidrato ( $\alpha$ -1,3-glucano) de reserva que es ex-

## EUGLENOIDE

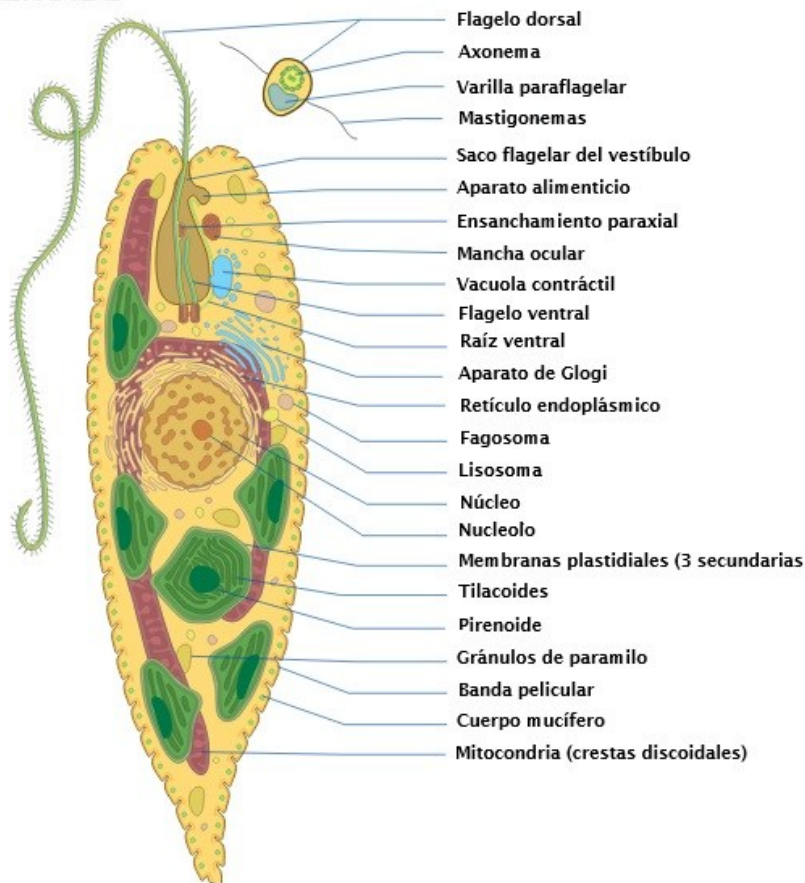


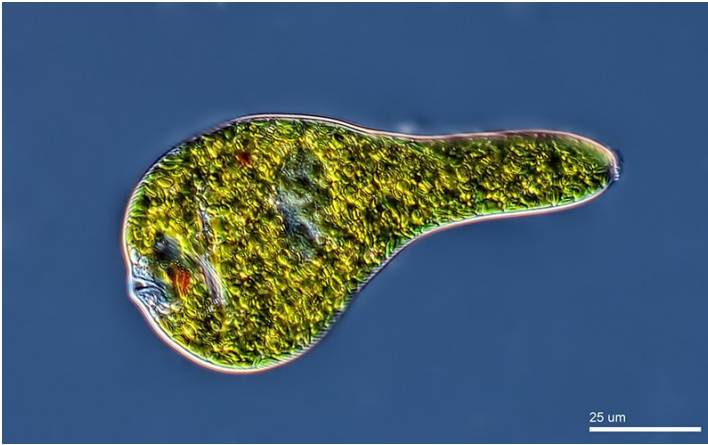
Figura 1. Morfología y partes de un euglenoide.

clusivo de este grupo y están rodeados por tres membranas. La membrana interna está formada por sacos o tilacoides apilados generalmente en grupos de tres, no posee una lamela periférica y contienen clorofilas a y b, que les otorgan un color verde brillante, además de pigmentos accesorios como  $\beta$ -caroteno, neoxantina, diadinoxantina, entre otros.

Las especies heterótrofas atrapan pequeñas presas como bacterias y flagelados diminutos, mientras en las formas pinocíticas los nutrientes pueden ser obtenidos mediante absorción en un citostoma vestigial.

### Locomoción

La mayoría de los euglenoideos fagótrofos existen dos flagelos, uno orientado hacia adelante, y otro dirigido hacia atrás y utilizado para deslizarse a lo



**Figura 2. Euglénido mostrando movimiento metabólico, cloroplastos y mancha ocular.**

largo del sustrato. En algunos, tales como *Peranema*, el flagelo orientado adelante es rígido y agita sólo en la punta. Mientras que en la mayoría de los euglenoideos con cloroplastos el flagelo dirigido hacia adelante se mueve en círculos generando una trayectoria ligeramente helicoidal, el flagelo orientado hacia atrás es tan corto que no emerge del reservorio, por lo que aparentan tener un solo flagelo, sin embargo, existen formas que poseen dos flagelos similares (*Eutreptia*) y otras que poseen cuatro.

### Características

A diferencia de los vegetales, los euglenoideos no presentan una pared celular de celulosa. En su lugar, la cubierta celular está formada por una película (Figuras 1 y 3), que los distingue de otros grupos de algas y está formada por bandas internas espiraladas de proteína que se ubican por debajo de la membrana celular y una capa de mucílago externa a la membrana celular. Esta película de bandas proteicas sostenida por microtúbulos dorsales y ventrales varía desde rígida a flexible, y da la forma a la célula, a menudo ocasionándole estriaciones distintivas. En muchos euglenoideos las bandas pueden deslizarse unas sobre otras, provocando un movimiento característico conocido como movimiento metabólico (Figura 2). En algunos casos, las células además suelen estar cubiertas por una lorica (estructura tubular, cónica o

similar a un vaso, secretada por algunos protozoos y muchos rotíferos, reforzada por la adhesión de granos de arena u otras partículas).

Mientras la mayoría de los euglenozoos son pequeños y miden alrededor de 15-40  $\mu\text{m}$  de tamaño, muchos euglenoideos alcanzan los 500  $\mu\text{m}$  de largo. Las células suelen ser alargadas longitudinalmente y presentan un núcleo con nucleolo prominente y mitocondrias con crestas discoides, además de una invaginación apical o subapical que consiste en un canal angosto y un reservorio esférico o piriforme donde se anclan los flagelos y a donde desembocan una o más vacuolas contráctiles adyacentes. Pueden presentar una mancha ocular sensible a la luz en la base del flagelo emergente y este último casi siempre es mastigonemado, es decir está cubierto con una o dos hileras de fibrillas largas y una capa de fibrillas más cortas. Las formas heterótrofas presentan además un citostoma adyacente al reservorio destinado a la ingestión de partículas, que se atrofia en las formas pinocíticas.

### Clasificación

Los Euglenozoa son un grupo monofilético que además de la Clase Euglenoidea comprende otras tres clases de las cuales los simbiotidos (Clase Postgaardia) son un pequeño grupo de protozoos biflagelados marinos que habitan en sedimentos marinos y otros ambientes anóxicos y se distinguen por tener una relación simbiótica con bacterias epibiontes; los miembros de la Clase Diplonemea forman un pequeño grupo de protistas flagelados, mayormente fagótrofos de vida libre, frecuentes en los hábitats marinos donde consumen detritus, algas y otras partículas de tamaño moderado; aunque dos especies viven en agua dulce y algunas son parásitos facultativos. Finalmente, la Clase Kinetoplastea contiene un grupo de protistas flagelados que incluye a varias especies encontradas en el suelo y en ambientes acuáticos, además de varios parásitos de plantas, peces y los seres humanos, en los que causan enfermedades



**Figura 3. *Phacus longicauda* mostrando las estriaciones de la película rígida exterior.**

graves como la leishmaniasis y las tripanosomiasis (conocidas como enfermedad del sueño y de Chagas).

Sobre la base del sistema de alimentación se distinguen tres Subclases de euglenoideos:

Heteronematina que son un grupo parafilético de flagelados sin cloroplastos, que presentan un aparato de ingestión o citostoma capaz de fagotrofia y que originó a las otras dos Clases. Tienen un modo de locomoción por deslizamiento sobre el sustrato (reptación) utilizando uno o ambos flagelos.

Aphagea o Rhabdomonadida, un grupo de osmótrofos sin cloroplastos o aparato de ingestión, que presentan uno o dos flagelos emergentes y carecen de mancha ocular.

Euglenophyceae que son especies fotótrofas que presentan uno o varios cloroplastos rodeados de tres membranas y con clorofilas a y b, aunque algunas especies han perdido secundariamente los cloroplastos y son osmótrofas. Típicamente nadan utilizando los flagelos y presentan una mancha ocular fotosensible asociada a ellos (Figura 3).

## Reproducción

Únicamente se reproducen de forma asexual por mitosis seguida de fisión binaria longitudinal.

## Importancia

Además de su importancia biológica, ya que los euglenoideos puede ser uno de los grupos planctónicos con mayores abundancias celulares en cuerpos de agua dulce o marismas., estudios de laboratorio han demostrado el gran potencial biotecnológico de este grupo donde se pueden lograr innovaciones significativas tanto en la producción de biocombustibles, nutracéuticos y suplementos nutricionales (biomasa rica en vitaminas E y  $\beta$ -caroteno, aminoácidos y ácidos grasos poliinsaturados), como en biorremediación y medicina, ya que sus reservas de paramilo muestran actividad inmunomoduladora, antimicrobiana y antiviral (contra el VIH y la influenza), un péptido cíclico aislado de *Euglena* ha demostrado actividad antifúngica y la euglenoficina y un alcaloide icotóxico producido por *Euglena sanguinea* y otras seis especies más de la Familia Euglenaceae, que inhibe el crecimiento de cultivos de microalgas, también inhibe el crecimiento del tejido sanguíneo de mamíferos, por lo que puede utilizarse en tratamiento de cáncer.

Los euglenoides, por su metabolismo versátil (mixotrofia), rápida reproducción y capacidad de adaptación a condiciones extremas, han sido utilizados extensamente como organismos modelo en investigación biológica (Figura 4) sobre el origen y evolución del cloroplasto, la estructura del citoesqueleto, la fototaxia y el movimiento euglenoide, en biotecnología para la producción de combustibles para aviones, paramilo y suplementos nutricionales, en ecología como bioindicadores para medir niveles de contaminación, para biorremediación de metales pesados o el tratamiento de aguas residuales con altos



**Figura 4. *Euglena* sp. un organismo modelo común en Biología.**

niveles de N y P y en investigaciones espaciales sobre gravitaxia y la producción de alimentos y soporte de vida en condiciones de gravedad lunar o marciana.

Por lo anterior, desde el 2020 se formó la Red Internacional Euglena, un esfuerzo colaborativo e integrador global entre academia e industria, para generar genomas de referencia de alta calidad para las casi 1000 especies conocidas de euglenoides, con esta iniciativa se espera llegar a comprender su biología y evolución, además de maximizar sus aplicaciones ecológicas y en el manejo ambiental y para explorar y comercializar los productos euglenoides.

### Relaciones filogenéticas

El filo Euglenozoa es un grupo bien definido; sin embargo, su relación con otros protistas sigue siendo incierta. La estructura celular, especialmente la presencia de crestas mitocondriales discoides, y los análisis filogenéticos multigénicos han sugerido que los

Euglenozoa están cerca de la clase Heterolobosea, un grupo representado por amibas heterótrofas, ameboflagelados y flagelados. La información sobre la ultraestructura y la filogenia sugiere que ambos linajes son miembros del supergrupo Excavata.

### Conclusiones

Los euglenozoa son protistas con relaciones filogenéticas inciertas, aunque contienen a los euglenoides que son un grupo monofilético de gran importancia biológica y con una enorme utilidad potencial para la humanidad que se espera sea revelada mediante la secuenciación genómica de la totalidad de sus especies.

### Referencias

- Barsanti L., Birindelli L., Gualtieri P. (2022). Paramilón y otras moléculas bioactivas en microalgas y macroalgas. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares* 23(15): 8301. <https://doi.org/10.3390/ijms23158301>
- Bicudo C.E. de M., Menezes M. (2016). Phylogeny and Classification of Euglenophyceae: A Brief Review. *Frontiers in Ecology and Evolution* 4. <https://www.frontiersin.org/journals/ecology-and-evolution/articles/10.3389/fevo.2016.00017>
- Noriega Cañar A. (2019). Euglenophyta, grupo fitoplanctónico de formas asombrosas en el humedal madrigal, Valle del Cauca. 1 recurso en línea (5 páginas) <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/8ca6157c-fc6b-4c58-a175-4752bea2148e/content>
- Schwartzbach S., Shigeoka S. (2017). *Euglena: Biochemistry, Cell and Molecular Biology*. Springer. DOI. 10.1007/978-3-319-54910-1.
- The University of Manchester. November 2022. Sequencing project to unleash the biotechnology potential of single-celled algae. On line: <https://www.manchester.ac.uk/about/news/unleashing-the-potential-of-algae/>
- Zimba P.V., Huang I.S., Gutierrez D., Shin W., Bennett M.S., Triemer R.E. (2017). Euglenophycin is produced in at least six species of euglenoid algae and six of seven strains of *Euglena sanguinea*. *Harmful algae* 63: 7984. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2017.01.010>