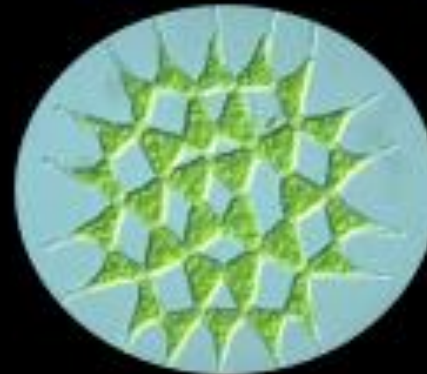
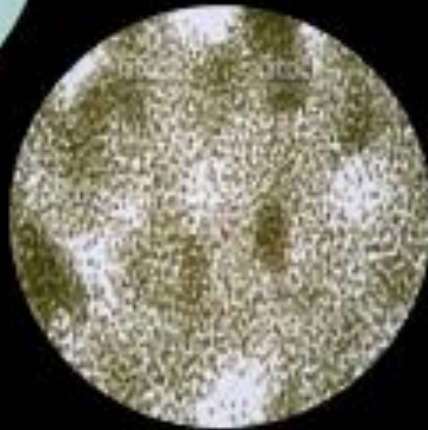


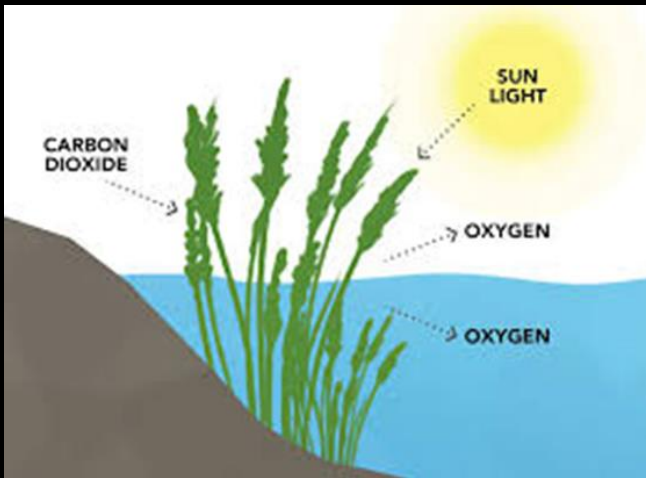
ORGANISMOS FOTOSINTETIZADORES ACUÁTICOS

CIANOBACTERIAS ALGAS



FOTOSÍNTESIS

ES EL PROCESO MAS IMPORTANTE POR EL CUAL SE FIJA CO₂
Y SE REALIZA **PRODUCCION PRIMARIA**

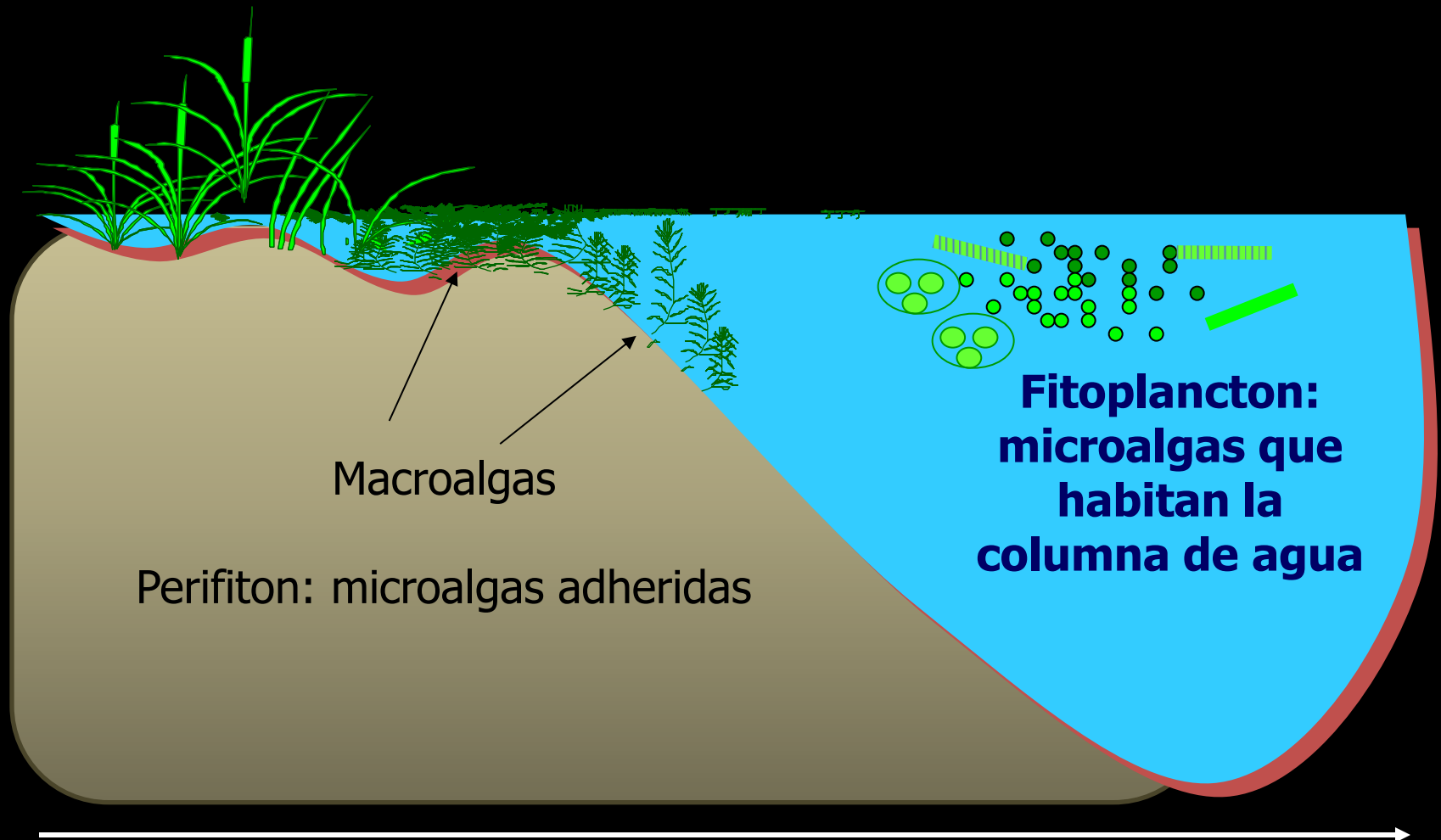


Fotótrofos → fotosíntesis eg. de la luz

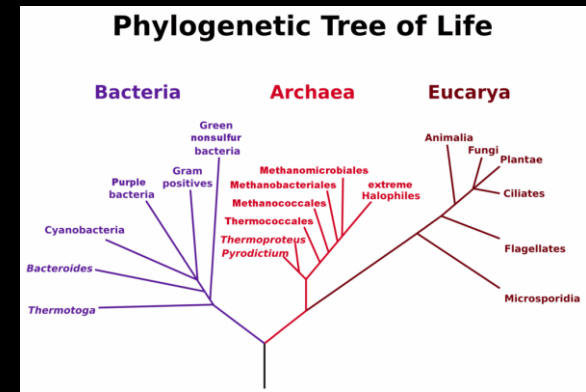
Algas y plantas: fotosíntesis oxigénica :



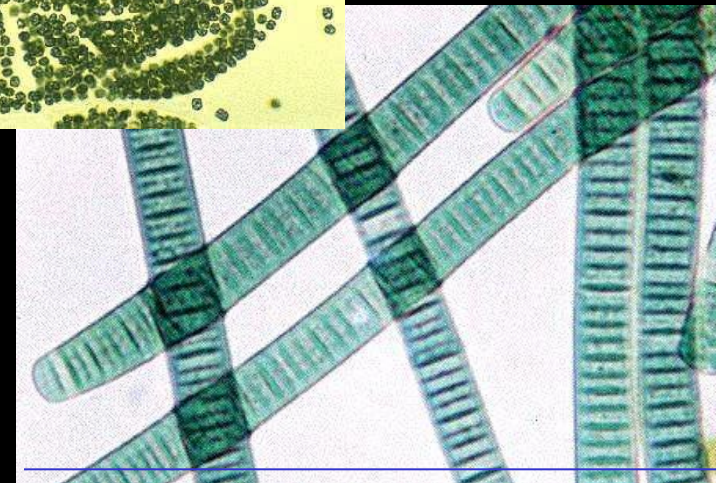
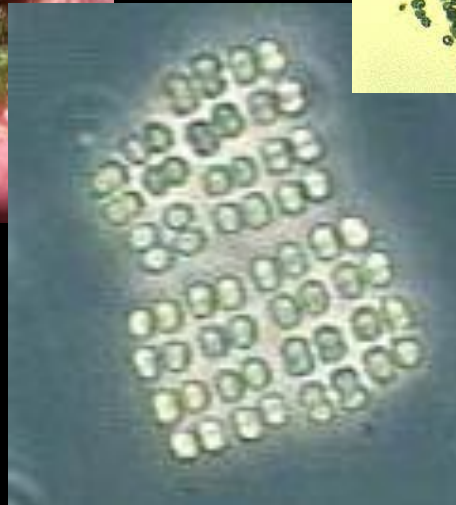
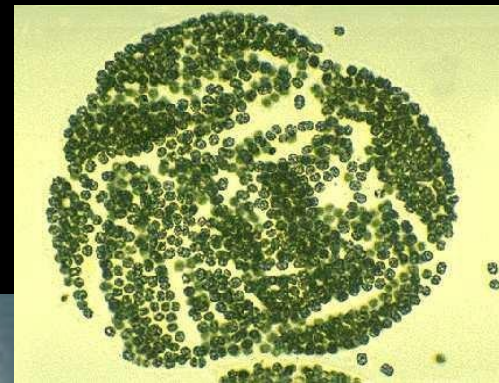
Hábitats acuáticos condicionan la composición de los productores primarios



REINO BACTERIA (Procariota, Monera)



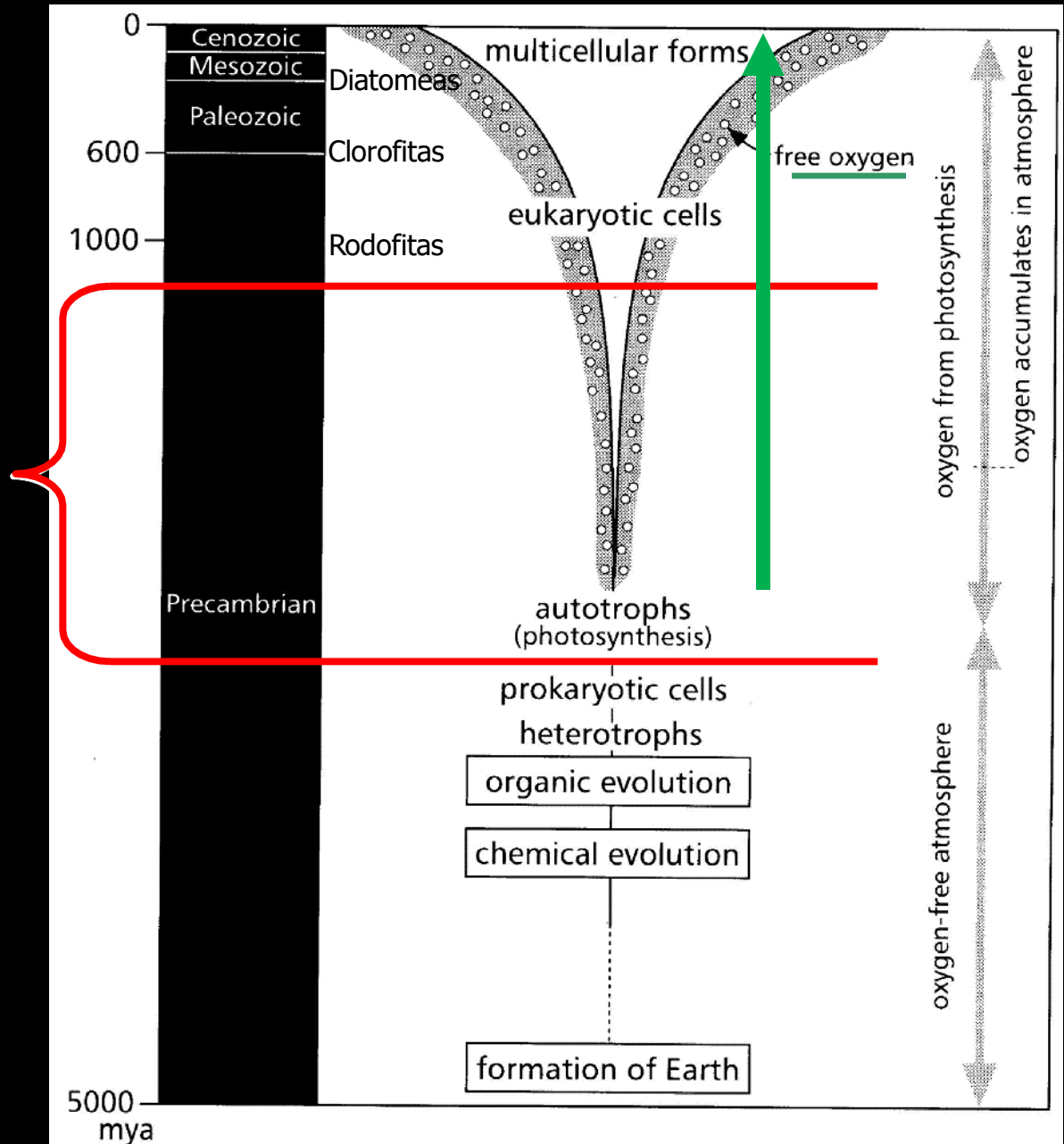
Phylum CYANOBACTERIA (antiguo nombre, *CYANOPHYTA*= *algas verde-azules*)



Origen de oxígeno atmosférico

Desarrollo de cyanobacterias (3000-2500 ma): evento más importante en la evolución de vida en la tierra.

3500 ma ancestros procariotas.



CIANOBACTERIA

- 5000 especies morfológicas descritas

- Organización celular: PROCARIOTAS

- TAMAÑOS de los organismos: 0.5-1 micras a pocos milímetros!

- NO POSEEN FLAGELLOS, movilidad por secreción de mucílago

- PIGMENTOS

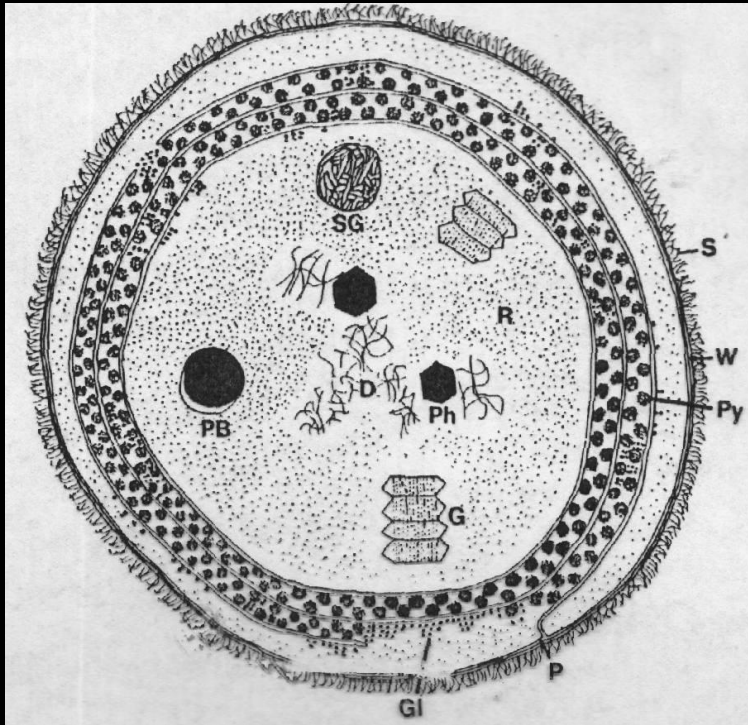
- FOTOSÍNTESIS CON LIBERACIÓN DE OXÍGENO (= plantas sup)

RESERVAS: GLICOGENO, GR. CIANOFICINA, C. POLIFOSFATOS

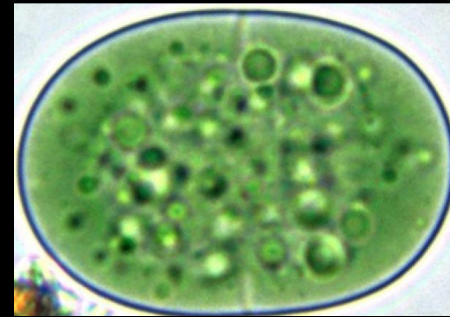
DISTRIBUCIÓN: COSMOPOLITAS

DULCEACÚICOLAS (donde se registra la mayor diversidad), **MARINAS**, **TERRESTRES** (algunas viven en ambientes extremos)

ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN CELULAR



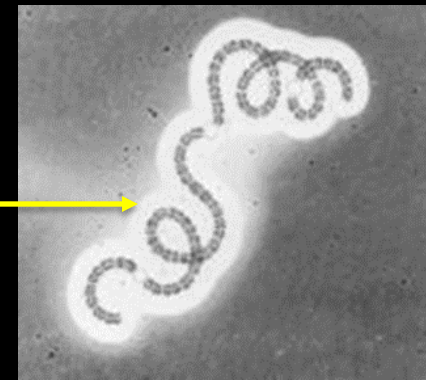
- DNA circular (D)
- cuerpos poliédricos (carboxisomas PH)
- gránulos de cianoficina (SG)
- cuerpos de polifosfatos (PB)
- ribosomas (R)
- vacuolas de gas (G)
- tilacoides sueltos con ficobilisomas (Py)



PARED CELULAR (W) dos capas (Mureína y lipopolisacáridos, similar a bacterias gram-negativas)

VAINA MUCILAGINOSA

(polisacáridos hidratados y proteínas
Protege desecación y permite deslizamiento)



PIGMENTOS



Clorofila-a (Cl-b), carotenoides y ficobilinas

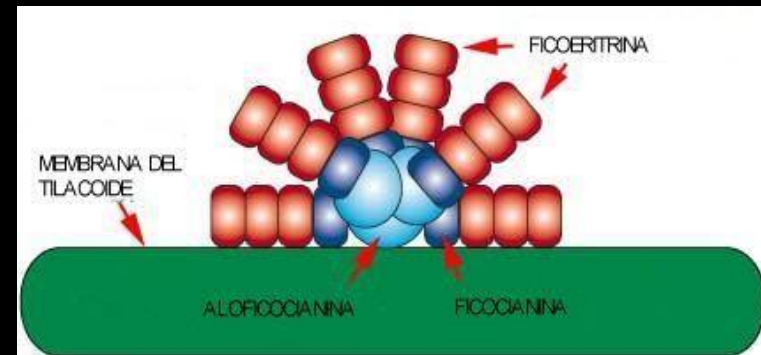
Ficobilinas → son pigmentos accesorios de la fotosíntesis, agrupados en ficobilisomas

FICOBILINAS: tetrapirroles

lineares conjugados con proteínas.

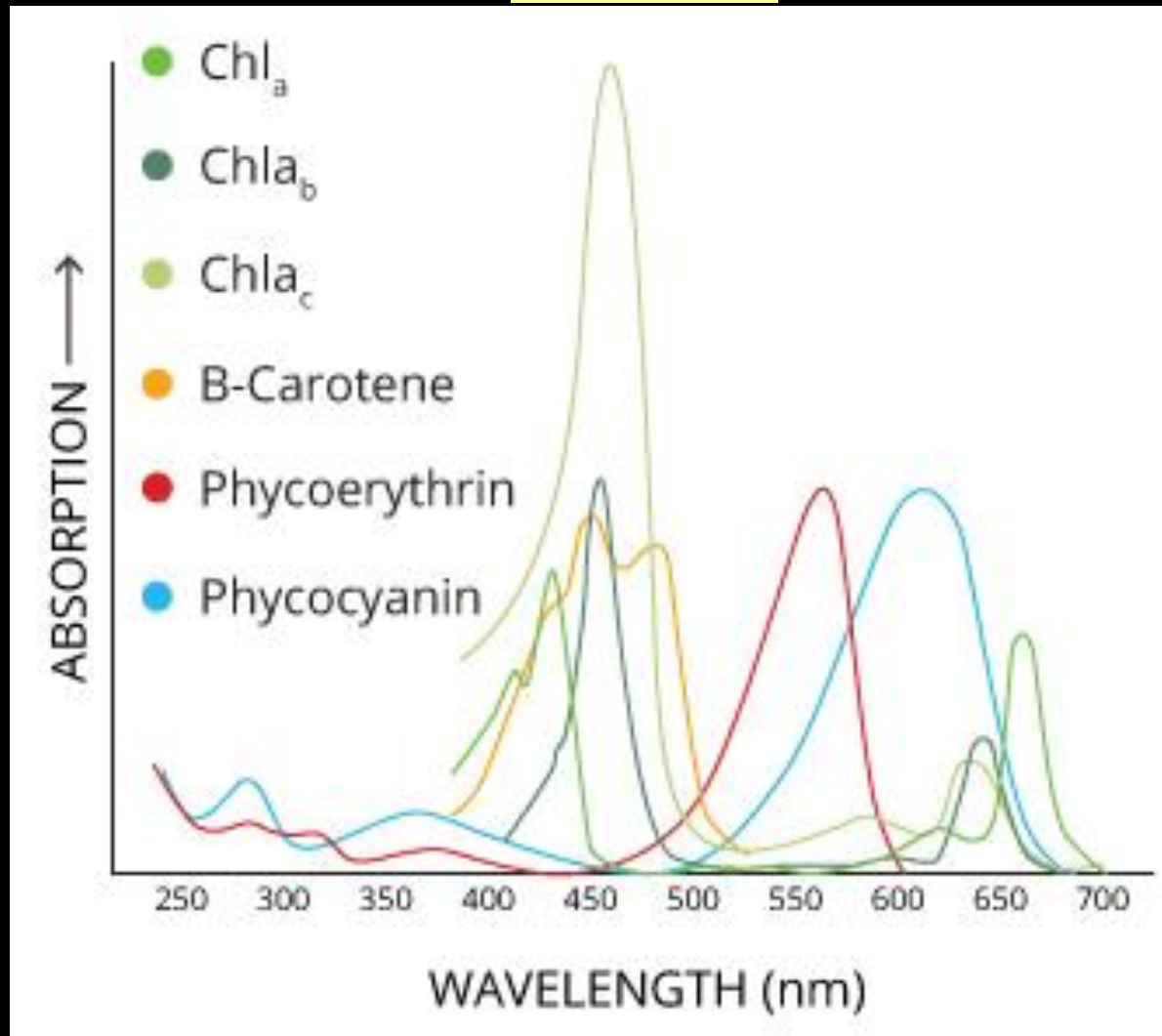
Ficocianina y **Ficoeritrina**

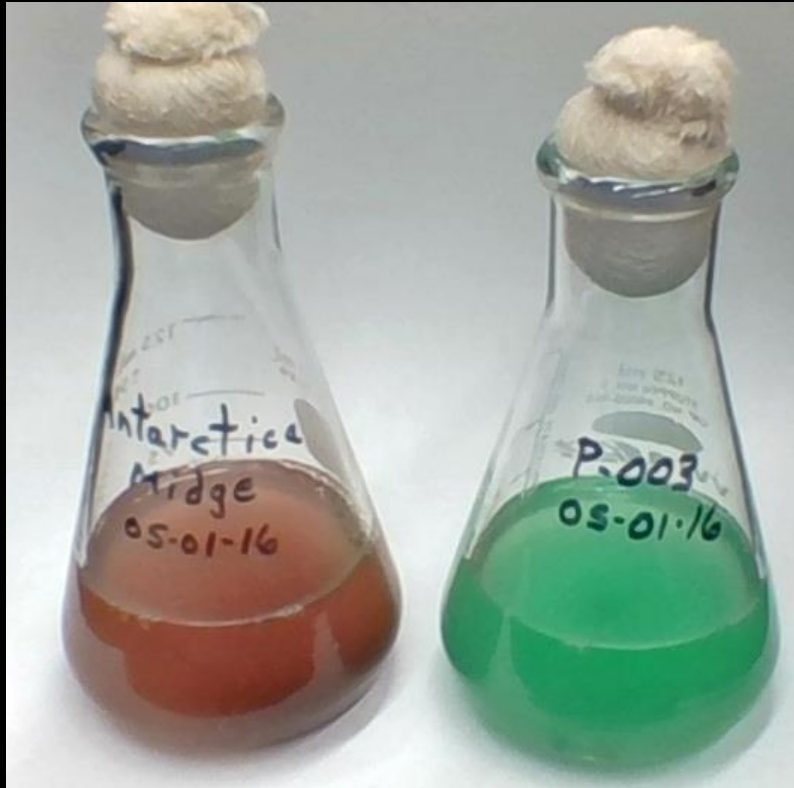
ficobilisomas



tilacoide

Cada pigmento absorbe y refleja diferentes longitudes de onda, todos actúan como pigmentos accesorios de la clorofila a en la fotosíntesis





Dos picocianobacterias:
 Roja: de la Antártida
 Verde-azulada: del ártico



Según la proporción de pigmentos: el color que tienen

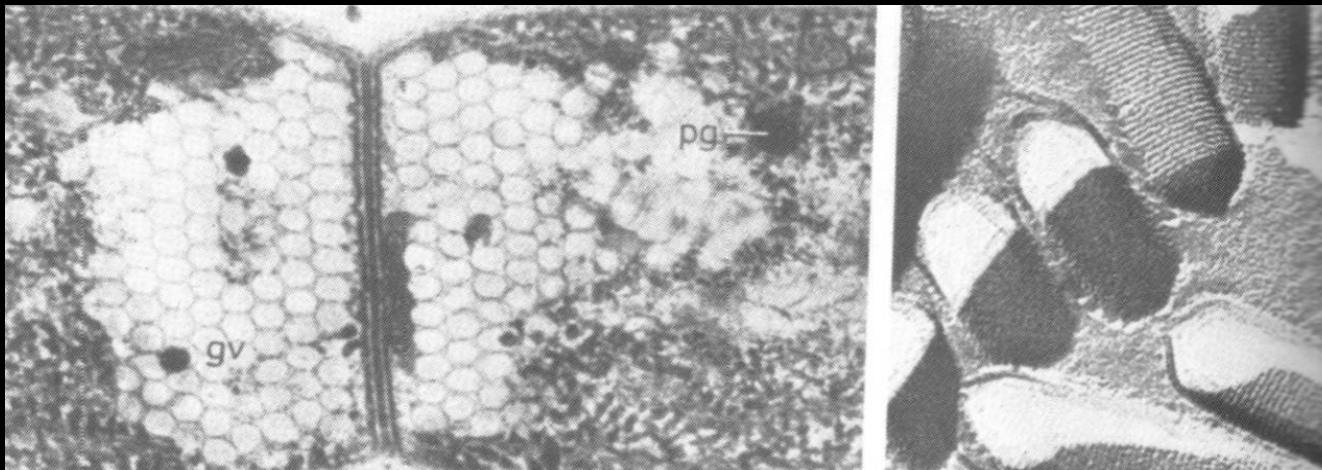
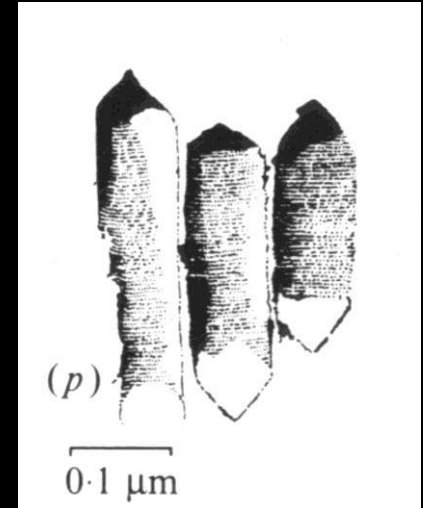
RESERVAS

- **Gránulos de cianoficina**
- **Almidón cianofíceo (glucógeno)**
- **Ficobiliproteínas**
- **Gránulos de polifosfato**

VACUOLAS DE GAS:

- Presentes en muchas especies, generalmente planctónicas
- No son estructuras flexibles

- Formadas por **vesículas tubulares**
- Proteínas **rígidas** permeables a los gases
- Se colapsan al aplicar presión sobre ellas



- Gran ventaja adaptativa



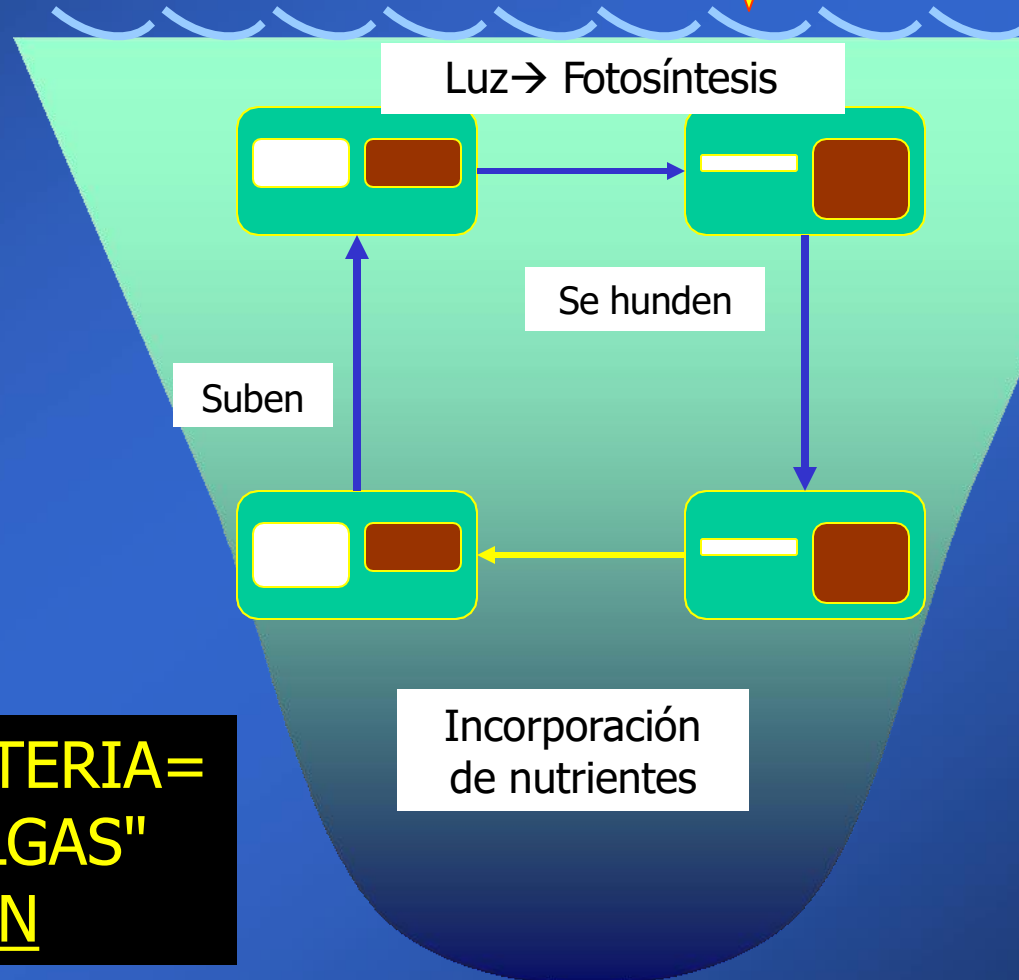
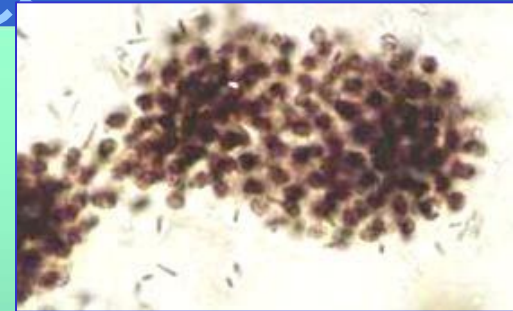
Vacuolas de gas: regulación de la flotación

Ciclo regulado por turgencia intracelular y ambiente

LAGO EN VERANO:

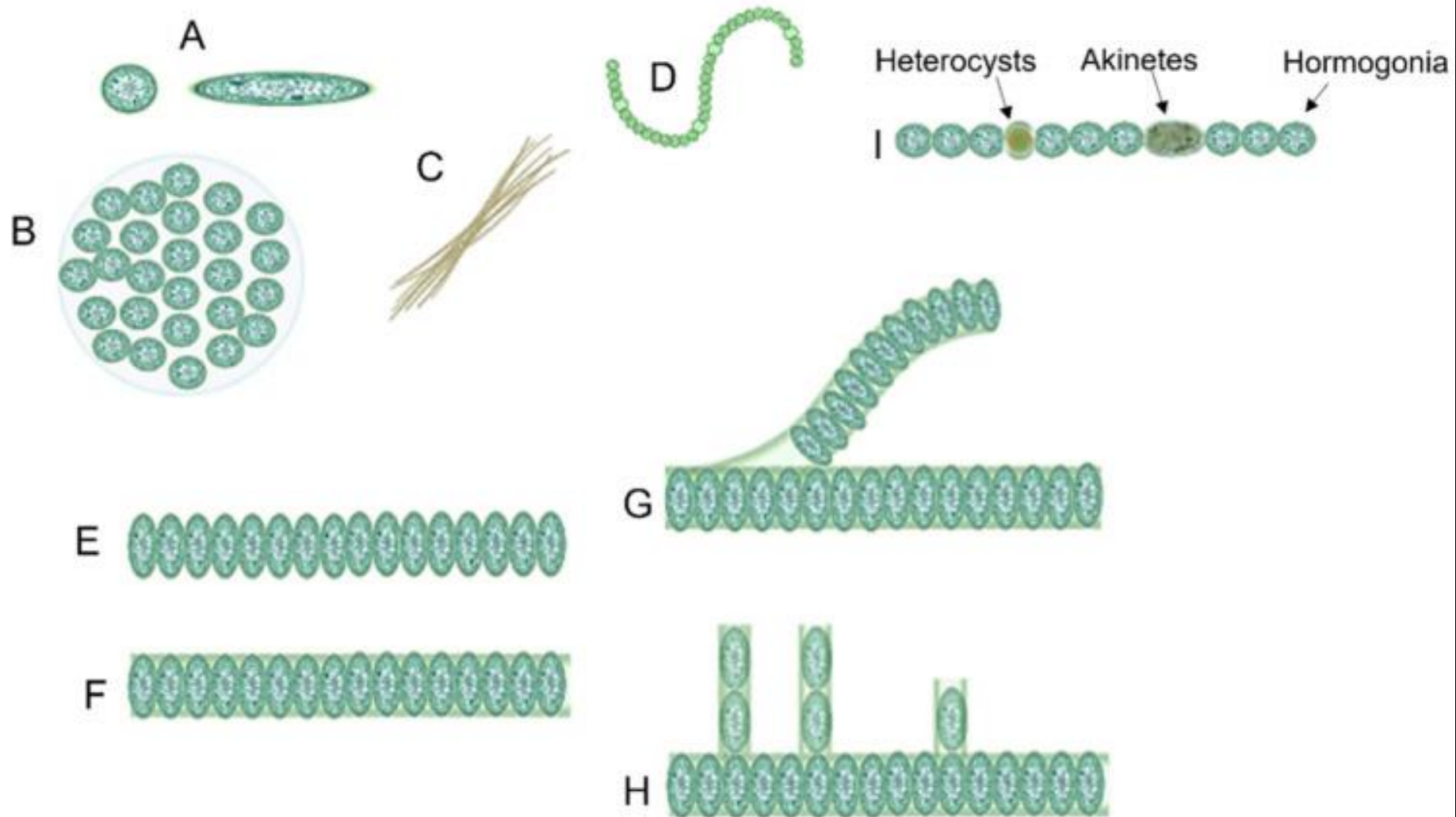


Microcystis sp.



CYANOBACTERIA=
ÚNICAS "ALGAS"
QUE FLOTAN

FORMAS Y NIVELES DE ORGANIZACIÓN



Different forms of cyanobacteria: (A) spherical and ovoid unicellular, (B) colonial, (C) filamentous, (D) spiral, (E) unsheathed trichome, (F) sheathed trichome, (G) false branching, (H) true branching, (I) different cell types in filamentous cyanobacteria. Tomado de: Mehdizadeh Allaf *Microorganisms* **2022**, 10(4), 696



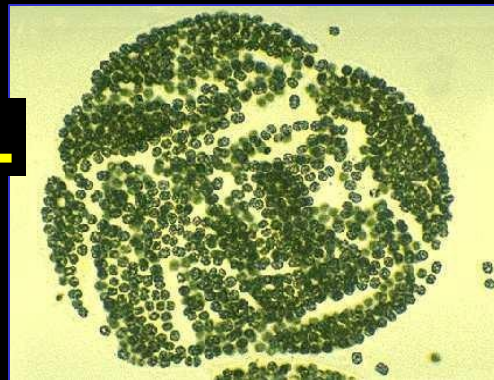
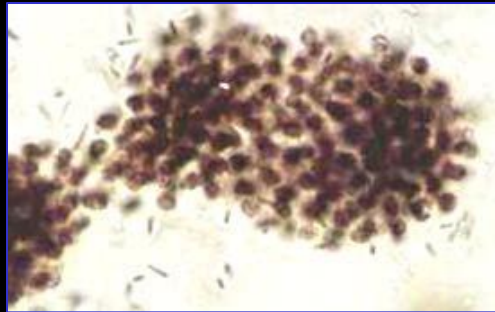
UNICELULAR



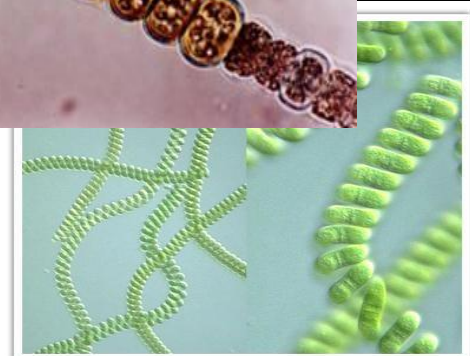
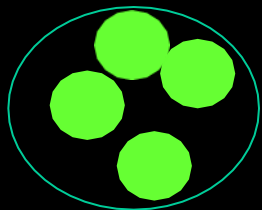
FILAMENTOSO



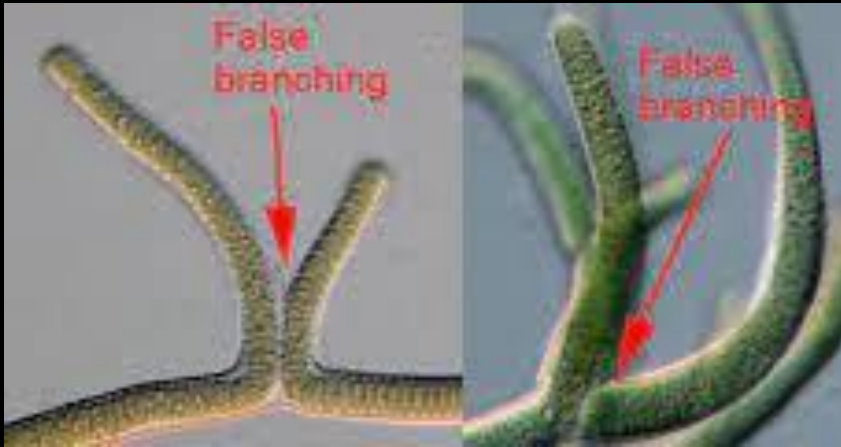
tricoma: fila de célula



COLONIAL



filamentos con
falsas ramificaciones



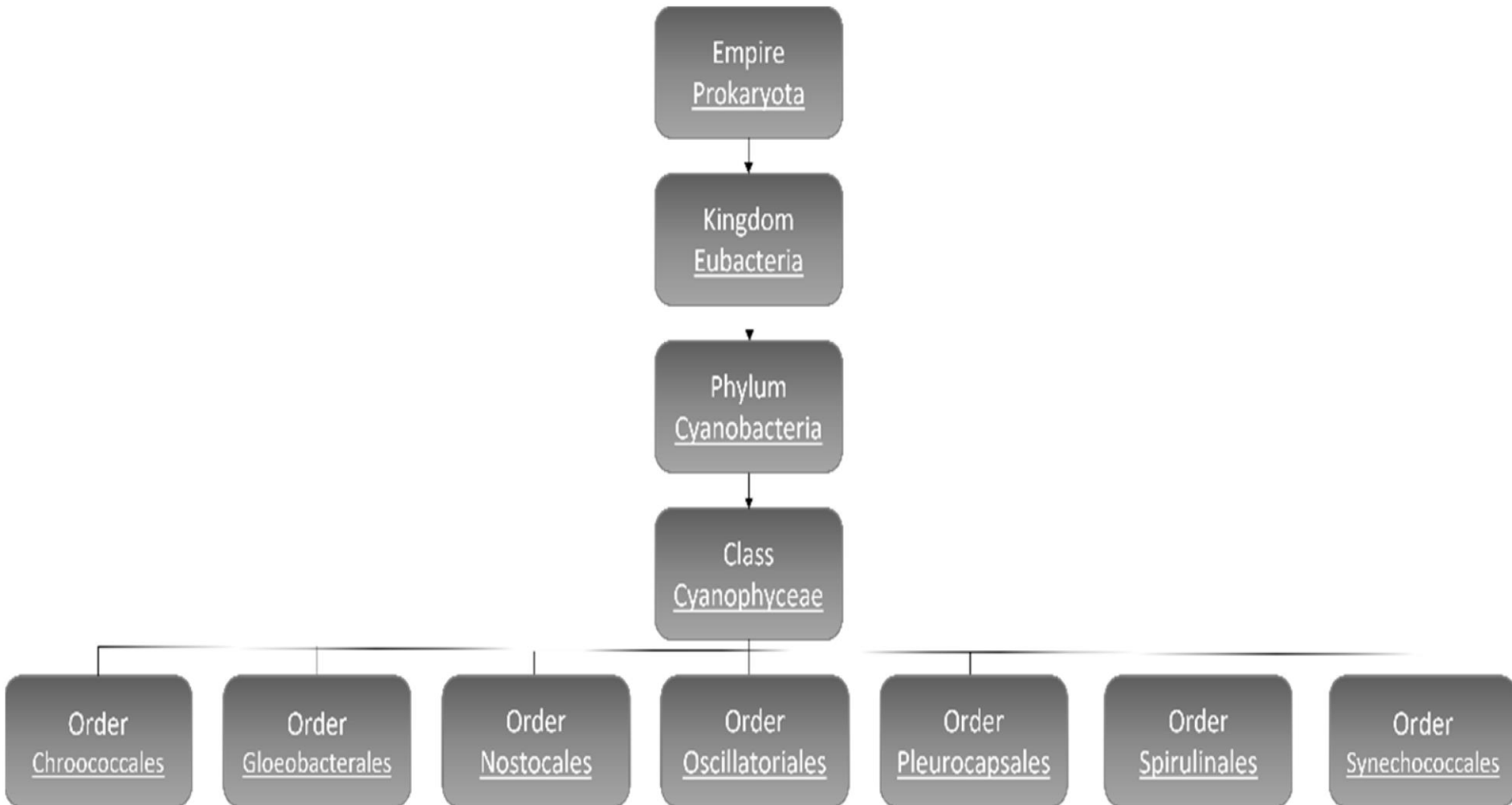
filamentos con
polaridad



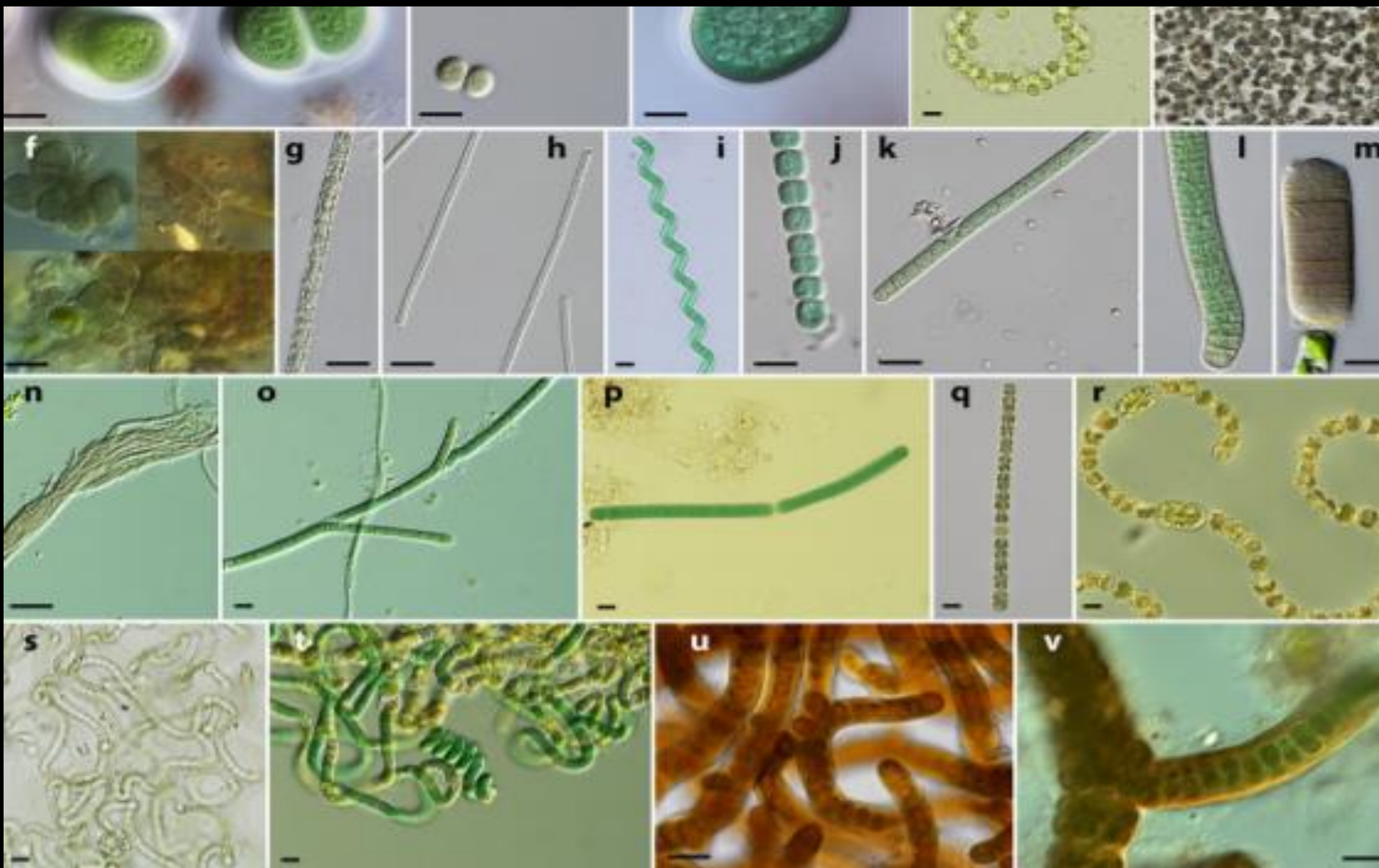
ramificaciones verdaderas



CLASIFICACIÓN



Tomado de: Mehdizadeh Allaf *et al. Microorganisms* **2022**, 10(4), 696



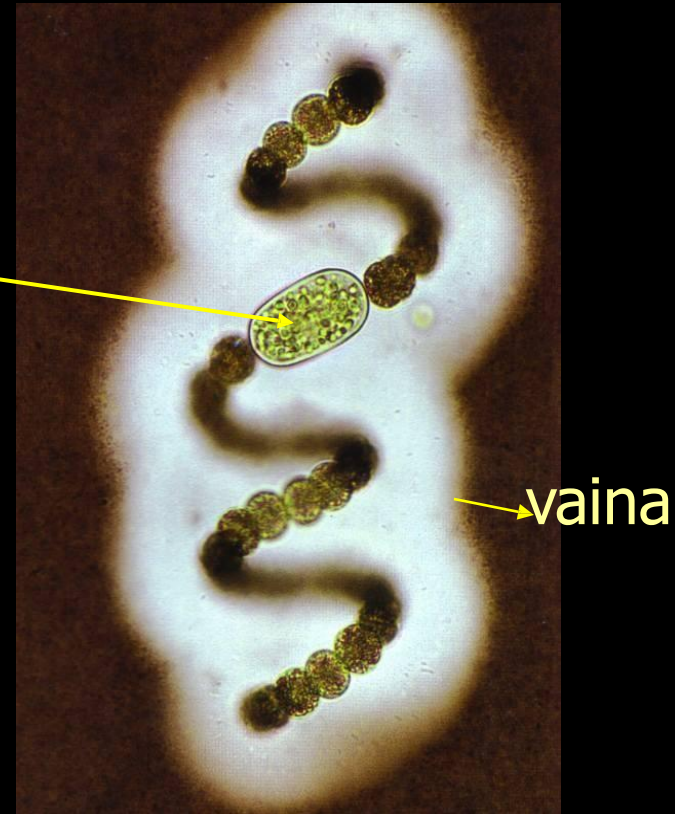
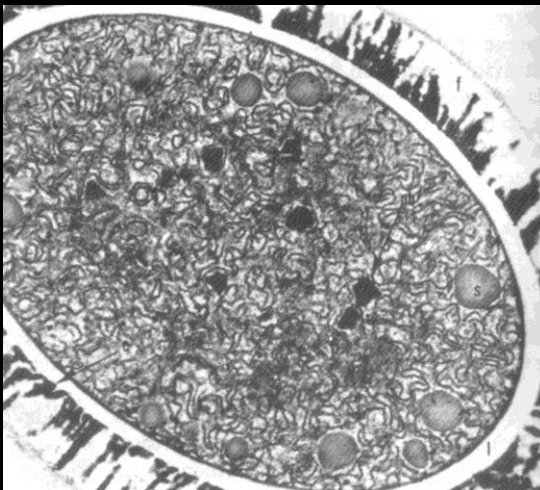
ALGUNOS ORGANISMOS FILAMENTOSOS PRESENTAN DIFERENCIACIÓN CELULAR: ESPECIALIZACIÓN

➤ ACINETES

➤ HETEROCISTOS

ACINETE

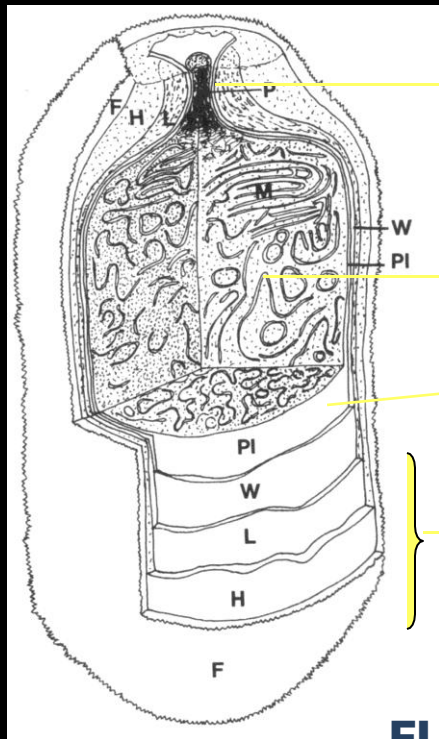
- esporas de resistencia con pared gruesa
- aumento del tamaño celular
- reducción de vacuolas de gas
- acumulación de gránulos de cianoficina



HETEROCISTO

- Engrosamiento de la pared celular, secreción de mucílago: impide entrada O_2
- Desorganización de fotosistema II, pérdida de pigmentos, aspecto mas traslúcido
- incapaz de dividirse

FORMACIÓN: regulada por concentración de Mo y Nit-combinado

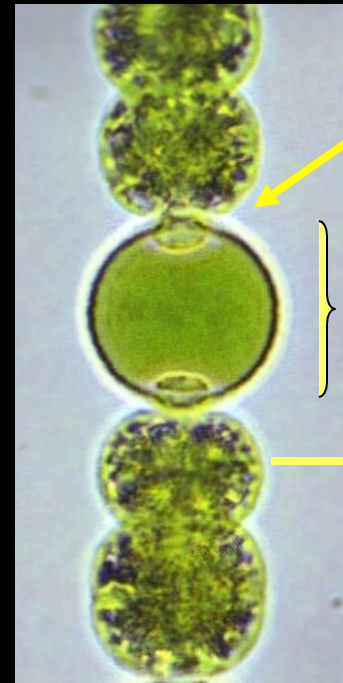


CANAL DEL PORO

MEMBRANAS

MB PLASMÁTICA

PARED



NÓDULO
POLAR

HETEROCISTO

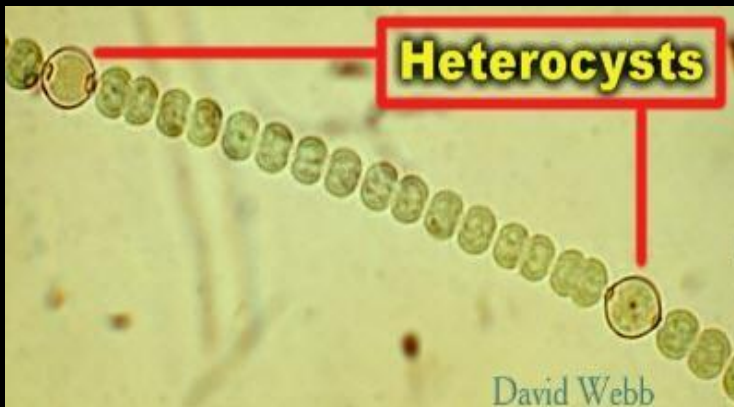
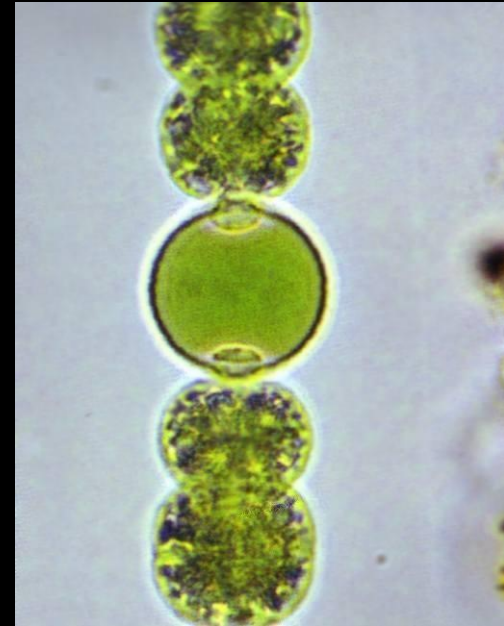
CÉLULA
VEGETATIVA

**FUNCIÓN: FIJACIÓN DE NITRÓGENO ATMOSFÉRICO (N_2)
(exclusivo de procariotas)**

Rivularia sp.



Anabaena sp.



FIJACIÓN DE N₂

- bacterias y cianobacterias



- **nitrogenasa: enzima responsable de la fijación es inhibida por el O₂**



mecanismos para evitar esta inhibición



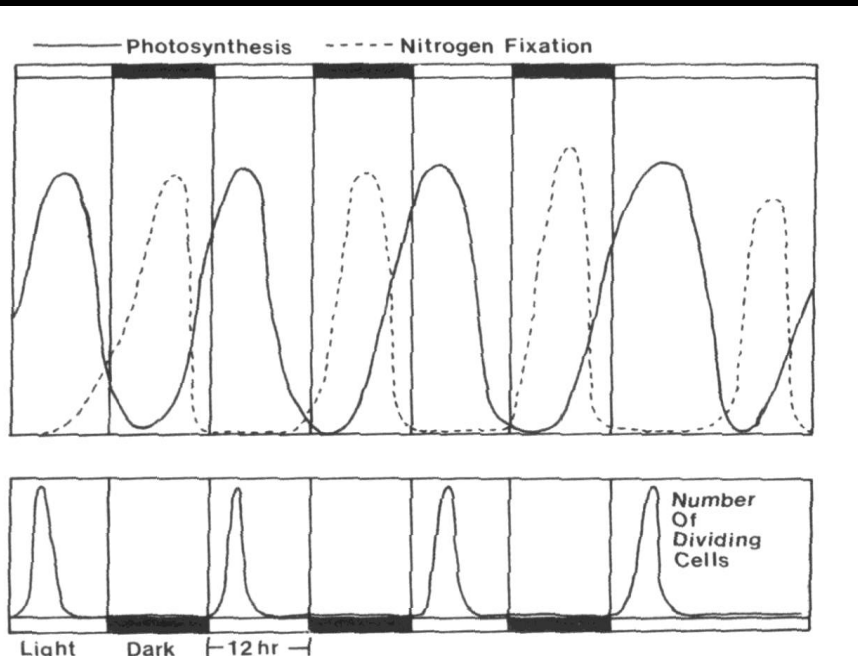
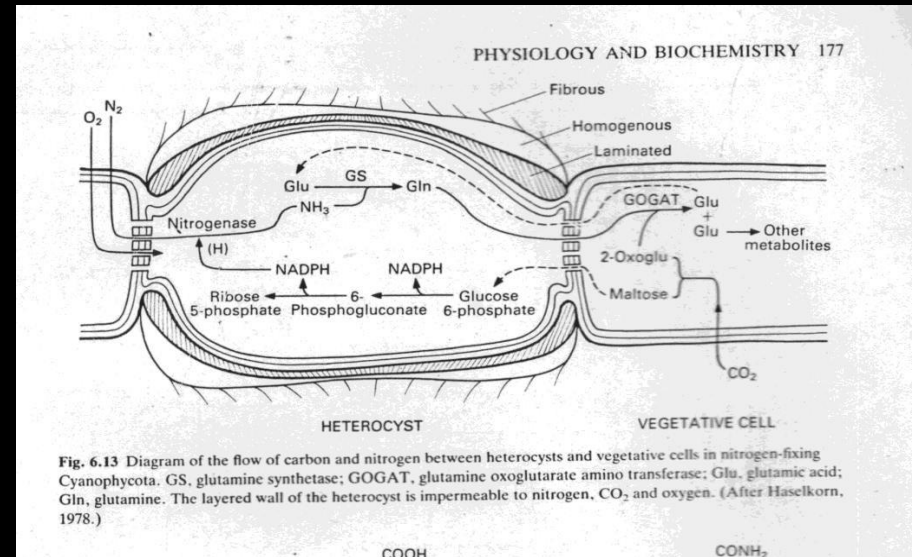
**filamentosas con
heterocistos
separación espacial**

**sin heterocistos
separación temporal**



FIJACIÓN DE N₂

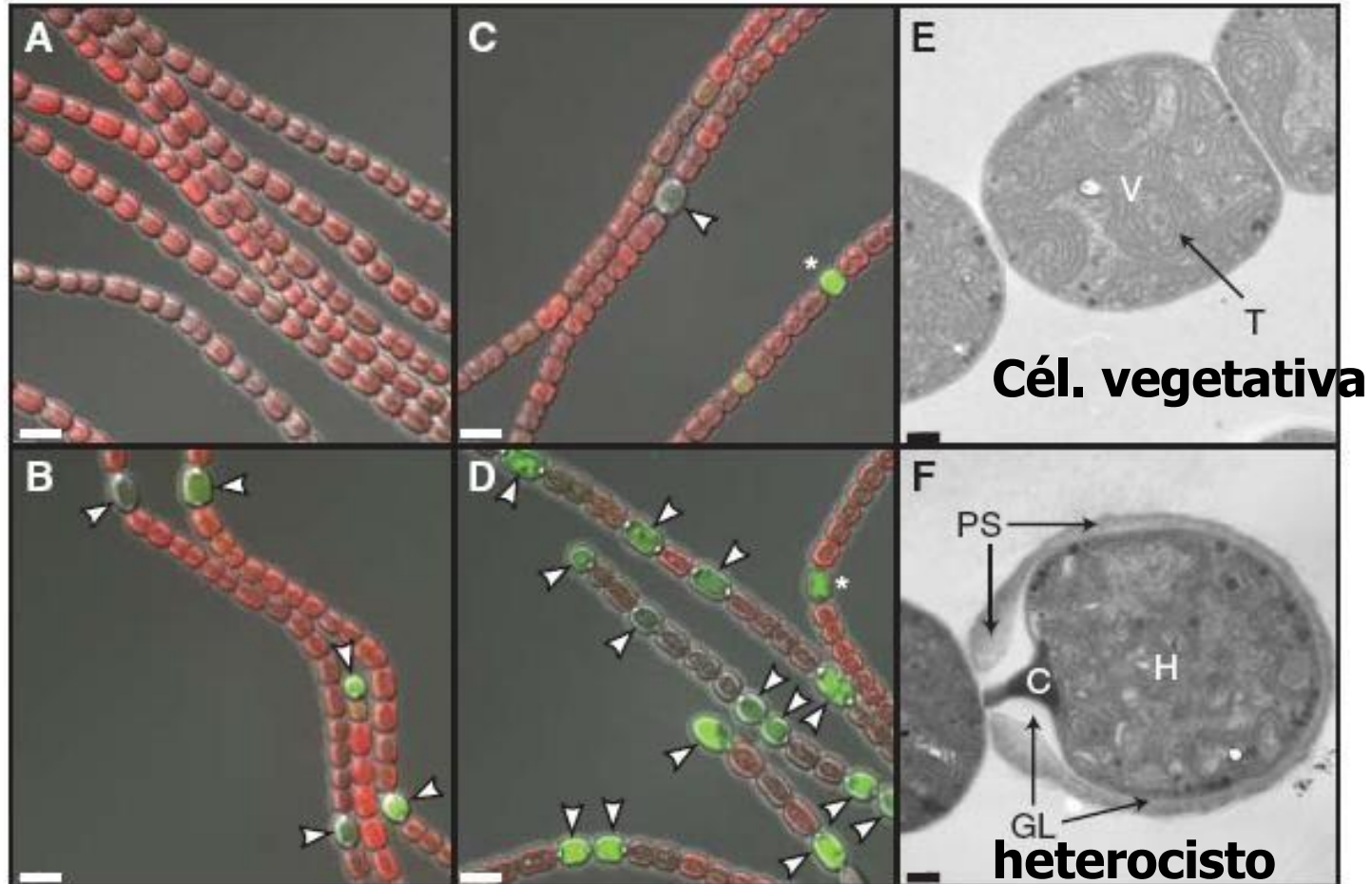
heterocisto: carece de fotosistema II por lo tanto no hay liberación de oxígeno



cianobacterias sin heterocistos: la Fijación de N₂ se realiza en período de oscuridad

Medio con Nitrato

Luego de un día
sin N combinado



patS-gfp

cyanobacterias fijadoras de N₂



de vida libre:

1- con heterocistos

- *Anabaena* sp.,
Cylindrospermopsis sp., en
agua dulce

2- sin heterocistos

- *Trichodesmium* en mares
tropicales 25% del N₂
Synechococcus sp.
(unicelular) sistemas marinos

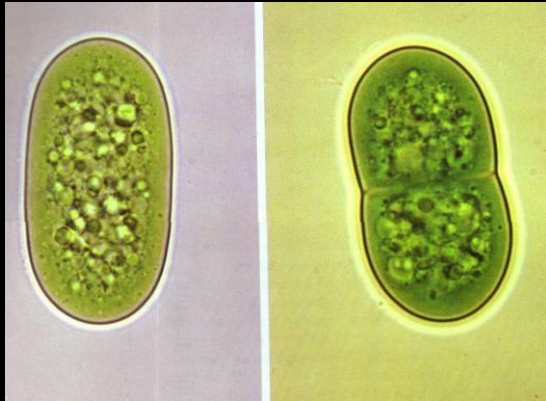
simbióticas:

ej *Anabaena*
asociadas con *Azolla*
→ Importante en
cultivo de arroz
3K N₂/ha/día



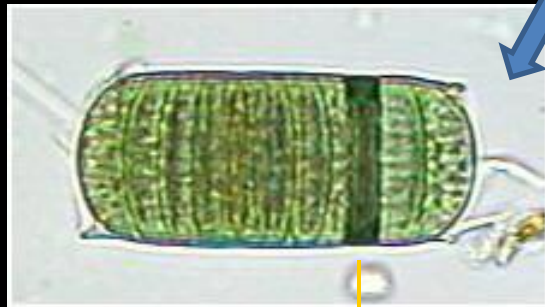
REPRODUCCIÓN ASESEXUAL

➤ fisión binaria

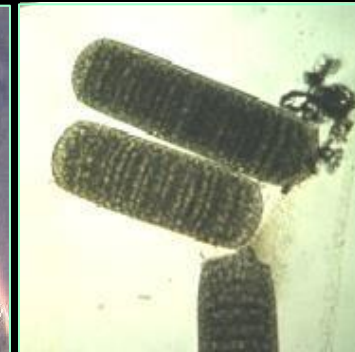
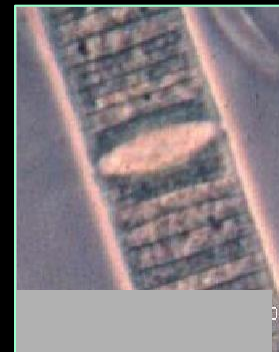
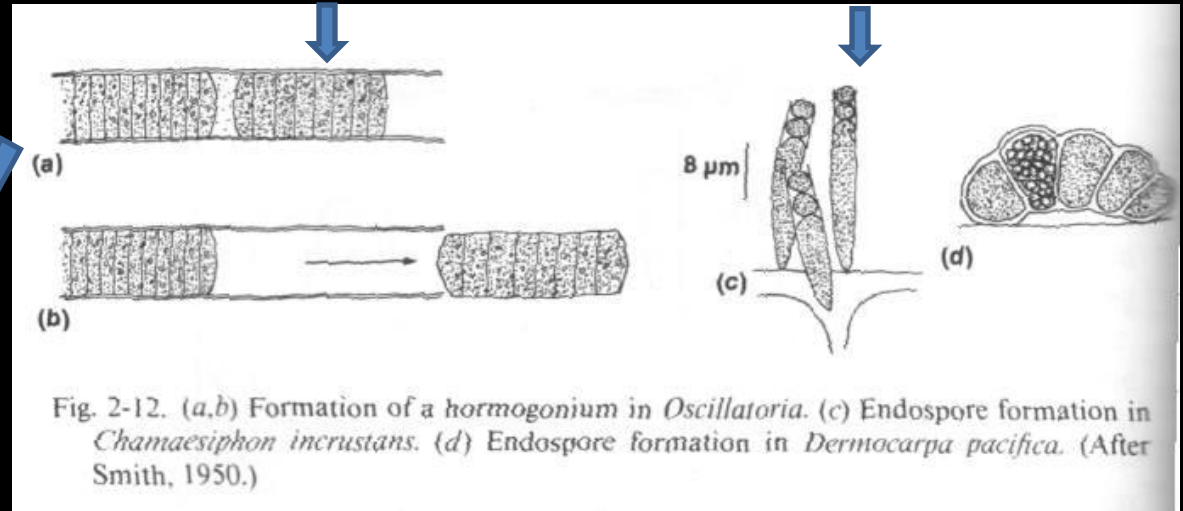


➤ fragmentación de colonias

➤ formación de hormogonios ➤ formación de endosporas



necridio



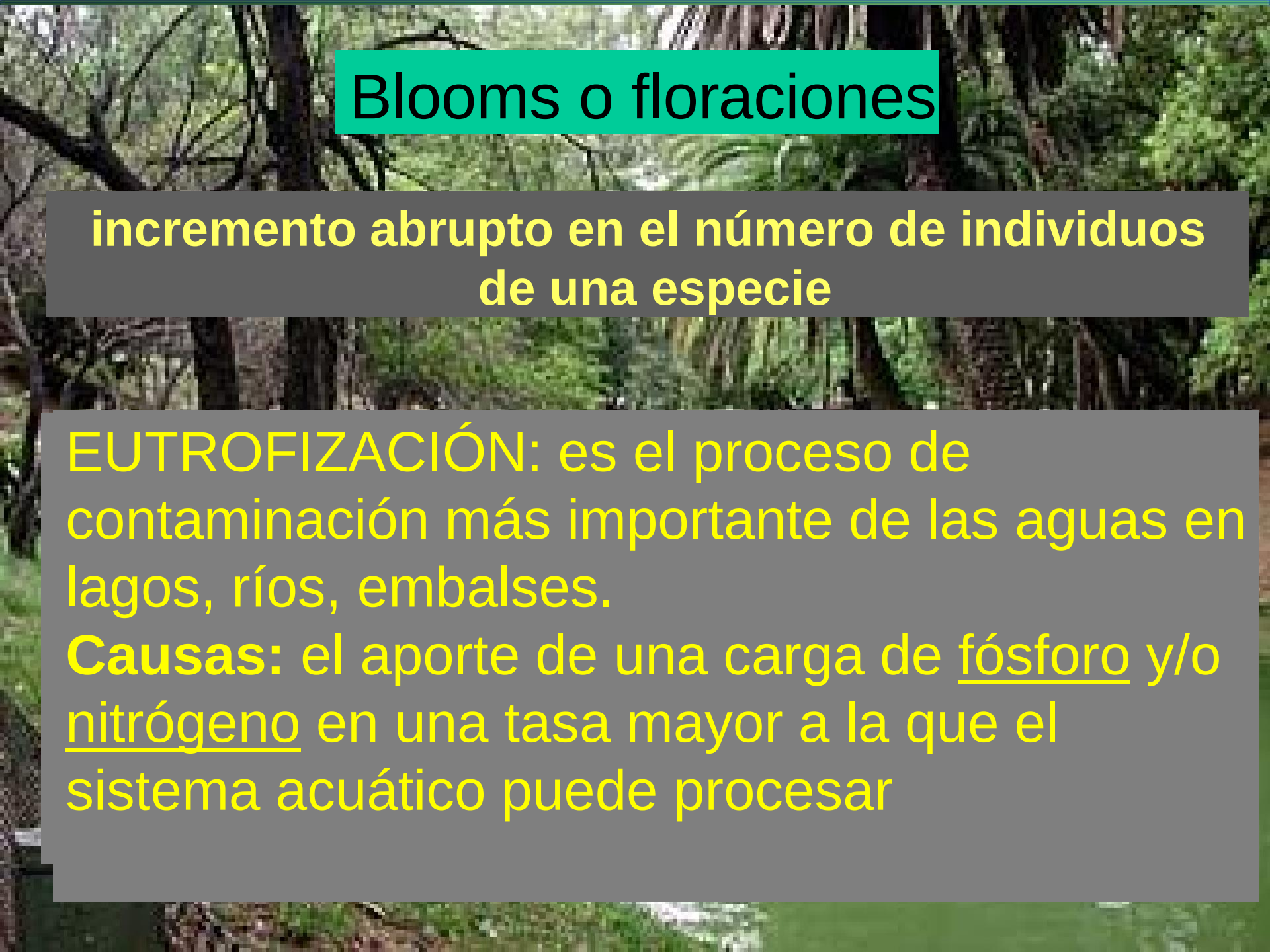
ECOLOGIA

Principalmente son de vida libre
(aunque hay simbiontes)

MARINAS: ppales. componentes del
picofitoplancton *Synechococcus*, *Synechocystis*
(10.000 cel/ml) *Trichodesmium*

DULCEACUICOLAS: mayor diversidad, muchas forman
FLORACIONES ("blooms"), termófilas, pH básicos
Anabaena thermalis, *Lyngbya*, *Oscillatoria*

TERRESTRES: *Nostoc* forma costras sobre el suelo
aporte de nitrógeno



Blooms o floraciones

incremento abrupto en el número de individuos de una especie

EUTROFIZACIÓN: es el proceso de contaminación más importante de las aguas en lagos, ríos, embalses.

Causas: el aporte de una carga de fósforo y/o nitrógeno en una tasa mayor a la que el sistema acuático puede procesar

Causas de incremento en la concentración de fósforo y nitrógeno



Ganadería: los excrementos de los animales son ricos en nutrientes, sobre todo en nitrógeno, son arrastrados



Agricultura: se emplean fertilizantes nitrogenados filtrándose en la tierra y llegando a hasta los ríos y aguas subterráneas



Actividad industrial: se pueden producir vertidos tanto de productos nitrogenados como fosfatados. Contaminación atmosférica

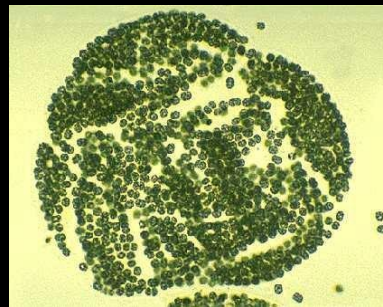


Residuos urbanos, Ej. detergentes ricos en fosfatos



Floración de *Microcystis* sp. en el Río de la Plata

EL OBSERVADOR



El cambio climático, calentamiento global y procesos de eutrofización pueden aumentar la frecuencia y severidad de las floraciones de cianobacterias.

Impacto negativo de las floraciones:

- **en el ecosistema**
- **En la salud pública**
- **en calidad del agua potable**
- **recreación y turismo**

Floración cercana a embalse del Rio Negro

Disminuye la biodiversidad

Producción de cianotoxinas

Disminuye la concentración de O₂

Afecta la vida de organismos acuáticos



En el ganado

Se han encontrado cianotoxinas en Ganado, incluso la muerte por el consumo de aguas de tajamares y fuentes cercanas a los embalses del Rio Negro



Producción de geosminas: olor a tierra mohosa, calidad del agua potable



Las cianobacterias planctónicas, también son un tema de preocupación para calidad del agua potable.

Además del potencial tóxico, el desarrollo masivo de las cianobacterias confiere color, olor, sabor y aspecto alterado al agua, generando limitaciones para para la potabilización u otros fines



Toxinas!

- ALCALOIDES: Anatoxina ej. *Anabaena flos-aquae*
NEUROTOXINAS acción: parálisis muscular y respiratoria
Cylindrospermopsina * Ej: *Cylindrospermopsis raciborskii* (ataca hígado y riñon)
 - PEPTIDOS: Microcistina ej. *Microcystis spp.*, *Planktothrix sp.*
HEPATOTOXINAS acción: vómitos, diarrea, hemorragias
- Otros efectos: alergias en la piel

Usos y beneficios



Alimentación: ricas en proteínas,
(*Spirulina*), *Nostoc*



Agricultura: biofertilizantes



Industria: biocombustibles

pigmentos en cosmética y alimentos

GRACIAS