

BACILLARIOPHYTA

DIATOMEAS



Universidad Autónoma del
Estado de México
Facultad de Ciencias
AU Algas y Briofitas

Elaboró: Dra. Carmen
Zepeda Gómez

2019

GUÍA DIDÁCTICA

1. Portada
2. Guía didáctica
3. Guía didáctica
4. Introducción
5. Justificación
6. Objetivos
7. Secuencia didáctica
8. Características generales: se describen los aspectos más sobresalientes de la morfología
9. Organización morfológica: niveles de organización presentes en el grupo
10. Estructura celular: organización general de las células de diatomeas
11. Pared celular: formación del frústulo
12. Estructura del frústulo: partes que conforman a la pared celular
13. Estructura del frústulo: vista de las células de diatomeas
14. Estructura del frústulo: ornamentaciones: definición y grandes tipos
15. Estructura del frústulo: ornamentaciones: Estrías
16. Estructura del frústulo: Ornamentaciones: Poros
17. Estructura del frústulo: Ornamentaciones: Areolas o lóculos
18. Estructura del frústulo: Ornamentaciones: Areolas o lóculos
19. Estructura del frústulo: ornamentaciones: Procesos, espinas
20. Estructura del frústulo: ornamentaciones: Rafe y Nódulos
21. Ejemplos. Una diatomea con y sin rafe.
22. Estructura del frústulo: Ornamentaciones: tipos de ornamentación por simetría
23. Estructura celular: organización interna de una diatomea
24. Estructura del cloroplasto: características del cloroplasto y particularidades
25. Clasificación de las diatomeas didáctica y actual
26. Pennales: orden de diatomeas y sus características
27. Centrales: orden de diatomeas y sus características



GUÍA DIDÁCTICA

28. Diatomea ejemplo, en movimiento
29. Diatomeas ejemplo, en movimiento
30. Movimiento en diatomeas: función y participación del rafe en el movimiento
31. Movimiento en diatomeas: Rimoportula, definición
32. Reproducción, tipos de reproducción en diatomeas
33. Reproducción asexual: División binaria, importancia y características
34. Reproducción asexual: esquema general
35. Reproducción asexual. Características de las poblaciones
36. Reproducción asexual: esporas, características e importancia
37. Reproducción sexual, importancia y variantes, esquema general
38. Ciclo Pennales: ciclo de vida del grupo con simetría bilateral
39. Ciclo Centrales: ciclo de vida del grupo con simetría radial
40. Origen: registros de diatomeas
41. Distribución: hábitats donde se desarrollan las diatomeas
42. Diatoms as environmental indicators
43. Importancia de las diatomeas en general
44. Diatomita: características y usos
45. Diatomita: fuentes de producción
46. Uso de la diatomita
47. Diatom culturing
48. Diatomeas como insecticidas y fertilizantes
49. Diatom as a tool for cancer drug delivery
50. Fuentes de información



INTRODUCCIÓN

Las diatomeas crecen en aguas dulces y saladas, usualmente como miembros del fitoplancton. Cada célula de diatomea tiene un casco o frústulo de dos tecas que se superponen. La teca externa o epiteca y la interna o hipoteca están constituidas en un 95% de sílice que se deposita de formas diversas, formando marcas intrincadas y ornamentaciones.

Existen dos tipos de diatomeas: las penadas, con simetría bilateral y predominantemente dulceacuícolas y las centrales, con simetría radial y generalmente marinas. En las penadas, los plastidios son usualmente dos y están localizados cerca de la pared de la célula, en las centrales se presentan varios plastidios dispersos de color verde u oliváceo; los pigmentos presentes son clorofila a y c, los fotosintatos se almacenan como grasas y como crisolaminarina.

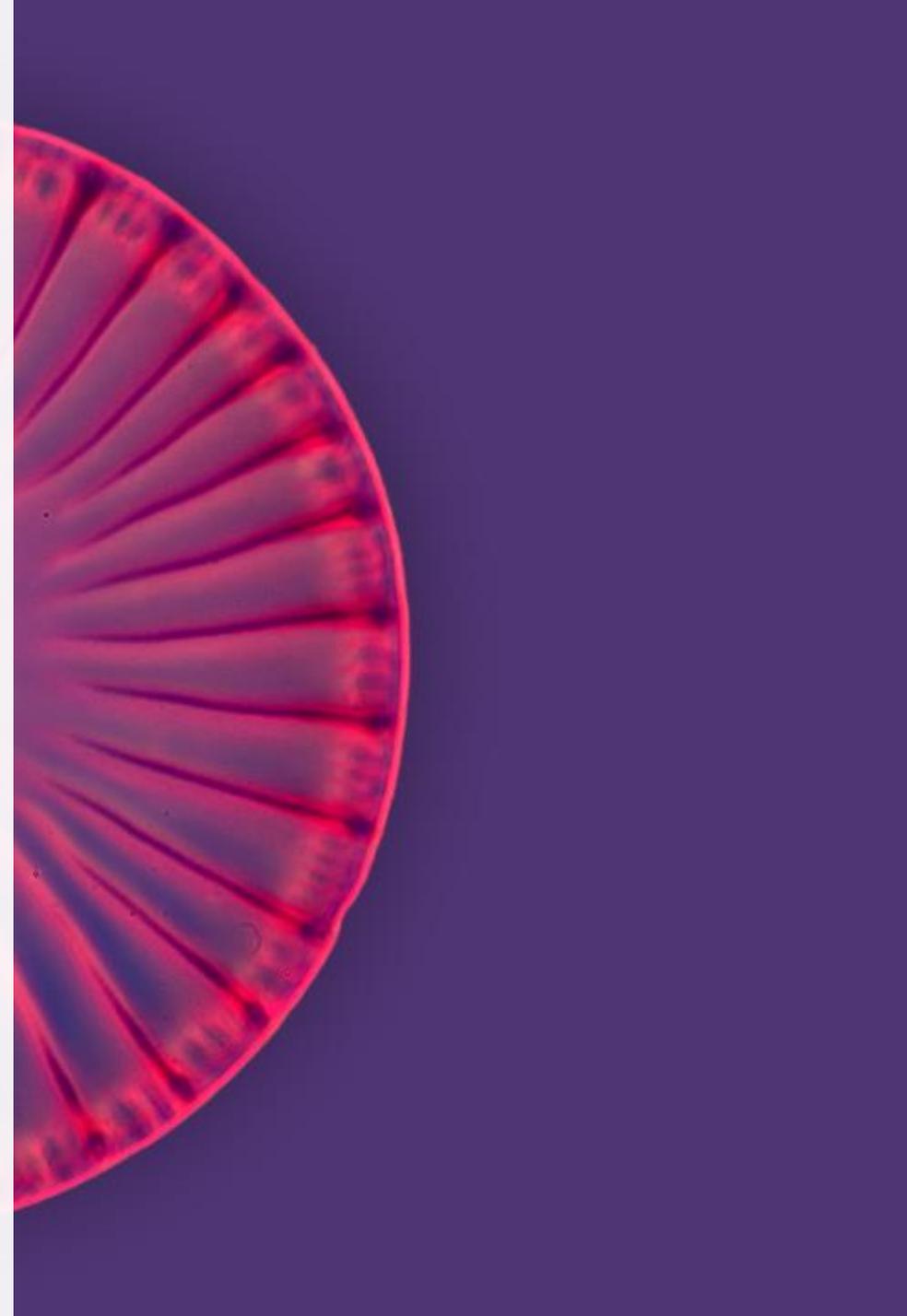
En el centro de una o de ambas valvas de las diatomeas penadas se encuentra un surco no silificado llamado rafe que presenta un espesamiento central o nódulo central y a los extremos puede presentar nódulos polares, aparentemente el rafe contribuye con el movimiento de estos organismos.

La reproducción sexual es gamética con la formación de auxosporas y la vegetativa por bipartición celular.

Existen cerca de 5000 especies con formas de vida unicelulares, filamentosas o formando falsas colonias. El registro fósil indica que evolucionaron a partir del Cretácico, los depósitos fósiles de diatomeas de finales de este periodo se conocen como tierra de diatomeas, ampliamente utilizada como filtro y agente abrasivo

En esta presentación se desglosan las características generales de este grupo de organismos, su importancia, origen y utilidad, para que el alumno pueda discernir entre los diferentes grupos de algas e identifique su diversidad biológica.

Las imágenes utilizadas son únicamente con fines didácticos y se hace referencia a su fuente de origen.



JUSTIFICACIÓN

Se han seleccionado a continuación una serie de 50 diapositivas que ilustran las características básicas, origen, distribución e importancia de las diatomeas. Las imágenes incluyen ejemplos que de manera visual facilitarían la comprensión de la terminología empleada en este tema. Se presenta como material didáctico de apoyo para unidades de aprendizaje básicos y disciplinarios. Las unidades de aprendizaje como Algas y briofitas e Introducción a la Investigación Biológica, tendrán con este material un apoyo visual para el desarrollo de las mismas ya que comparten el objetivo de introducir al alumno en el conocimiento de la biodiversidad.



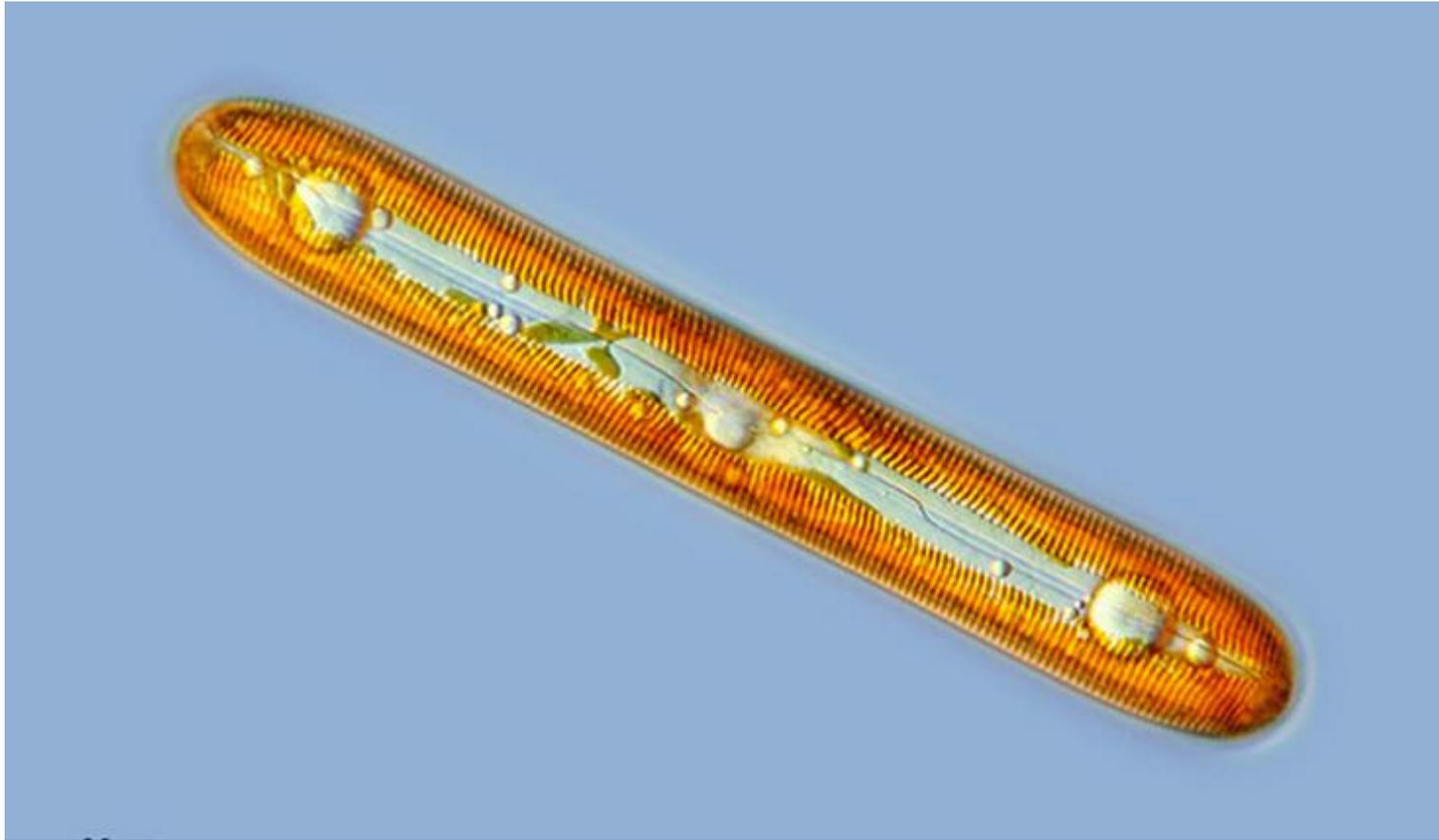
OBJETIVOS

Reconocer las características estructurales, los tipos, la importancia social y ecológica de las diatomeas.



SECUENCIA DIDÁCTICA





CARACTERÍSTICAS GENERALES

Organismos fotosintéticos más abundantes (junto con los dinoflagelados)

Microscópicos, tamaño promedio 10-150 μm (5 μm to 5 mm)

Aparecieron desde hace 100 m.a (edad de los dinosaurios)

Más de 5,000.00 especies identificadas (250 gen. 20 fam. 2 ord.)

Marinos y de agua dulce

Fitoplancton y bentónicos

ORGANIZACIÓN MORFOLÓGICA

Unicelulares

Pseudocolónias

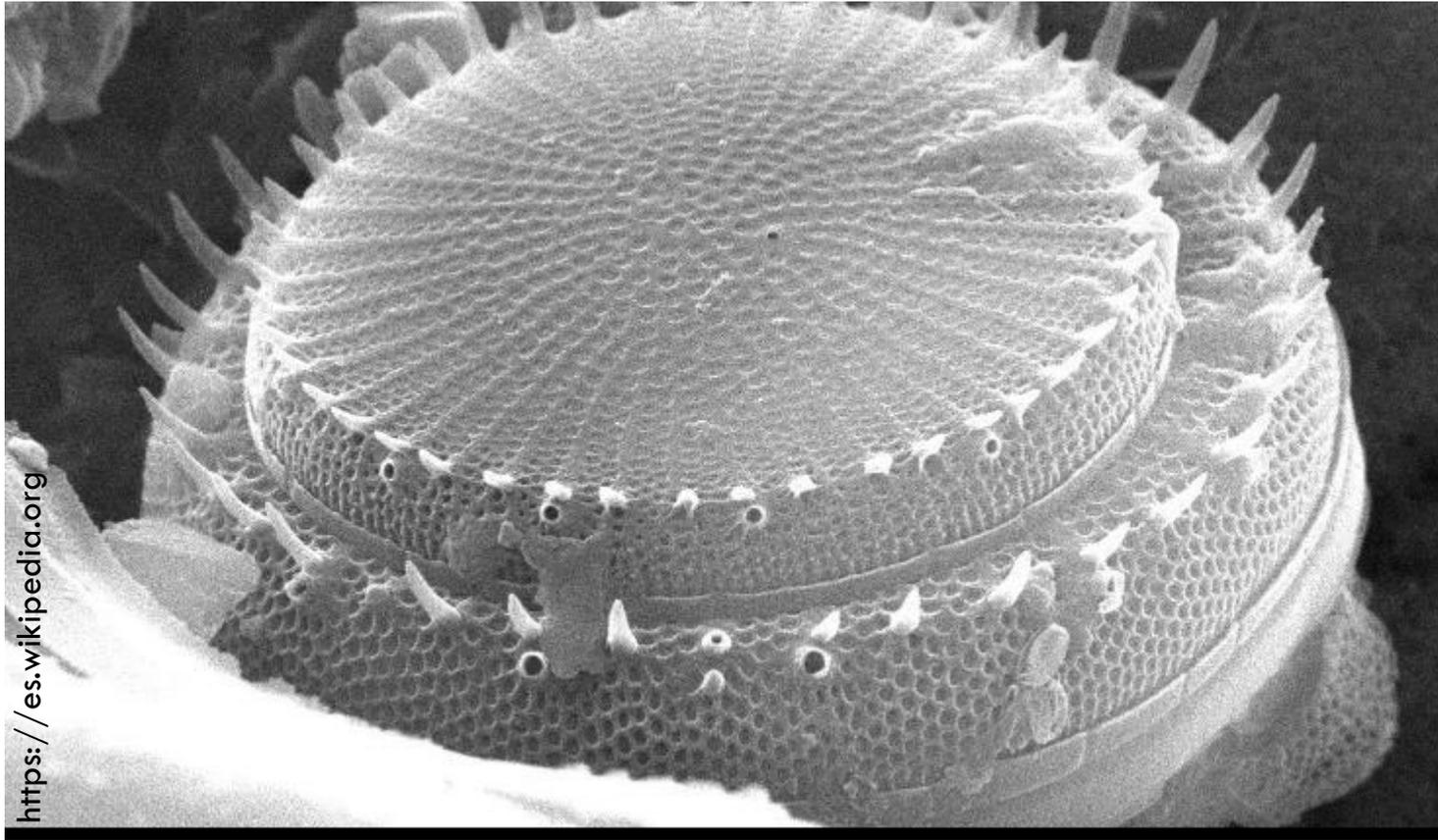
Agregados filamentosos

Rodeados por sacos gelatinosos
para flotar



Melosira

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mikrofoto.de-Melosira_monoliformis_3.jpg



<https://es.wikipedia.org>

ESTRUCTURA CELULAR

Pared celular: frústulo

Constitución

1. Matriz de polisacáridos, proteínas y poliamidas
2. Impregnaciones de ácido silíceo polimerizado (mismo material del cuarzo)

PARED CELULAR: FORMACIÓN

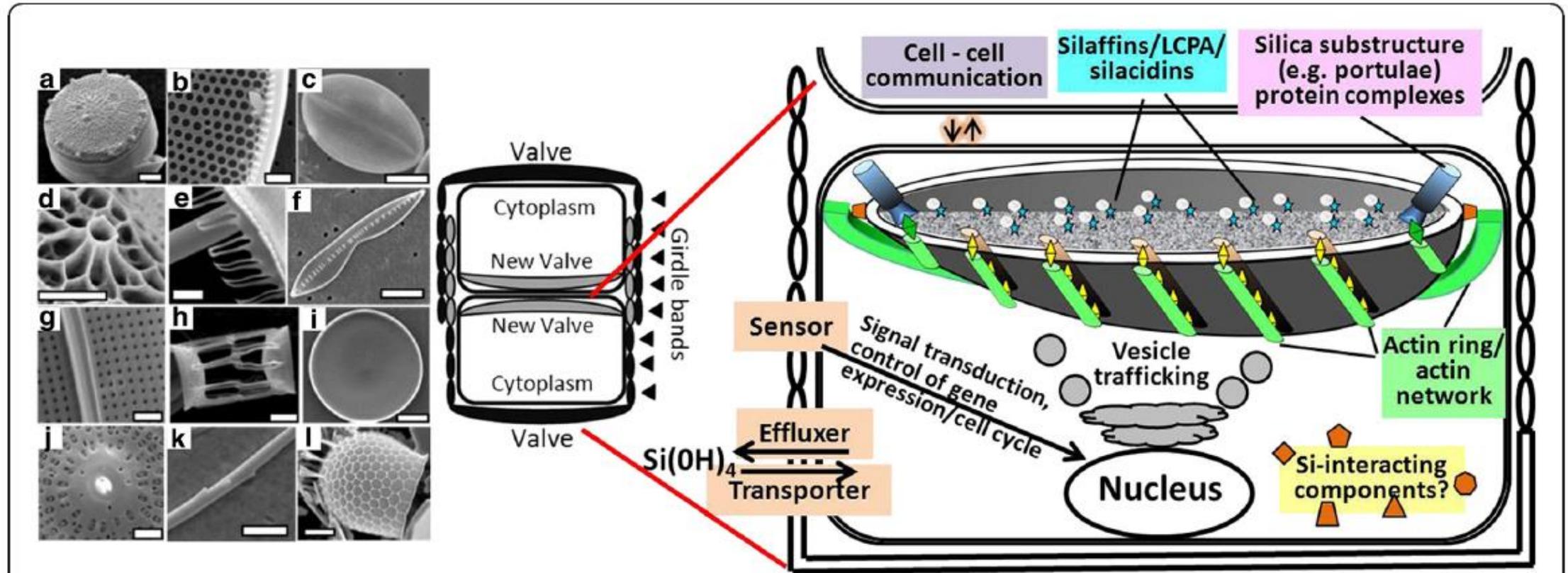
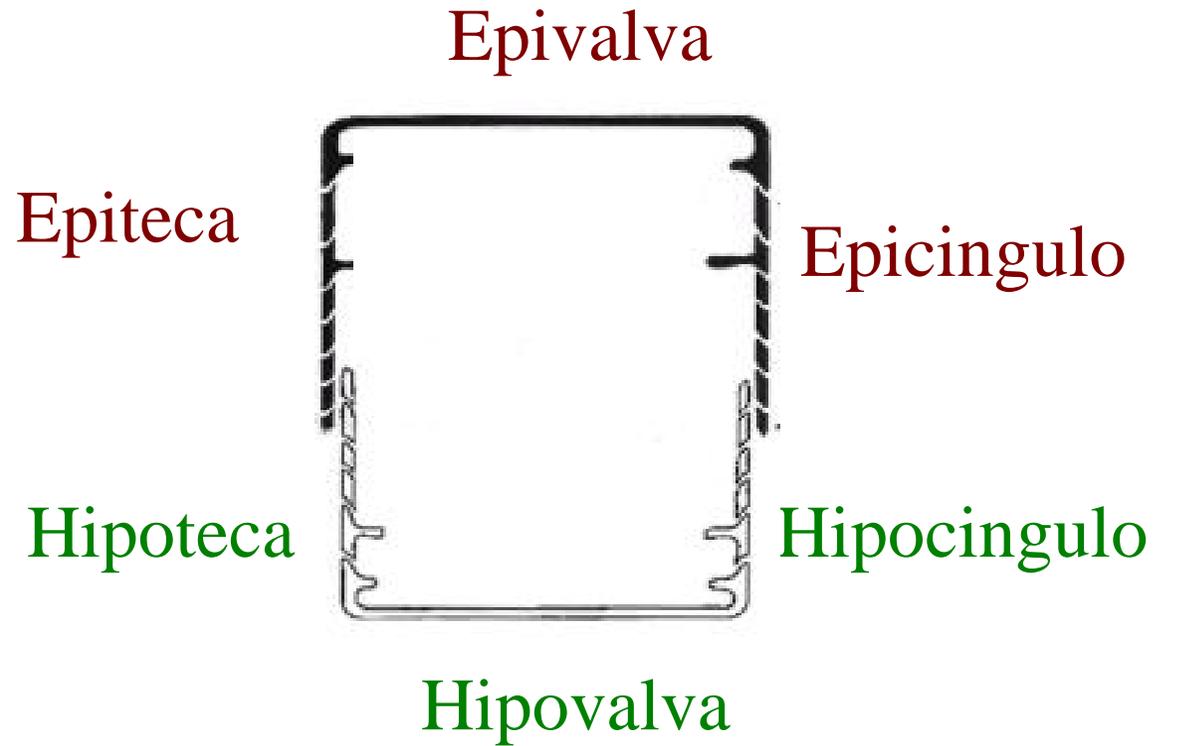
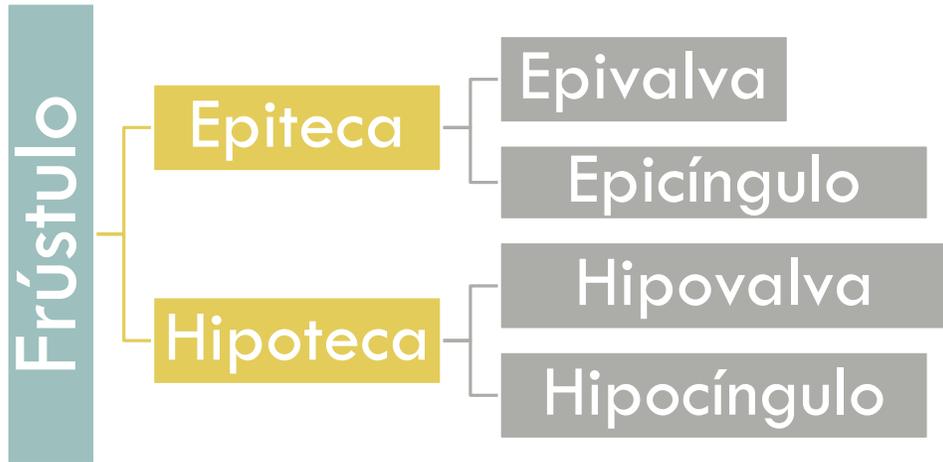
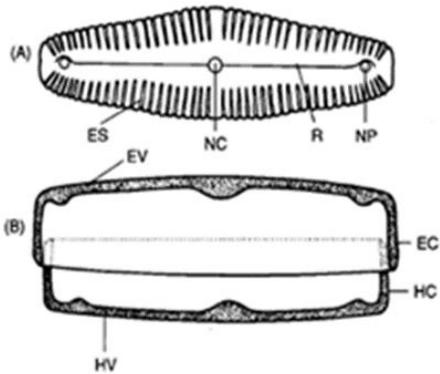


Figure 1 Diatom cell wall structures and components. Left, SEMs showing the diversity of diatom valve structures from different species. Scale bars **a, k)** 1 μm , **b)** 5 μm **c, f)** 10 μm **d)** 500 nm **e, g, h, j, l)** 2 μm , **i)** 50 μm . Center, diagram of a diatom cell during valve formation. Right, diagram of a dividing diatom cell highlighting major aspects of silicon's interaction with the cell or valve formation (colored boxes) that are major focus areas of this study. Specific components are described in detail in the text.

ESTRUCTURA DEL FRÚSTULO



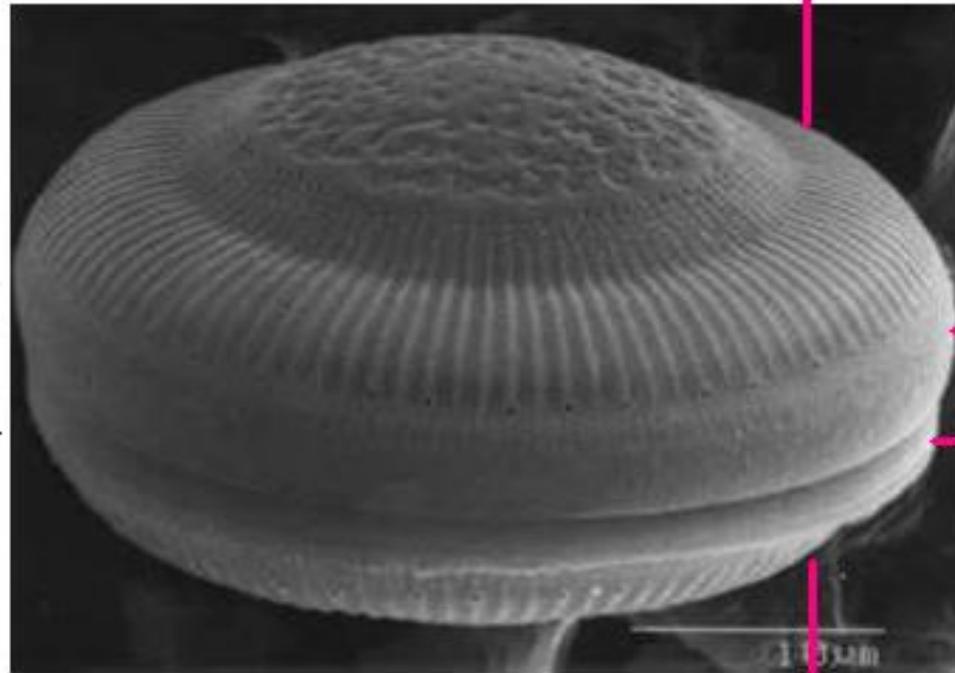
ESTRUCTURA DEL FRÚSTULO



Dibujos tomados de Izco et al., 1997



Vista cingular

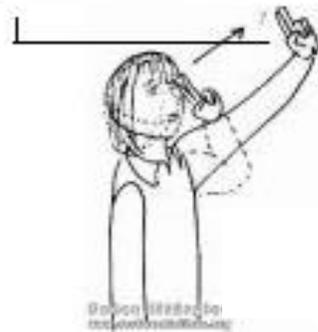


Epivalva

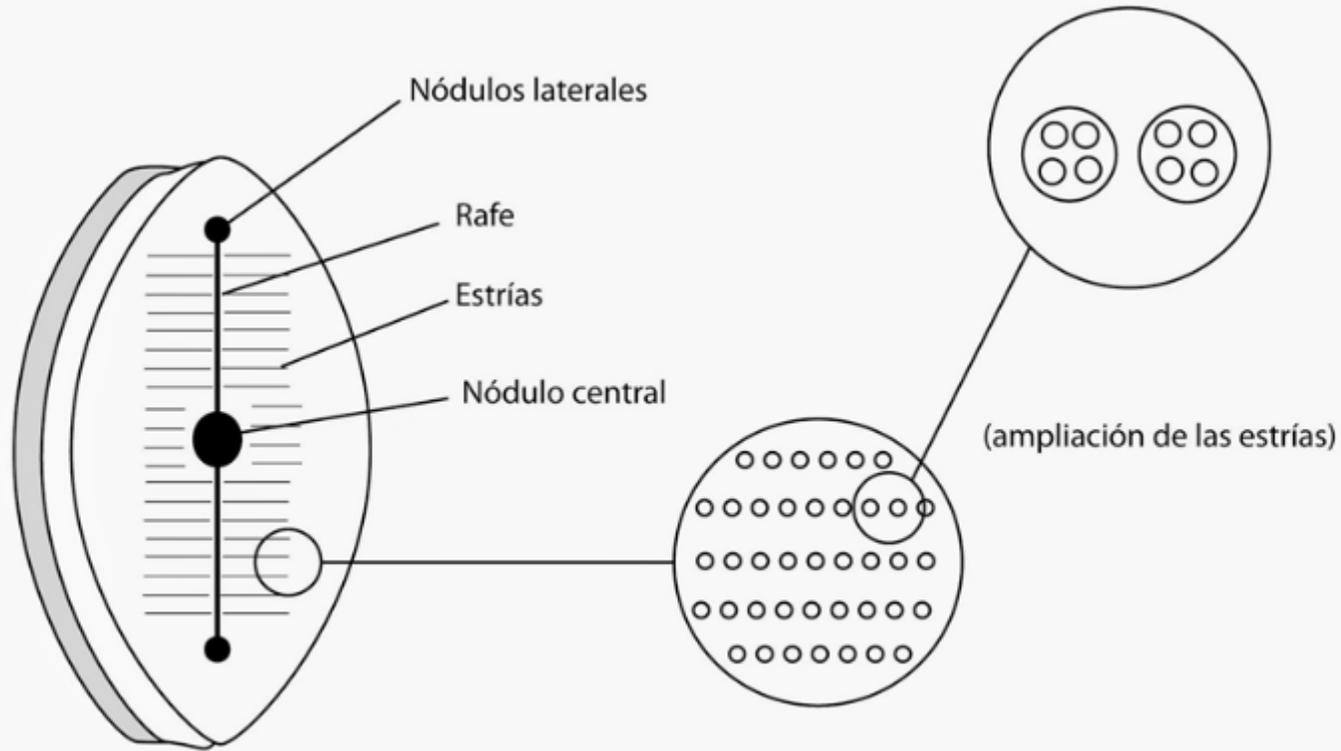
Epicíngulo

Hipocíngulo

Hipovalva



Vista valvar



ESTRUCTURA DEL FRÚSTULO: ORNAMENTACIONES

Las ornamentaciones se originan por una disposición y acumulación diferencial de sílice en la pared celular.

Por lo tanto, tienen una organización definida y puede ser de importancia taxonómica

Tipos

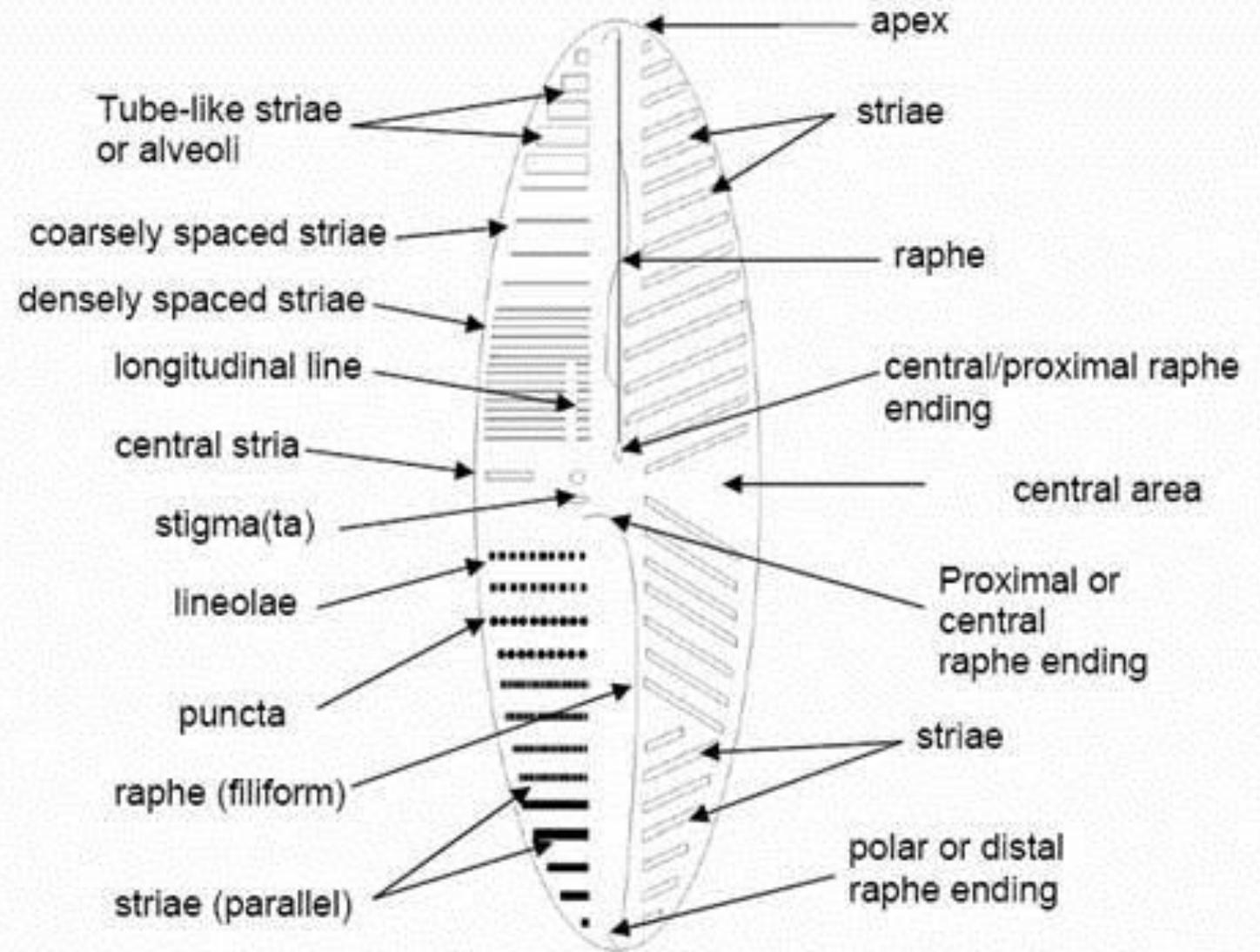
1. Estrías
2. Poros
3. Areolas
4. Procesos, espinas, rimoportula
5. Rafe y nódulos

ESTRUCTURA DEL FRÚSTULO: ORNAMENTACIONES

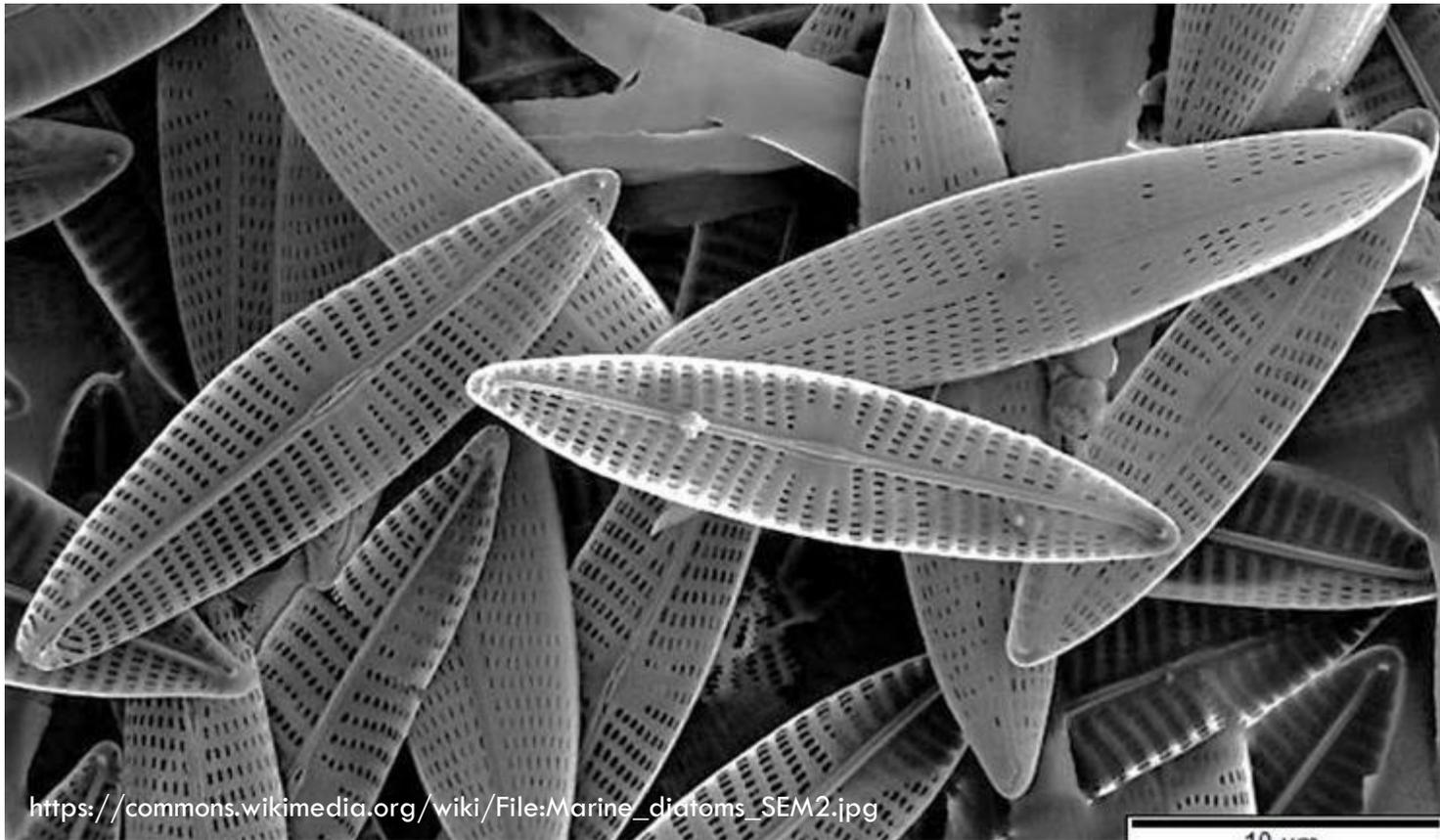
Estrías

Fila de areolas, o poros.

Las características de las estrías son importantes en la taxonomía y la filogenia de la diatomea, (densidad: número de estrías que se producen en 10 μm ; - orientación: radiada, paralela o convergente; - compartimiento: si es un alveolo o no; - Seriación: ya sea uni, bi o multiseriado.)



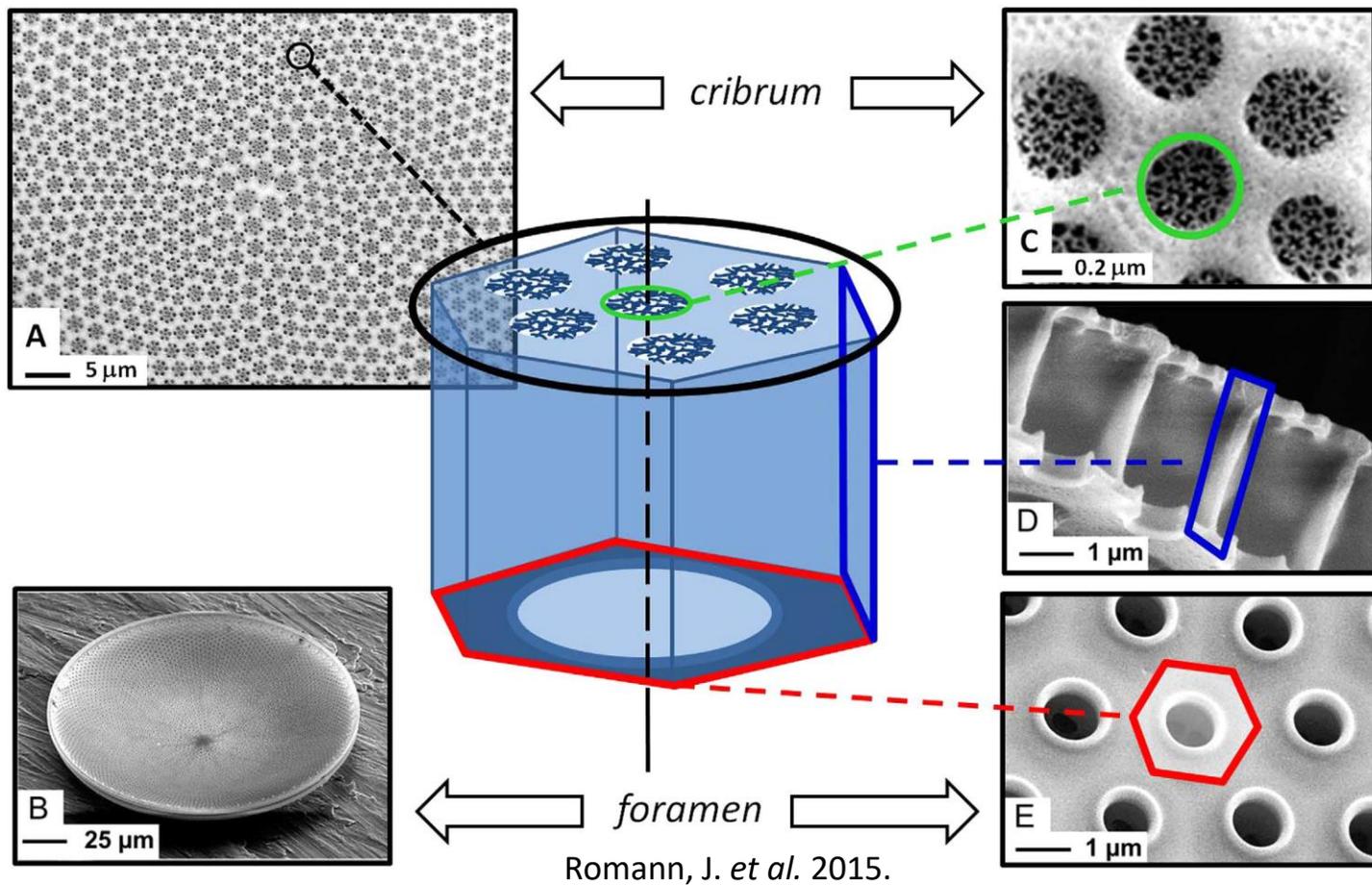
Taylor, et al (2006).



ESTRUCTURA DEL FRÚSTULO: ORNAMENTACIONES

Poros

- Un orificio
- Pared cel. Homogénea
- Arreglo en líneas o costillas

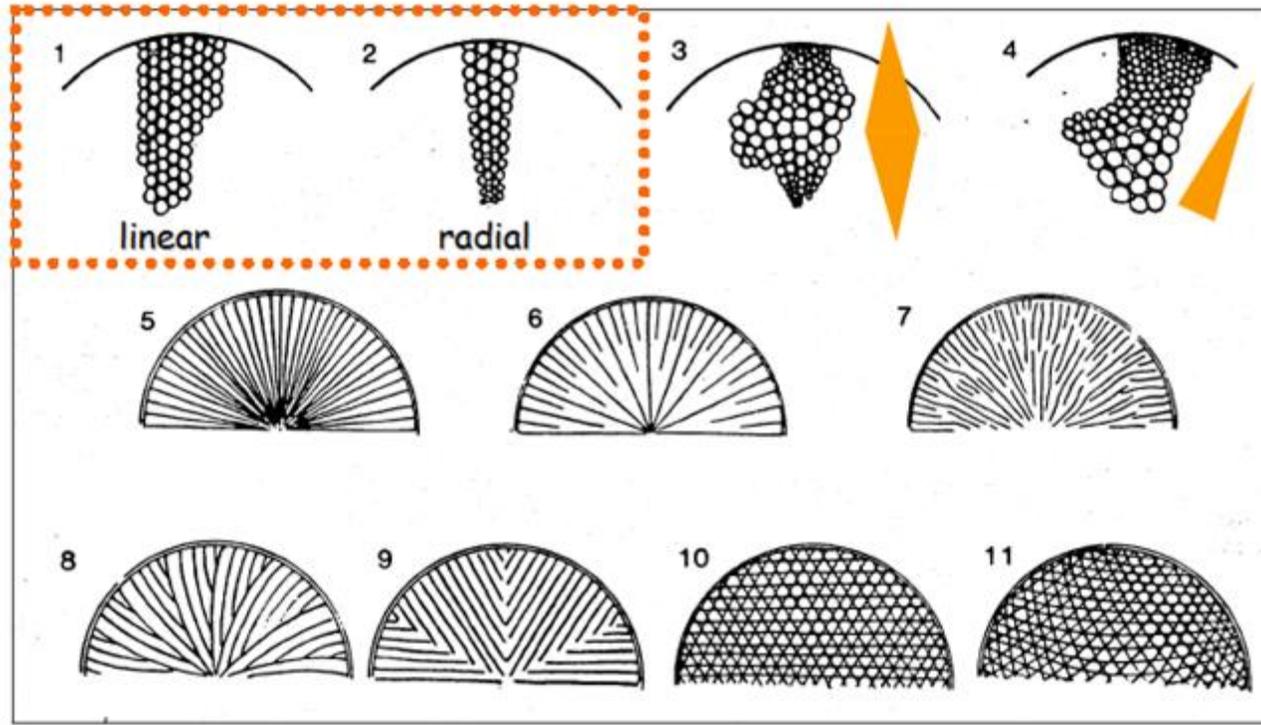


Areolas o lóculos

- Cámara hexagonal
- Membrana cribal interna o externa

ESTRUCTURA DEL FRÚSTULO:
ORNAMENTACIONES

Patrón de areolas



Areolas o lóculos

- Cámara hexagonal
- Membrana cribal interna o externa

ESTRUCTURA DEL FRÚSTULO:
ORNAMENTACIONES

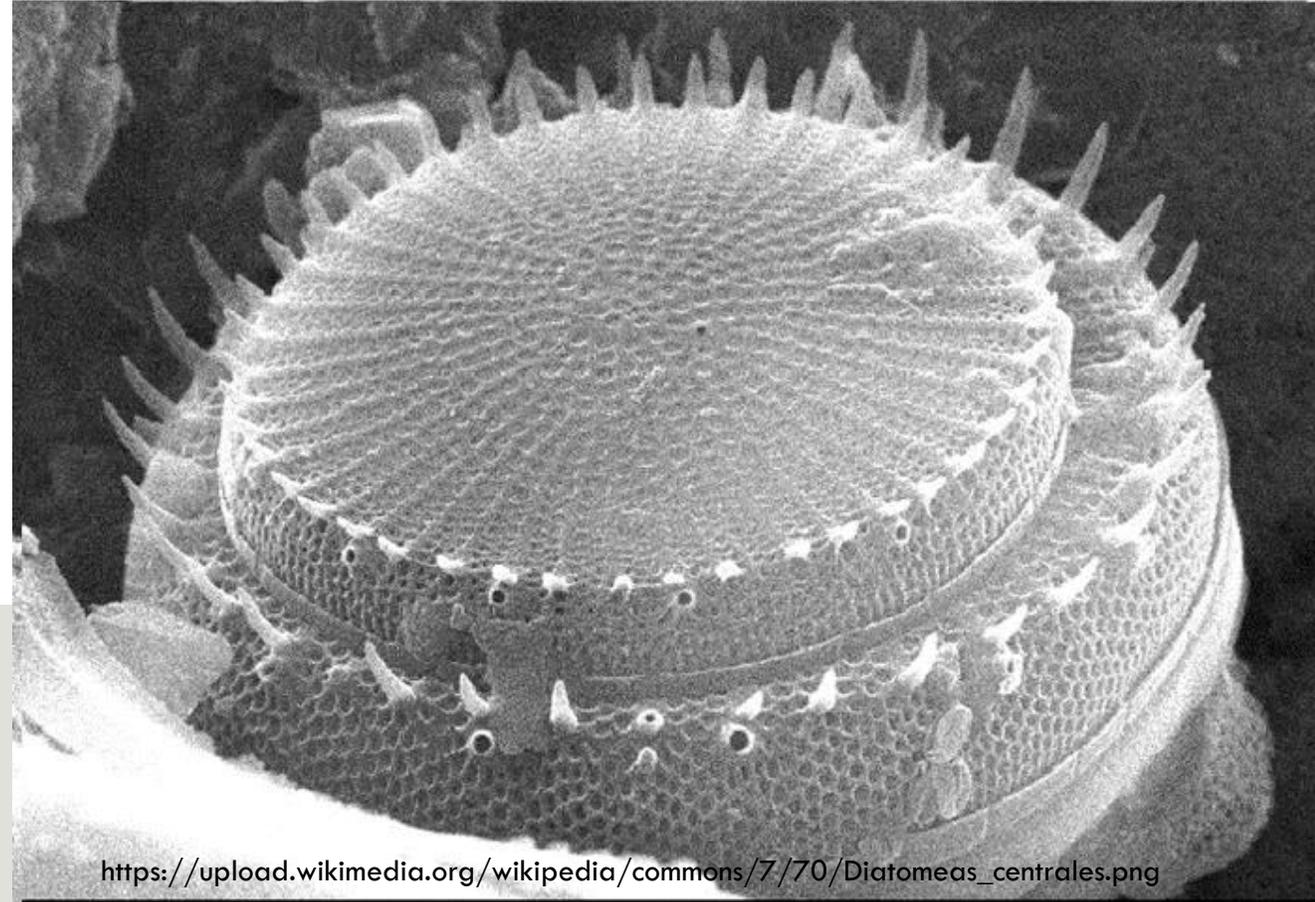
ESTRUCTURA DEL FRÚSTULO: ORNAMENTACIONES

Procesos, espinas

Extensión puntiaguda de sílice de la válvula.

Pueden ser sólidas o huecas, muy largas o pequeñas, simples o muchas, y pueden surgir de diferentes puntos de la válvula en diferentes direcciones.

B



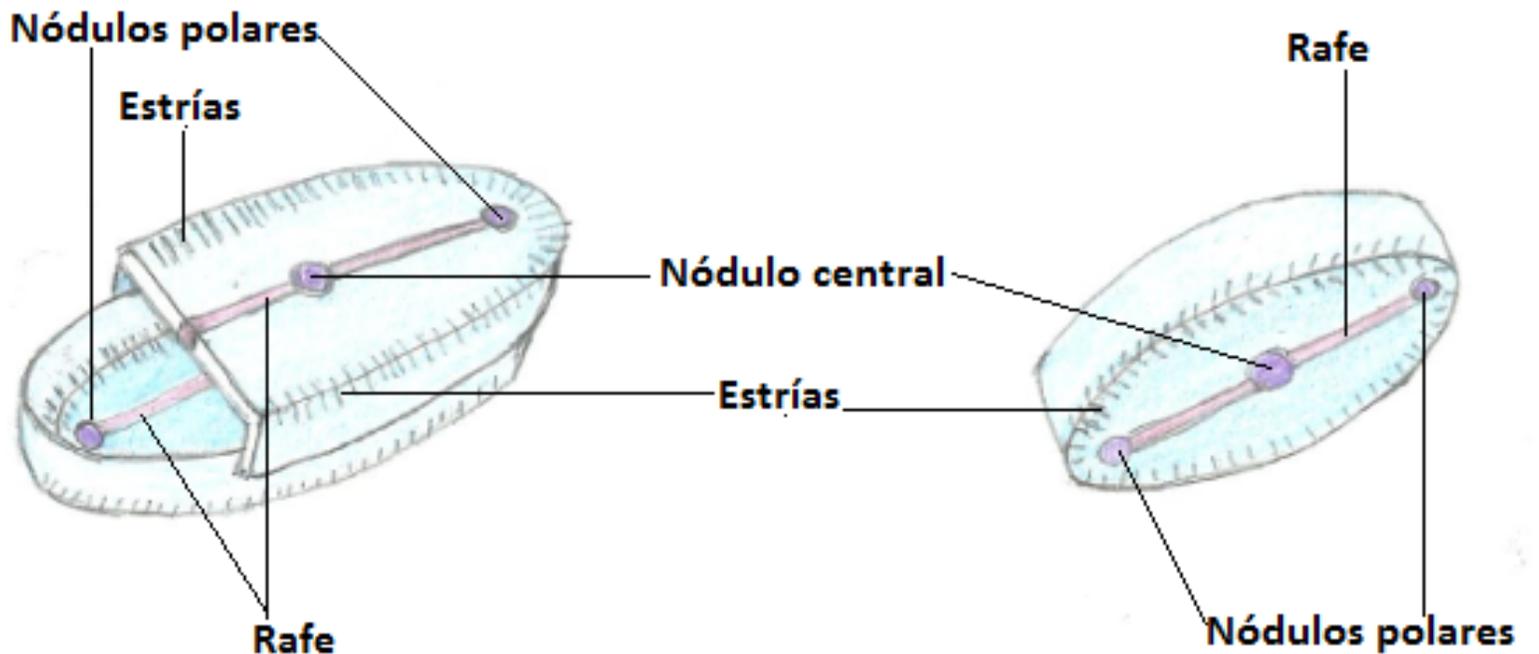
ESTRUCTURA DEL FRÚSTULO: ONAMENTACIONES

Rafe

- Estría o hendidura sin depósito de sílice, permite la comunicación del plasma con el medio exterior
- Permite que las células se muevan sobre las superficies
- Diferentes posiciones
- Pseudo rafe: solo visual

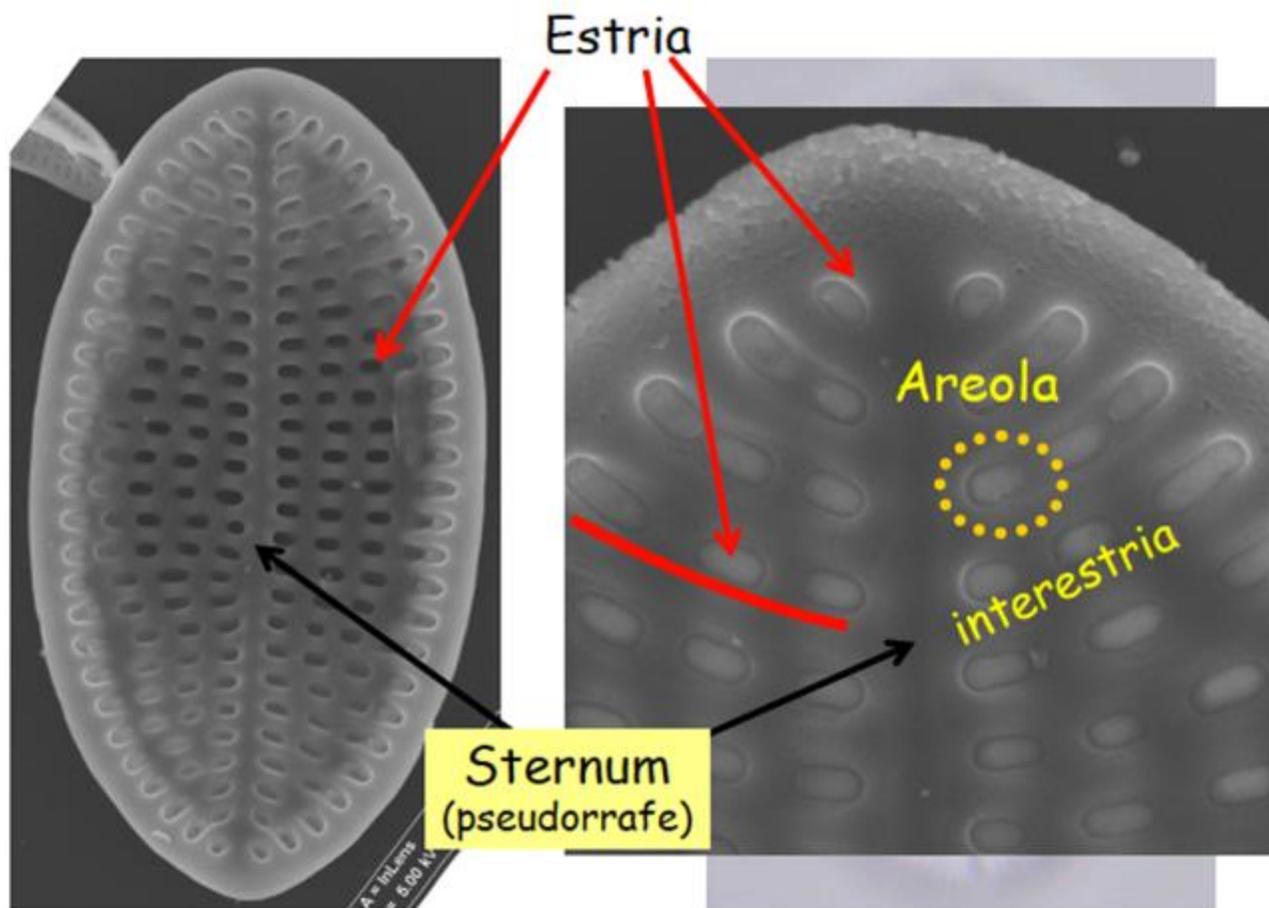
Nódulos

- Polares y central
- Área densamente silicificada
- Zona de iniciación de pared

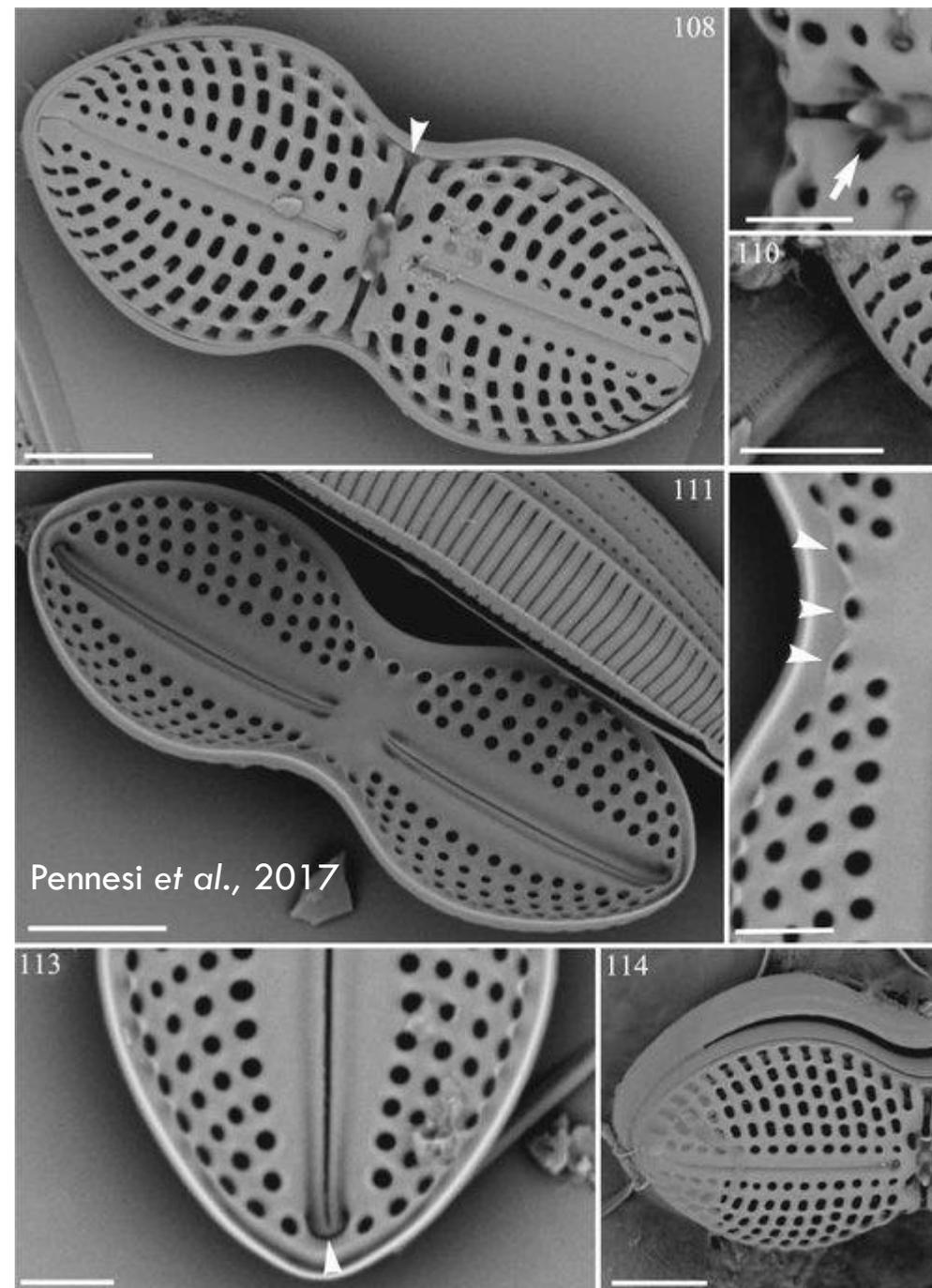


EJEMPLOS

Valva



Vista o plano valvar

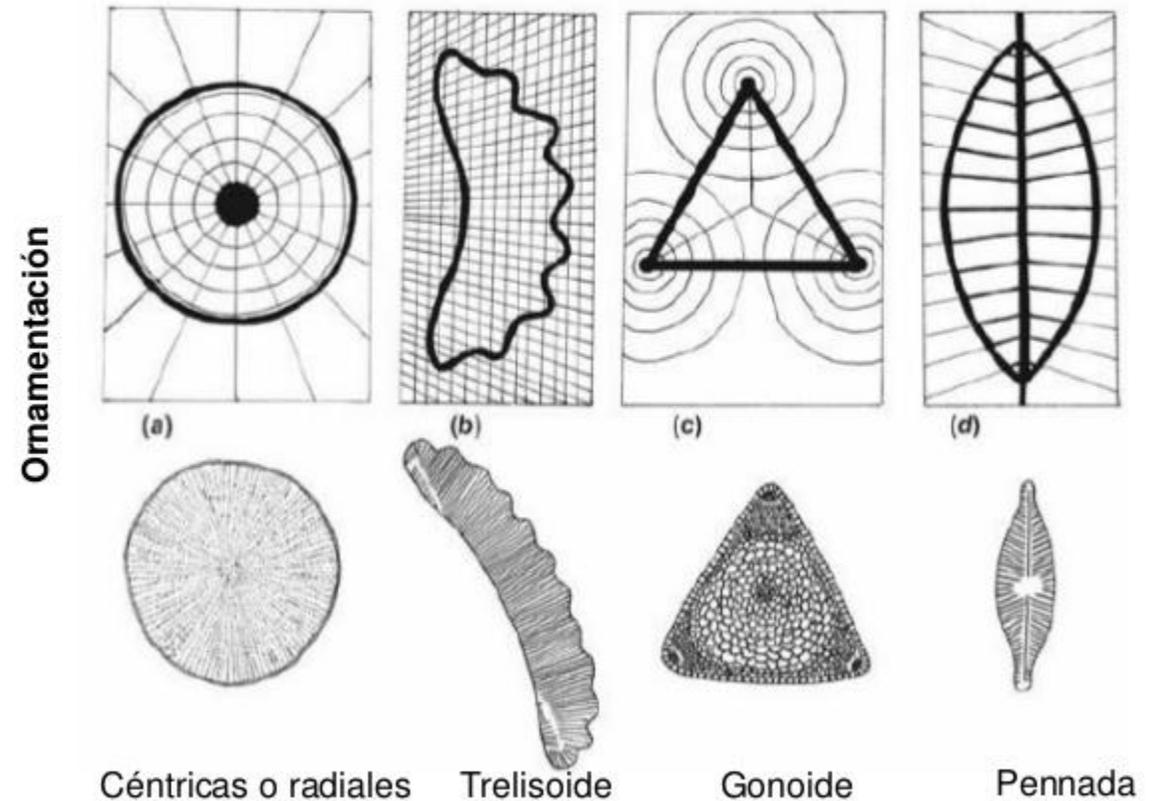


ESTRUCTURA DEL FRÚSTULO: ORNAMENTACIONES

Caracteres para identificar géneros y especies

Patrones de ornamentación

Céntrica	depósitos arreglados de acuerdo a un punto centra
Trelisoide	depósitos arreglados sin un punto de referencia
Pennada	depósitos simétricos a cada lado de una línea central
Gonoidal	estructura es dominada por ángulos



ESTRUCTURA CELULAR

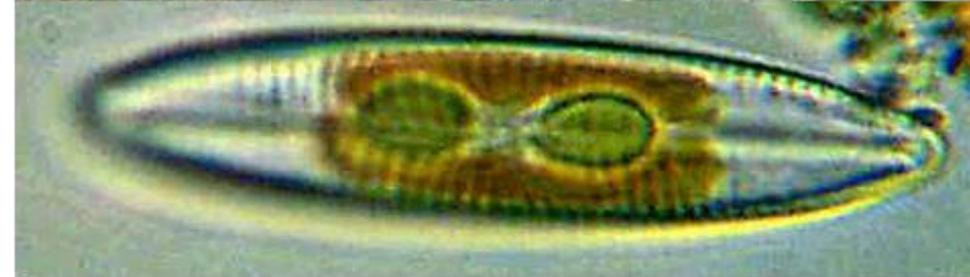
Pigmentos

- Clorofila "a" y "c1 y c2 o 3" a:c 1:4
- Otros: Diadinoxantina, diatoxantina, gama y beta caroteno

Material de reserva

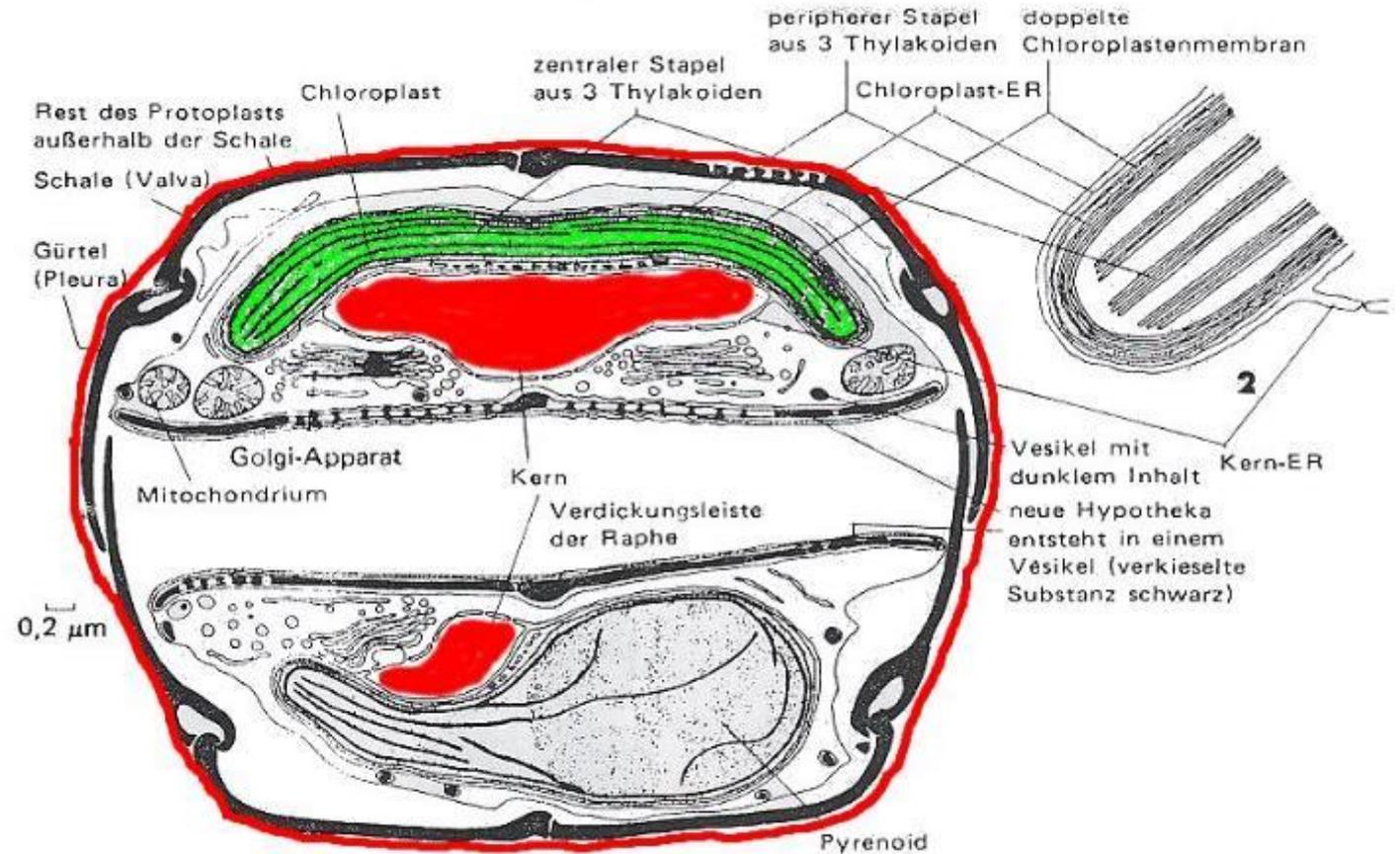
- Crisolaminarina (leucosin)
- Lípidos (disminuyen la densidad: fucoesterol)

Vacuola osmorreguladora



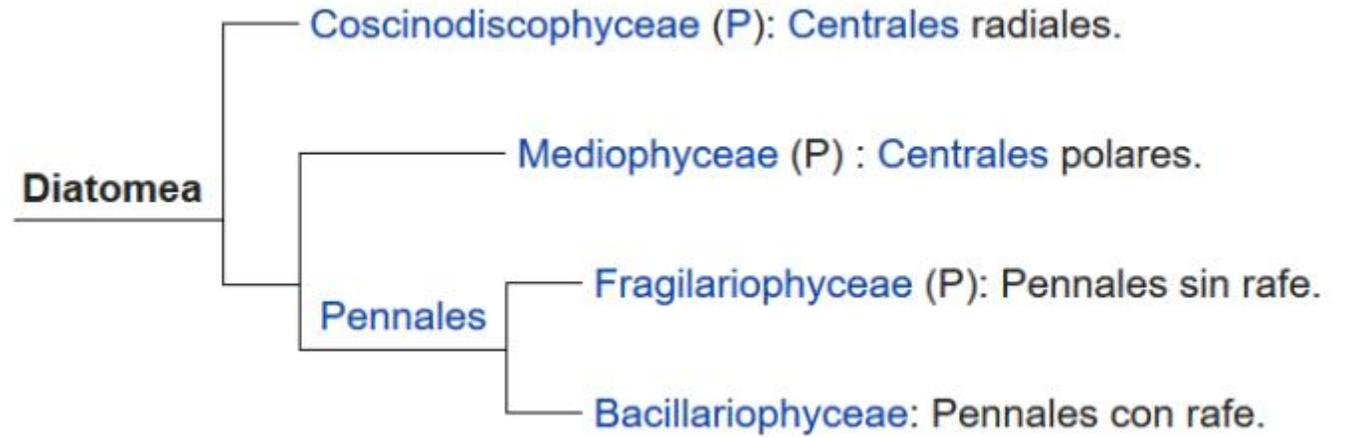
ESTRUCTURA DEL CLOROPLASTO

- Doble doble membrana (4 membranas)
- Retículo periplastidial entre membrana interna y externa (túbulos)
- Pequeños discoidales o lobulados
- 3 tilacoides agrupados en pilas (lamelas)
- Pirenoide
- ADN en nucleoides anillados
- Algunas apocloróticas



Revisar el video: <https://youtu.be/nuKJyCdAkKA>

CLASIFICACIÓN

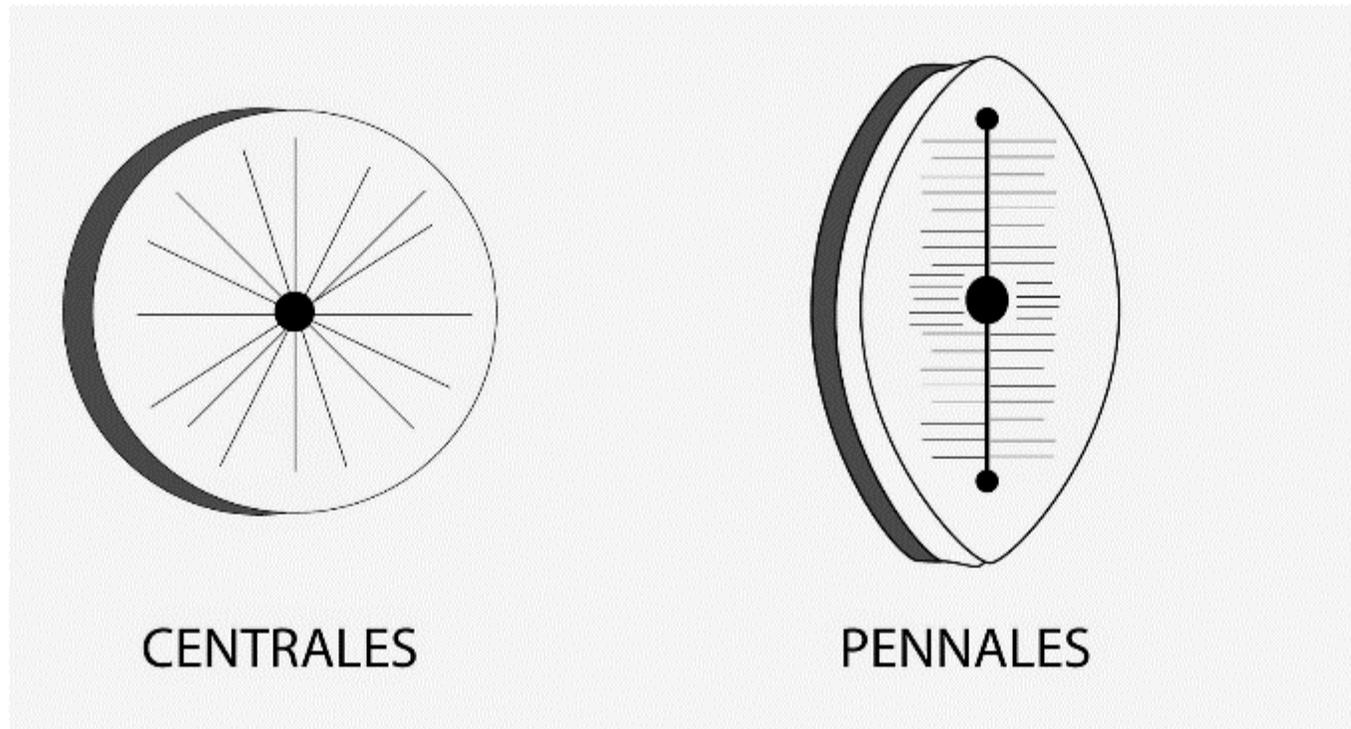


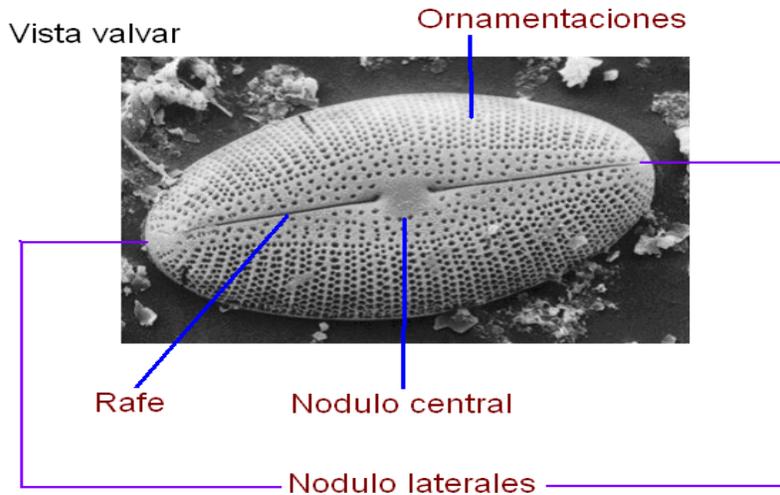
<http://tolweb.org/Diatoms/21810>

Simetría y ornamentaciones

Clases

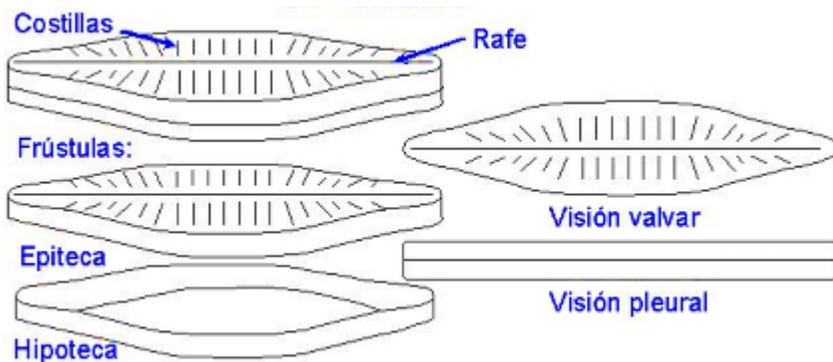
- Pennales
- Centrales





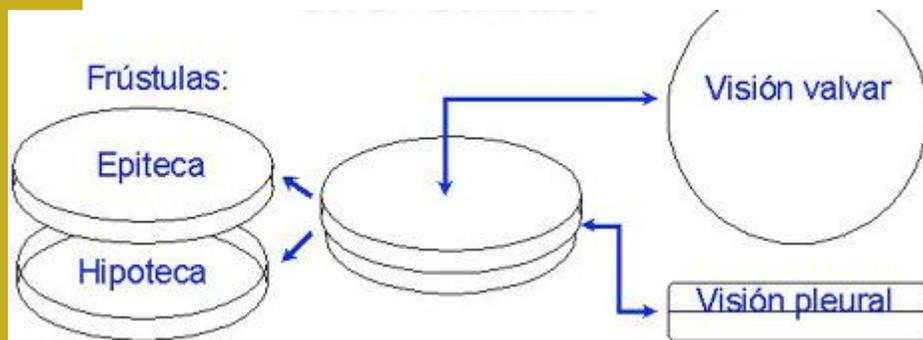
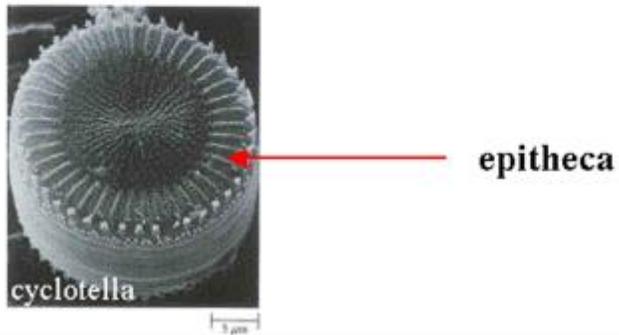
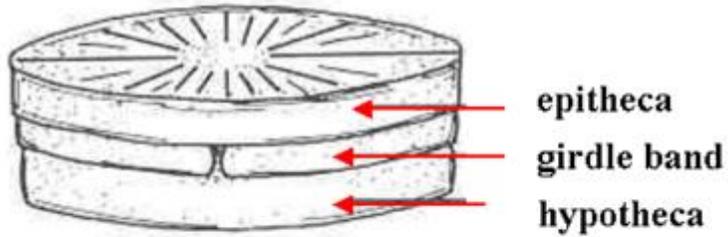
PENNALES

- Simetría bilateral
- 1 ó 2 plastos por célula
- Sin flagelo
- Rafe o pseudorafe (sternum)
- Células vegetativas con movimiento
- Reproducción C.V. Md isogámico
- Predominan en agua dulce, pero también están presentes en ambientes marinos, bentónicas y planctónicas
- Fósiles de marinas en el cretácico (70ma) y de dulceacuícolas en el terciario (60 ma)



CENTRALES

- Simetría radial
- Varios plastos por célula
- Pocas células vegetativas con movimiento
- No hay rafe
- Reproducción C.V. Md oogámico
- Gametos masculinos con 1 flagelo pleuronemático
- Predominan en el mar, en agua dulce son generalmente planctónicas y de ambientes lénticos
- Cretácico (120 ma)

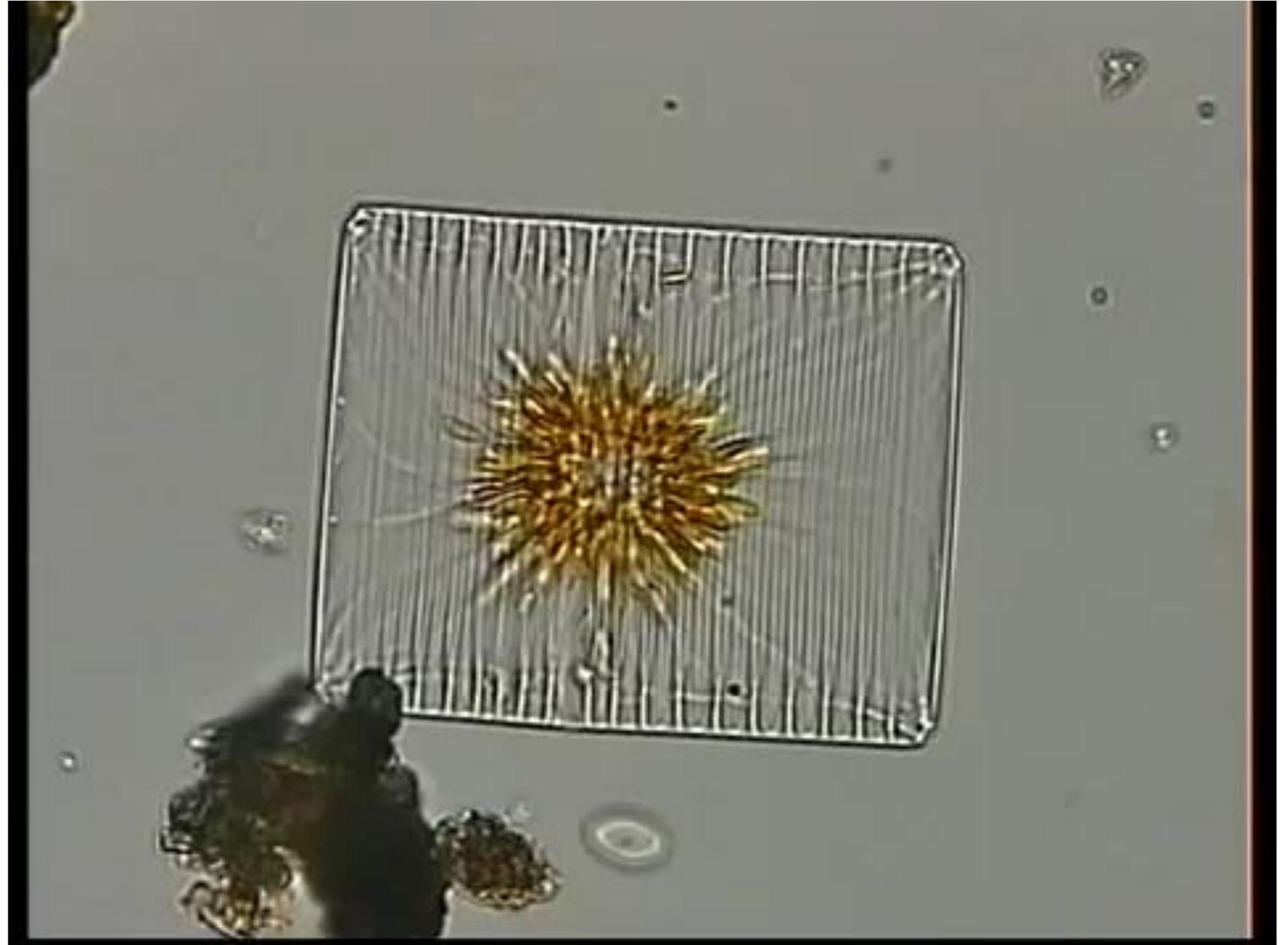


DIATOMEA

<https://youtu.be/AzWolPrYKBw>



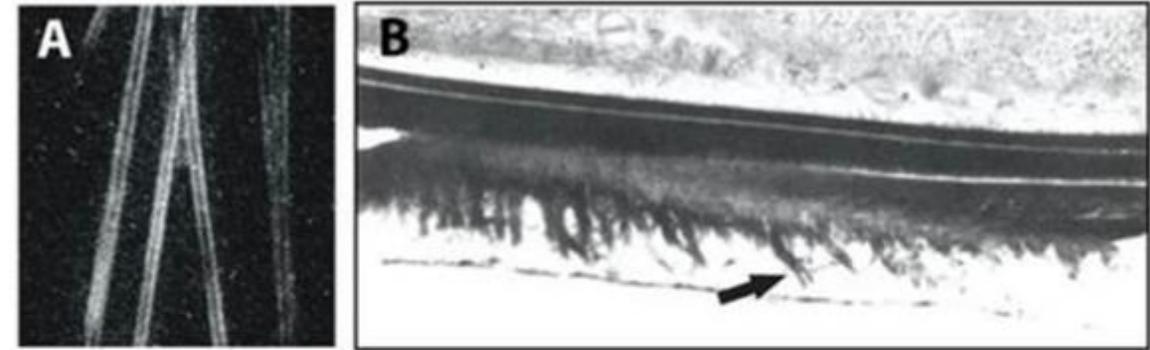
DIATOMEA



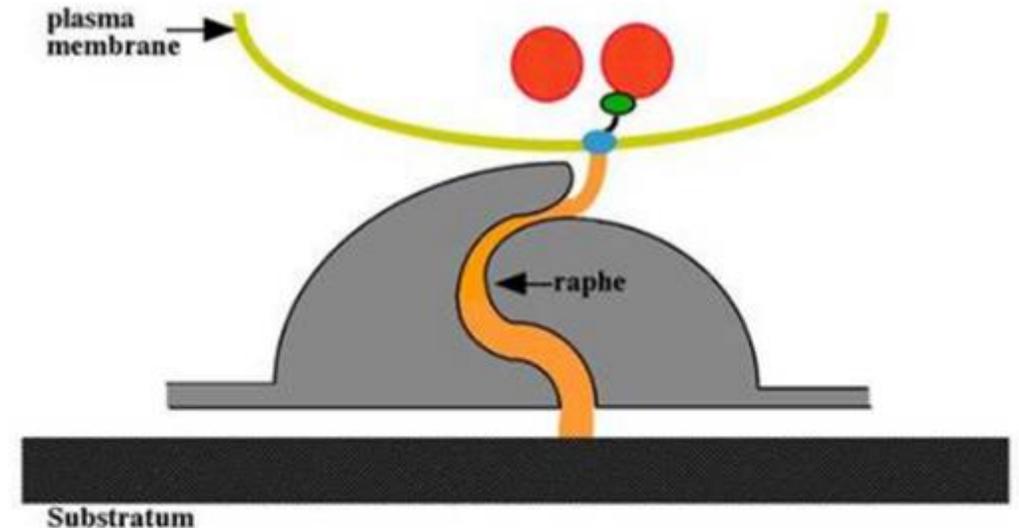
<https://youtu.be/T5QNN7Da0jc>

MOVIMIENTO EN DIATOMEA

- Por RAFE
- no hay flagelos,
- la pared no es deformable,
- el protoplasma no pasa por el rafe
- Secreción de mucopolisacáridos que se adhieren al sustrato, mediante las cuales la célula se empuja
- Participan nódulos polares y centrales, moléculas de actina y el flujo protoplasmático
- Desplazamiento en zig-zags, dependiendo de la forma del rafe
- Manifiestan fototáctica positiva y negativa



C



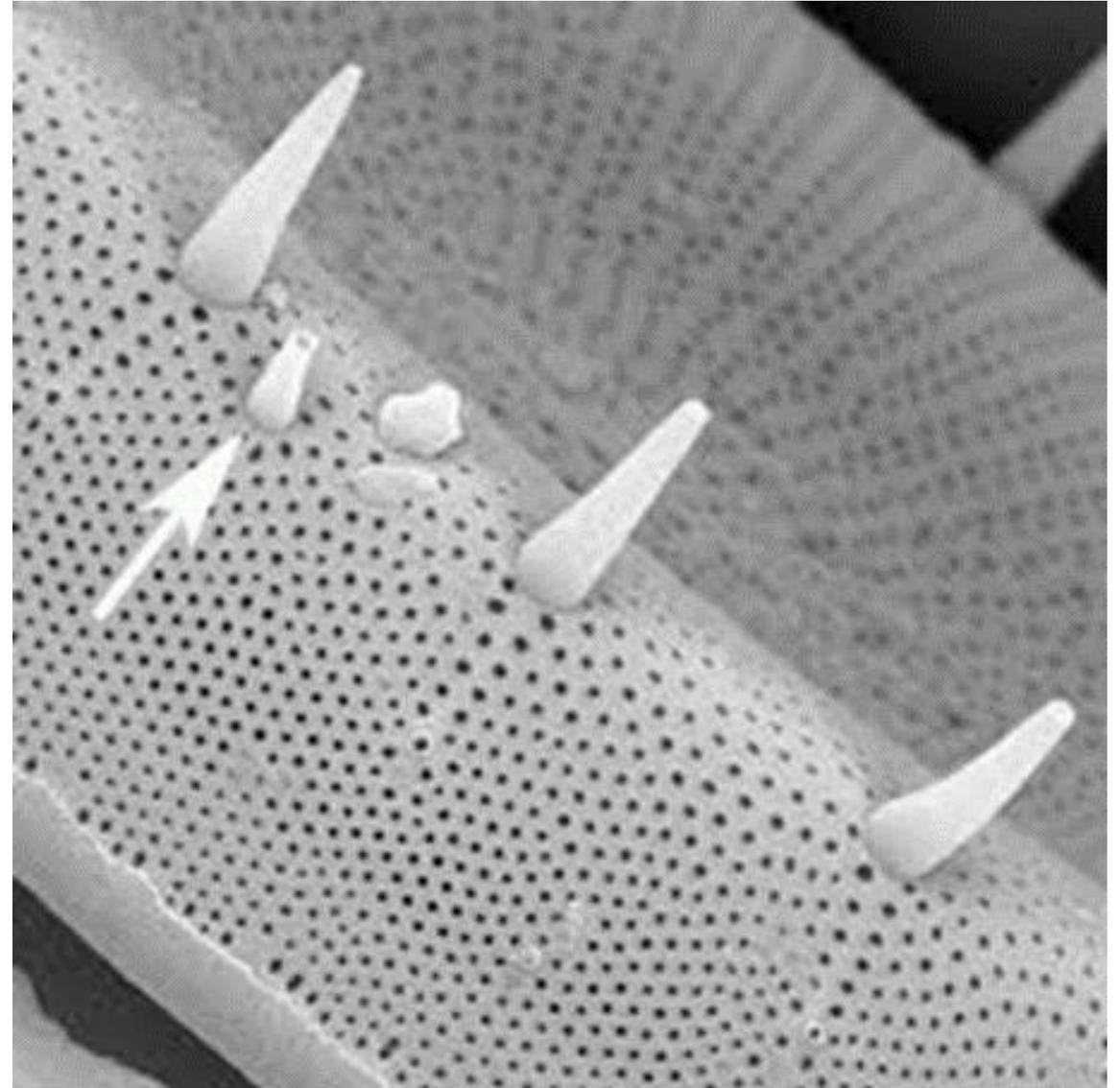
- myosin
- actin bundle
- transmembrane component
- adhesive mucilage strand

MOVIMIENTO EN DIATOMEAS

Rimoportula

Proceso tubular extruye polisacáridos y otros compuestos de carbono. Se considera que aparecieron relativamente temprano en la evolución de la diatomea

Aparece en diatomeas céntricas



REPRODUCCIÓN

ASEXUAL

División binaria (DISMINUCIÓN DE TAMAÑO)

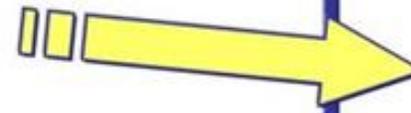
Producción de esporas

SEXUAL (RECUPERACIÓN DE TAMAÑO)

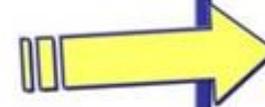


REPRODUCCIÓN ASEXUAL

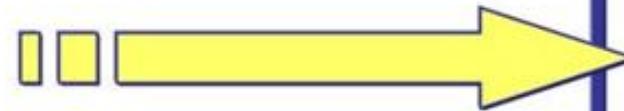
a) Reorganización intracelular.



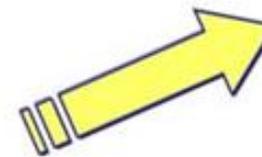
b) Expansión celular, duplicación de todos los componentes celulares.



c) División celular



d) Formación de nuevas valvas.



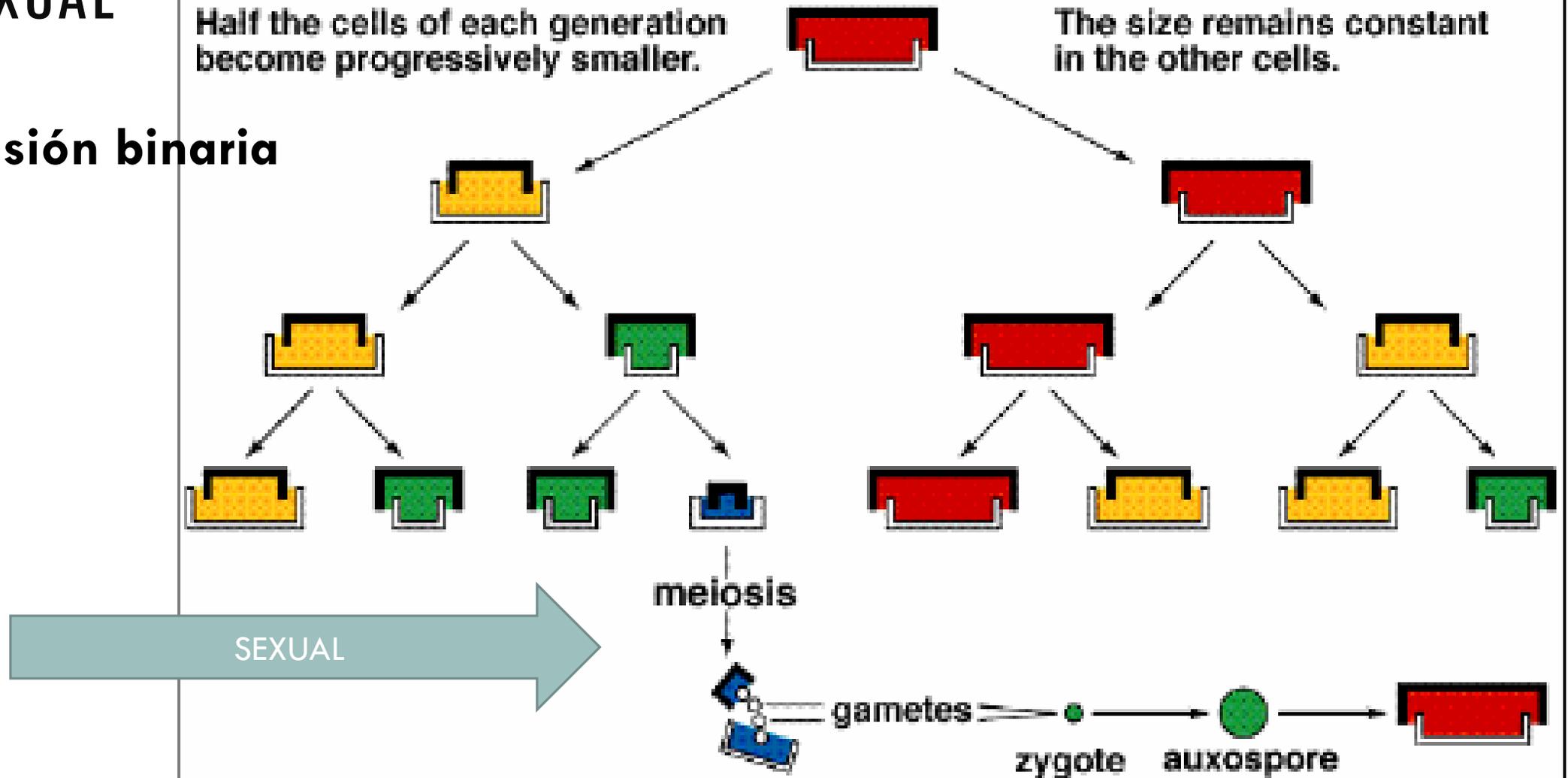
Vista o plano cingular

REPRODUCCIÓN ASEXUAL

División binaria

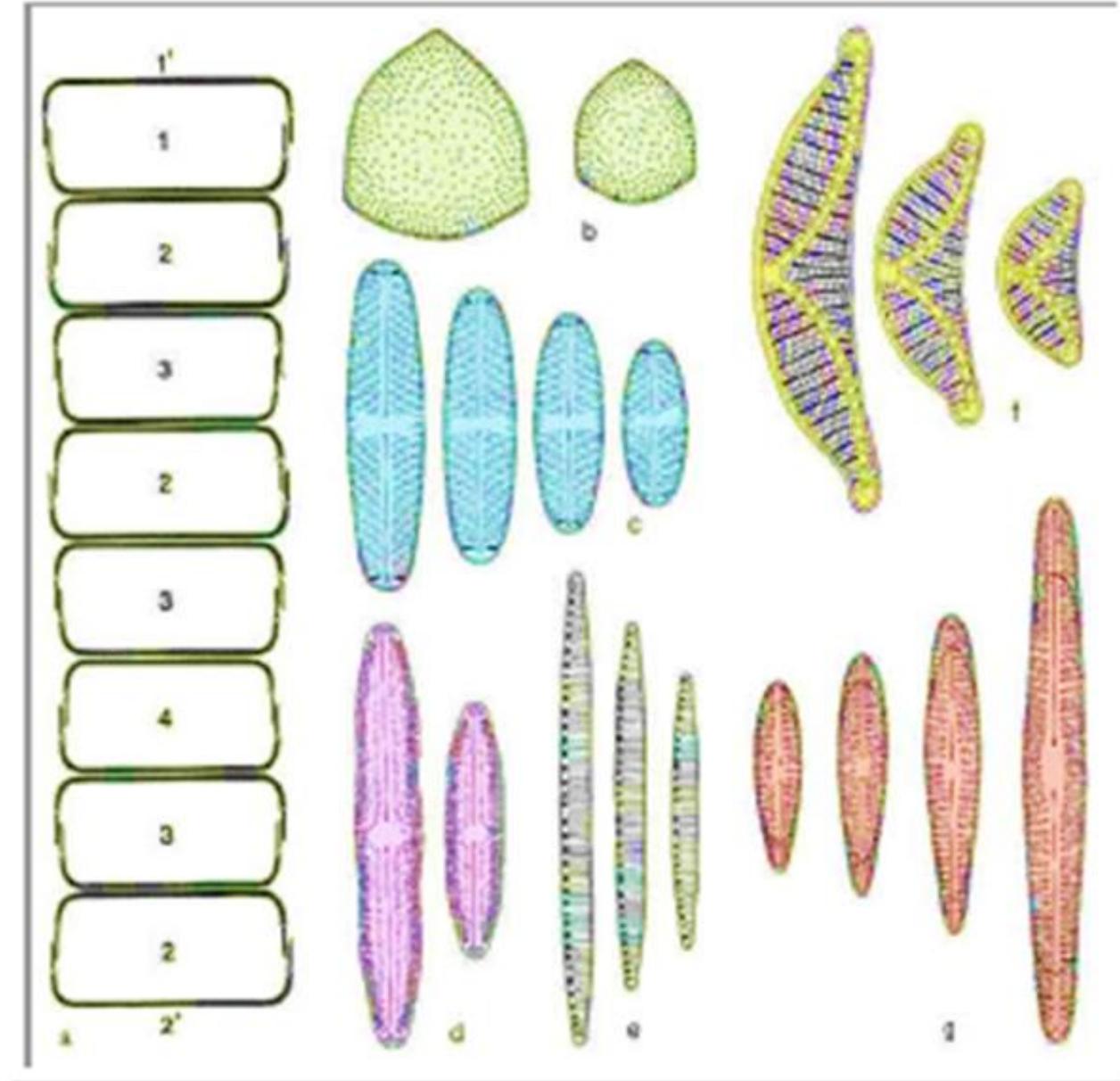
Half the cells of each generation become progressively smaller.

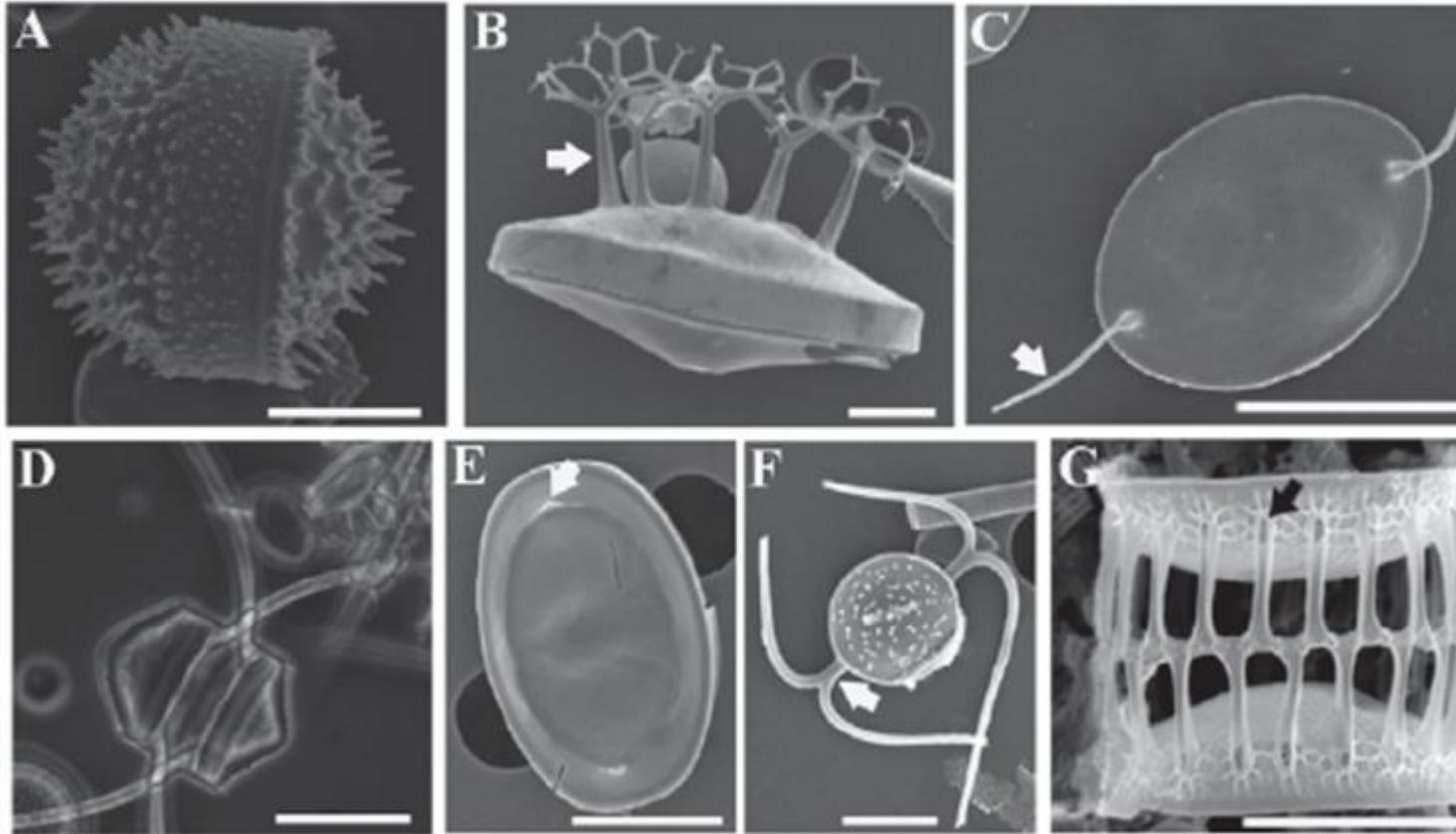
The size remains constant in the other cells.



REPRODUCCIÓN ASEXUAL

Disminución del tamaño, pero el patrón de estrías y areolas se mantiene a través de las generaciones



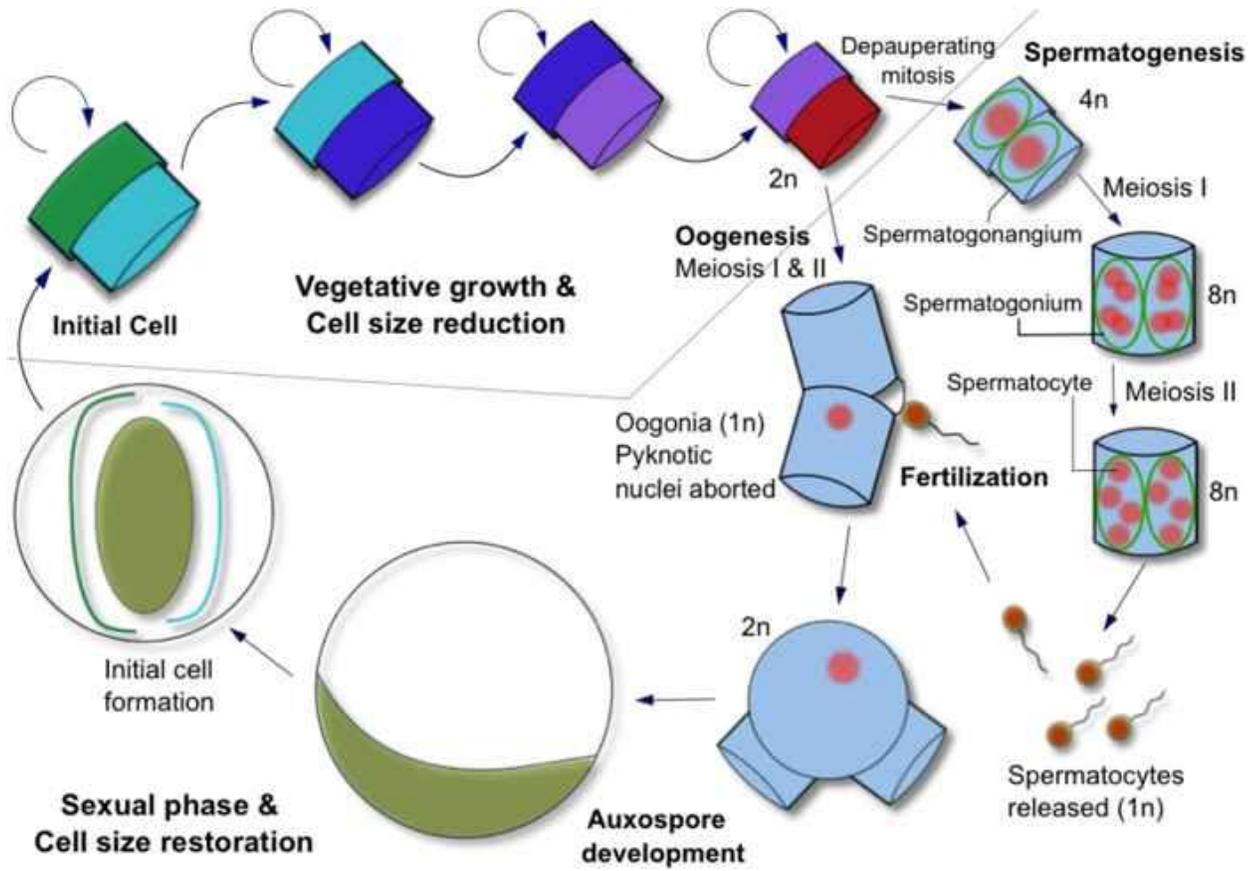


Sánchez, et al., 2009

REPRODUCCIÓN ASEXUAL

Producción de esporas

- Endógenas, exógenas y semi endógenas
- Se forman por mitosis
- Acumulan aceites
- Paredes altamente silificadas y muy ornamentadas
- Se forman por modificaciones en temperatura, pH, intensidad de luz, disponibilidad de N , P, Si y Fe
- No germinan a temperaturas bajas



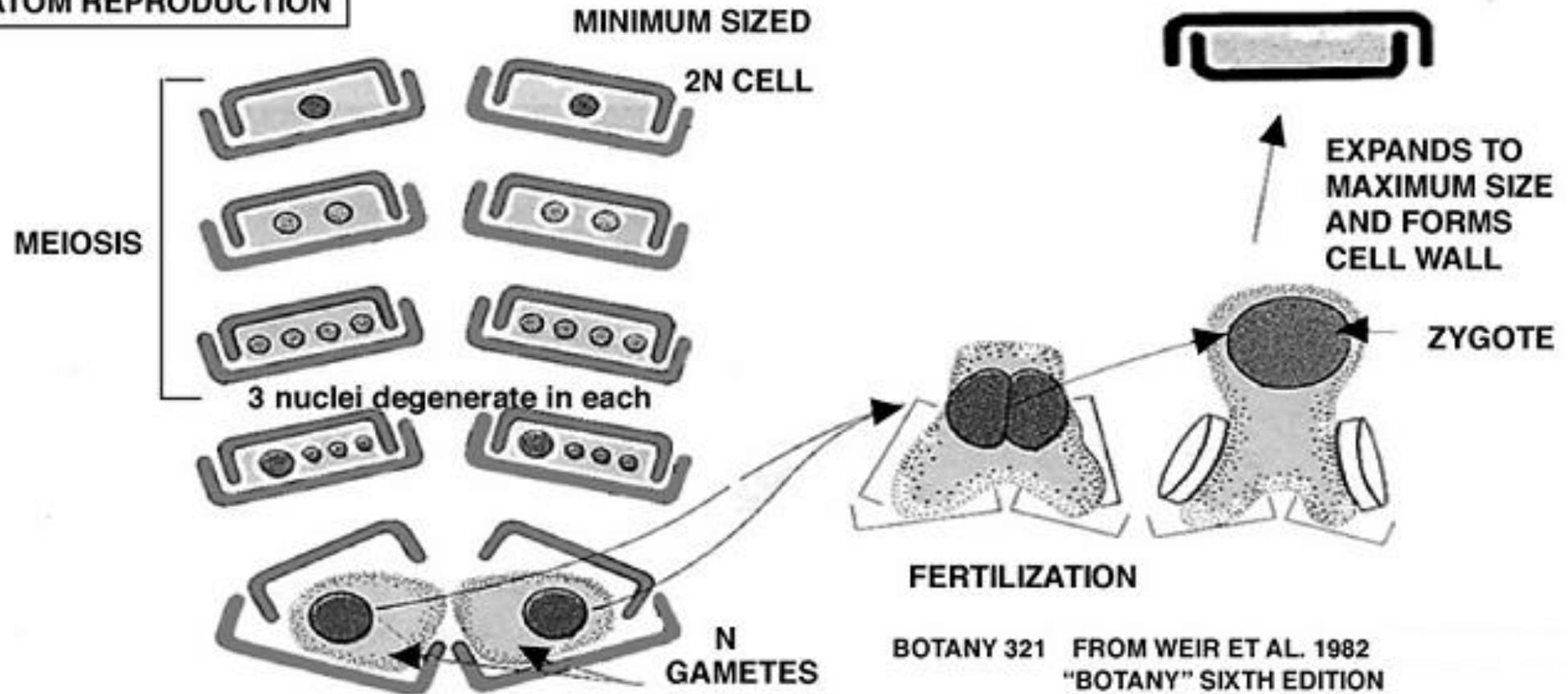
<https://www.vistaalmar.es/ciencia-tecnologia/biologia/6720-diatomeas-tienen-sexo-amonio-pone-estado-animo.html>

REPRODUCCIÓN SEXUAL

- Poco frecuente
- Formación de Auxosporas para recuperar el tamaño de los organismos entre 30 o 40%
- Ciclos Md
 - Md Isogamico PENNALES
 - Md Oogamico CENTRALES

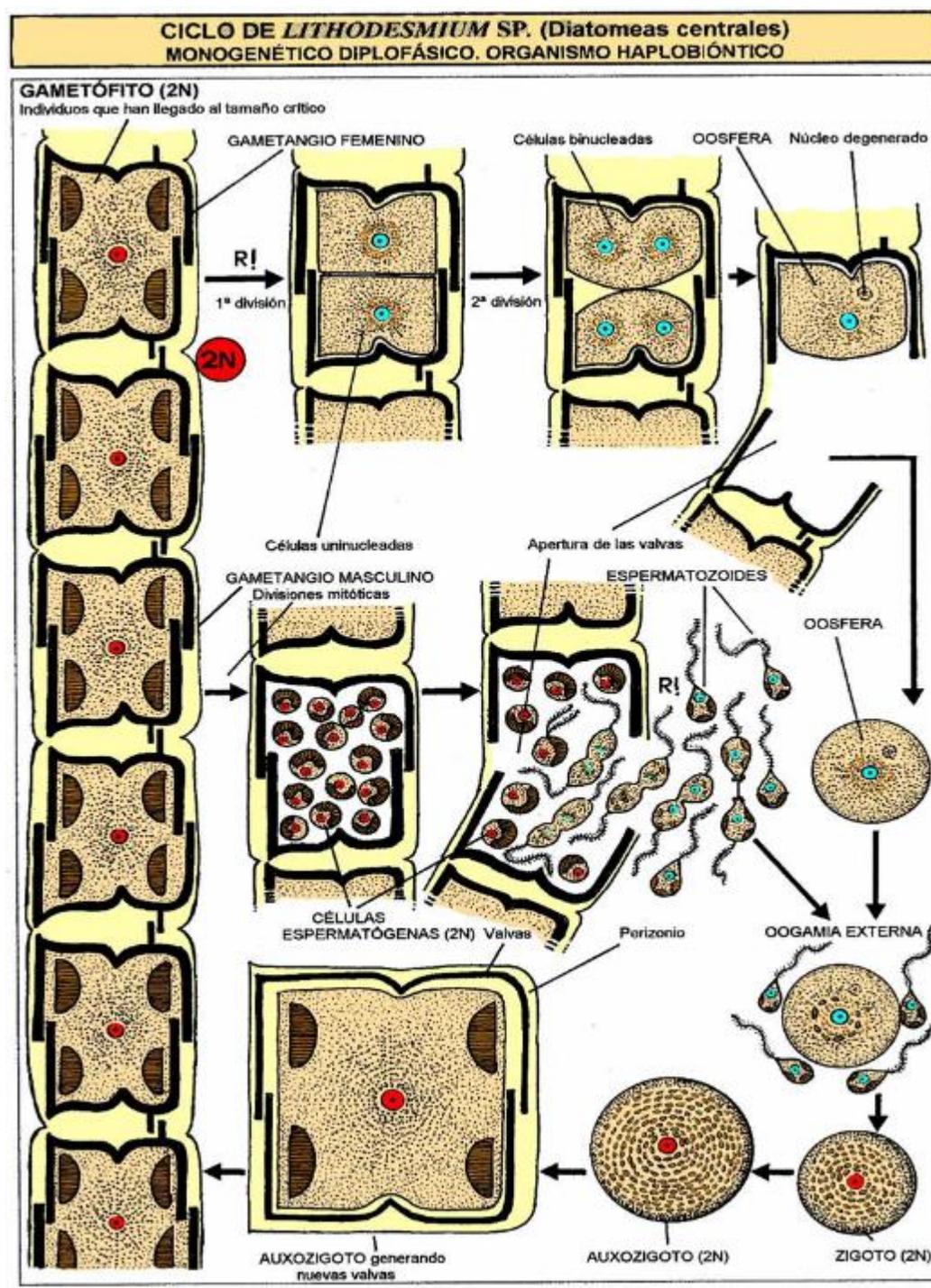
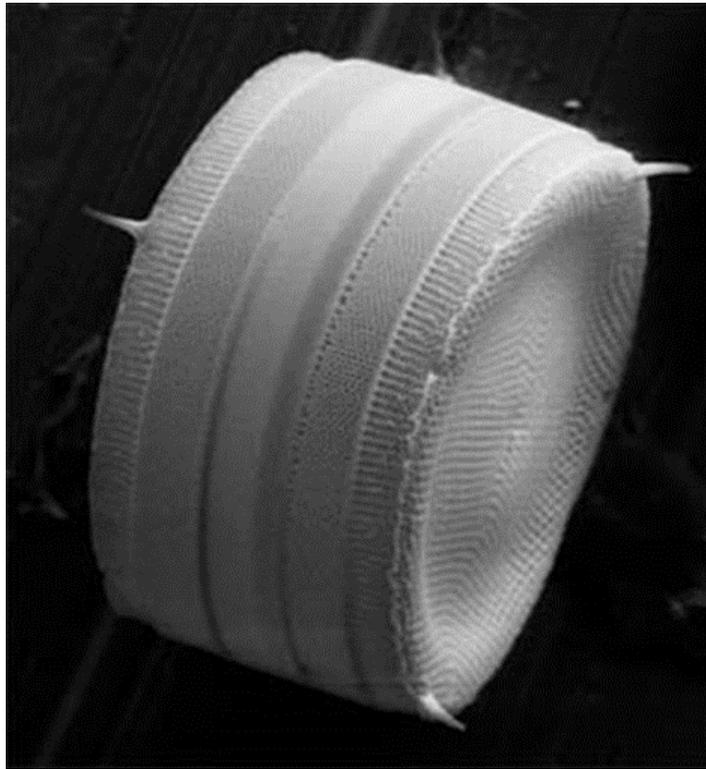
CICLO PENNALES

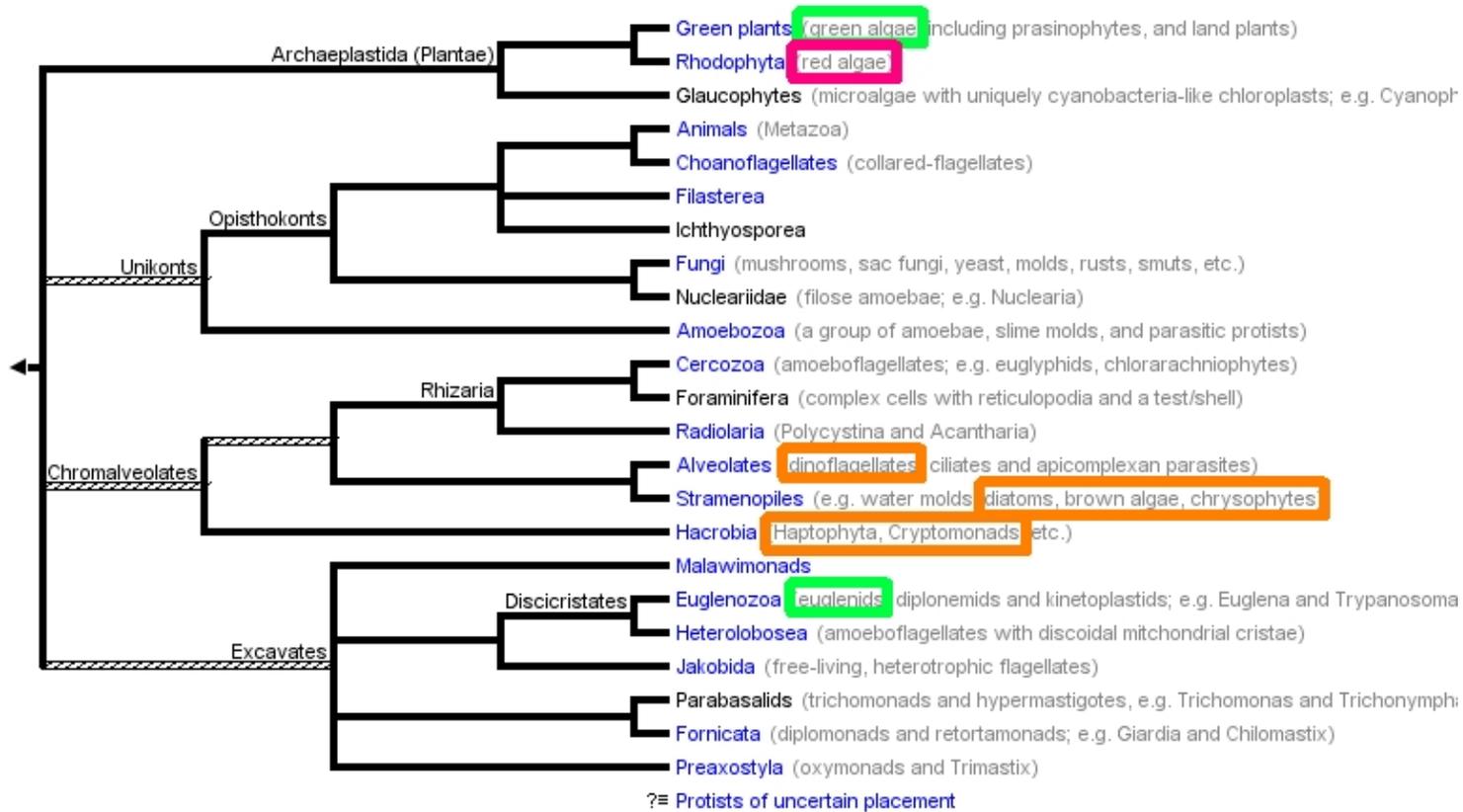
DIATOM REPRODUCTION



BOTANY 321 FROM WEIR ET AL. 1982
"BOTANY" SIXTH EDITION

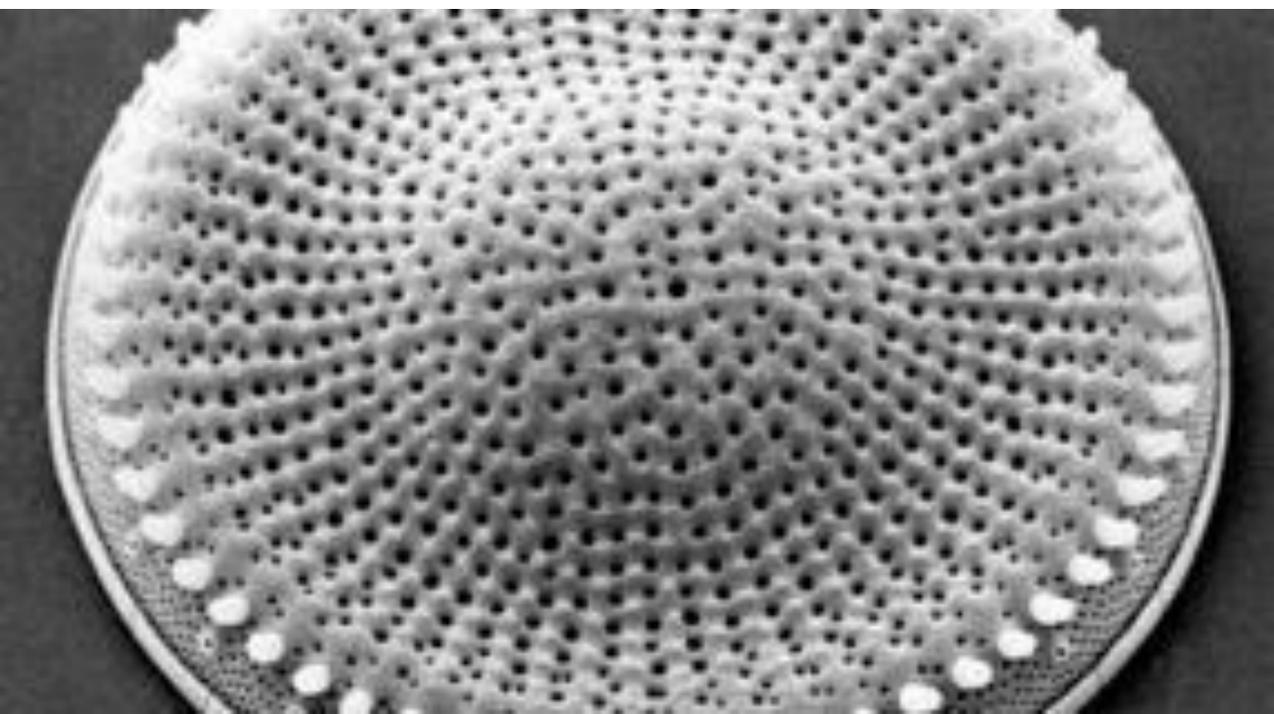
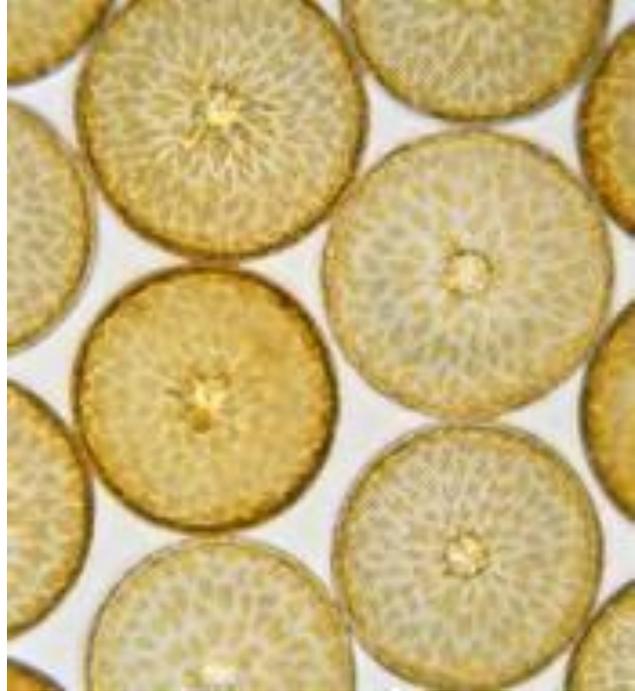
CICLO CENTRALES





- Cretácico (Céntricas marinas)
- A pesar de una serie de estudios para examinar la filogenia, utilizando uno o varios genes, las relaciones de las diatomeas con otros grupos aún no están claras y todavía hay una gran brecha en nuestra comprensión de cómo y cuándo las diatomeas adquirieron sus características inusuales de morfología y ciclo de vida.

ORIGEN



<http://tolweb.org/Diatoms/21810>

DISTRIBUCIÓN

Marinas

- Mar abierto: alta diversidad y baja abundancia (oligotrófico)
- Orilla: baja diversidad y alta abundancia (eutrófico)

Agua dulce

- Plantónicas (fototácticas)
- Epilíticas
- Epífitas
- Epízoicas

Común en albercas, fuentes etc.

Su crecimiento está determinado por la concentración de vitamina B12, tem. pH y luz sílice, N y P

INDICADORAS DE LA CALIDAD DEL AGUA

DIATOMS AS ENVIRONMENTAL INDICATORS

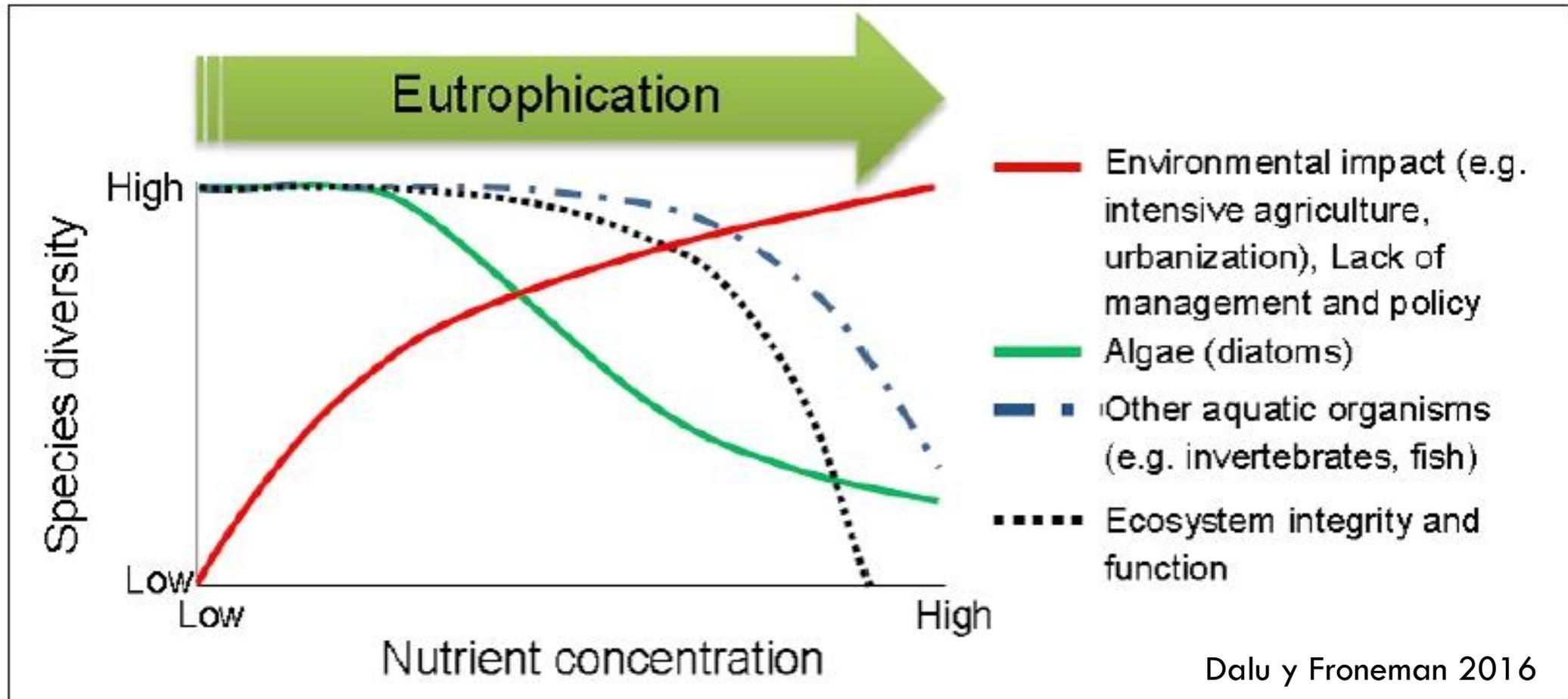
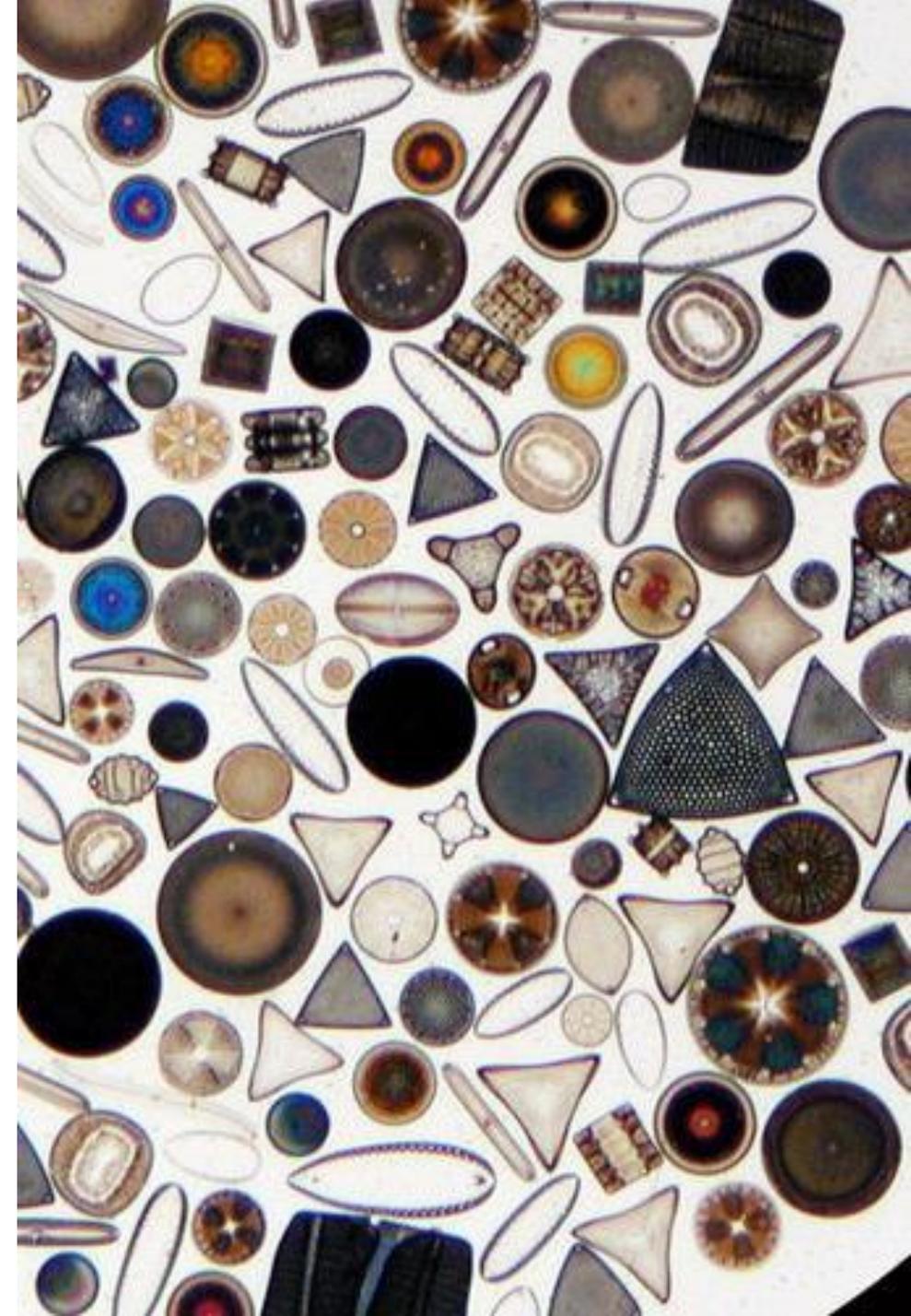


Figure 1

Environmental impact on aquatic biodiversity, ecological integrity and functioning of aquatic ecosystems. Modified from Stevenson (2014).

IMPORTANCIA

- 1/4 parte de la biomasa vegetal
- Productores primarios (ppn del planeta = 1.4×10^{14} ; 20-25% por diatomeas marinas), depende de la calidad del agua.
- Producen 1/4 del oxígeno que respiramos
- Alimento de protozoarios y mamíferos marinos
- Una especie tóxica: ácido domoico (Veneno de amnesia en peces) neurotoxina, pérdida de memoria temporal, daño cerebral y muerte.
- Forman parte de las reservas de petróleo
- Forman la Diatomita



DIATOMITA

Roca silícica, sedimentaria de origen biogénico, compuesta por esqueletos fosilizados de las frústulas de las diatomeas.

PROPIEDADES

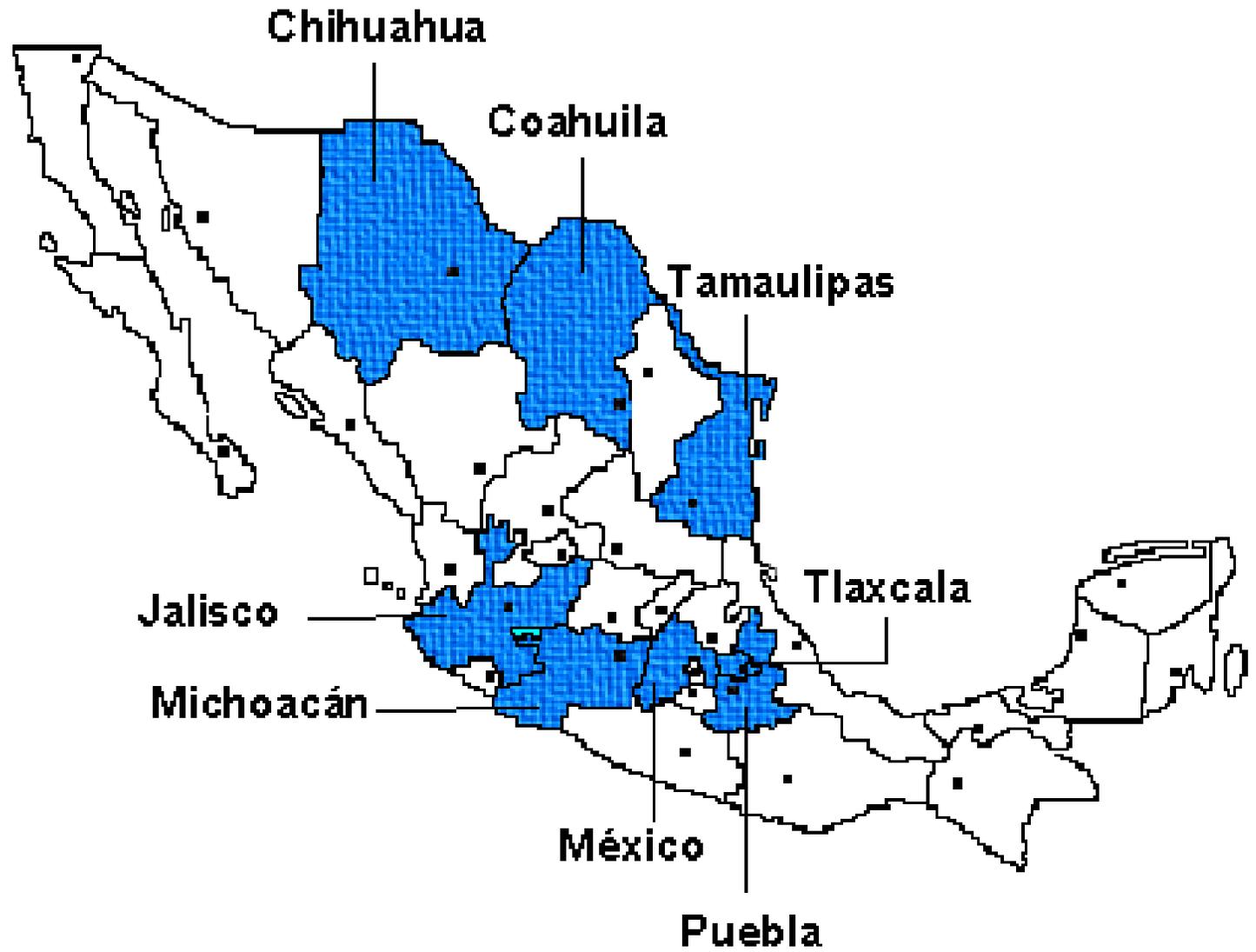
- Muy baja densidad
- Capacidad para absorber líquidos muy alta *
- Capacidad abrasiva suave *
- Conductividad térmica muy baja.
- Alta resistencia a la temperatura *
- Punto de fusión entre 1,400° a 1,750°C
- Dureza (7/9)
- Químicamente inerte



DIATOMITA

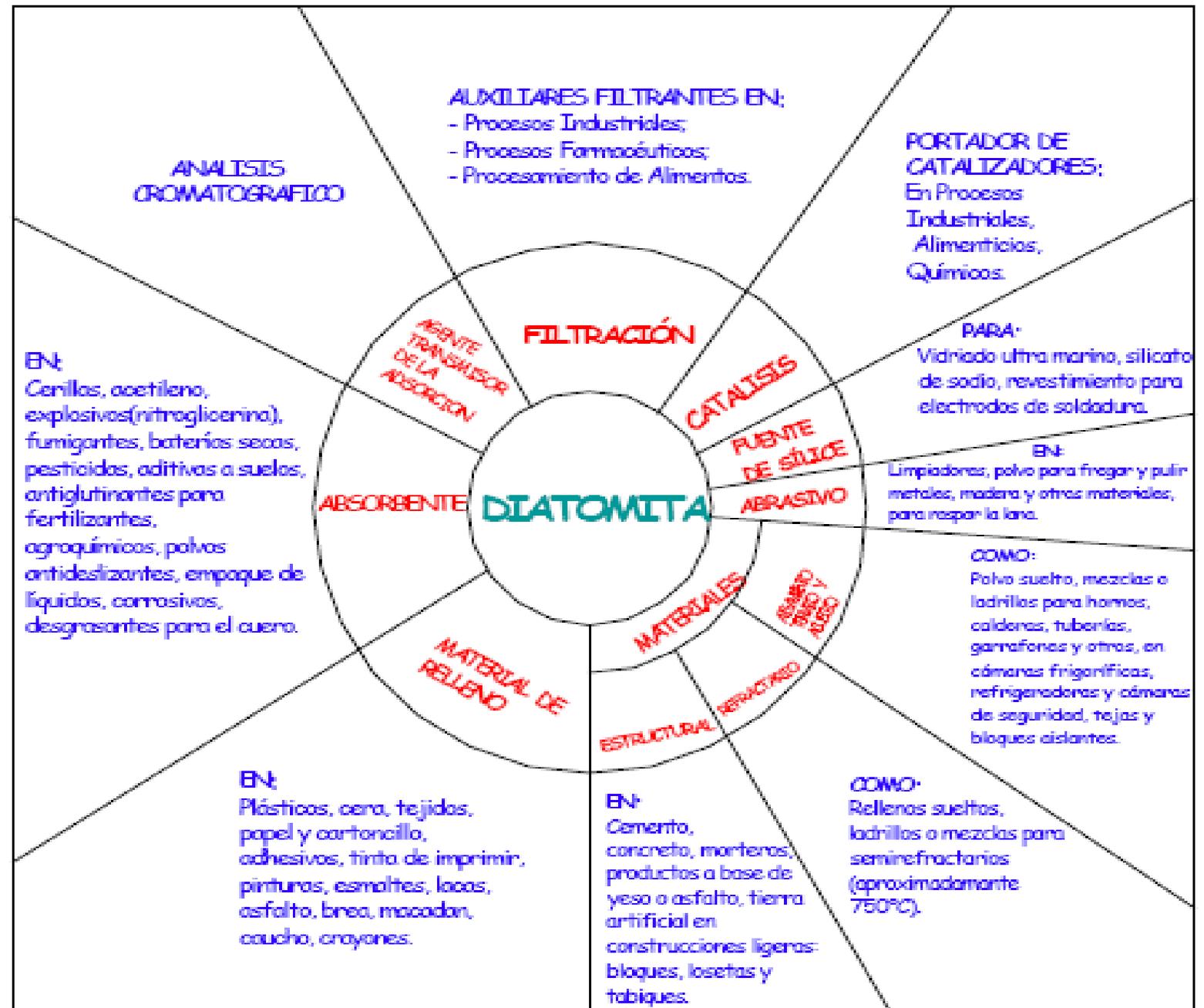
EU es el principal productor y consumidor mundial de diatomita

A nivel nacional, los yacimientos de diatomita de mayor importancia comercial se localizan en la región minera del Estado de Jalisco donde se genera el 99.9% de nuestra producción



USO DE LA DIATOMITA

Filtrantes
Decolorantes,
Aislantes,
Absorbentes y
Astringente
(insecticida)



DIATOM CULTURING

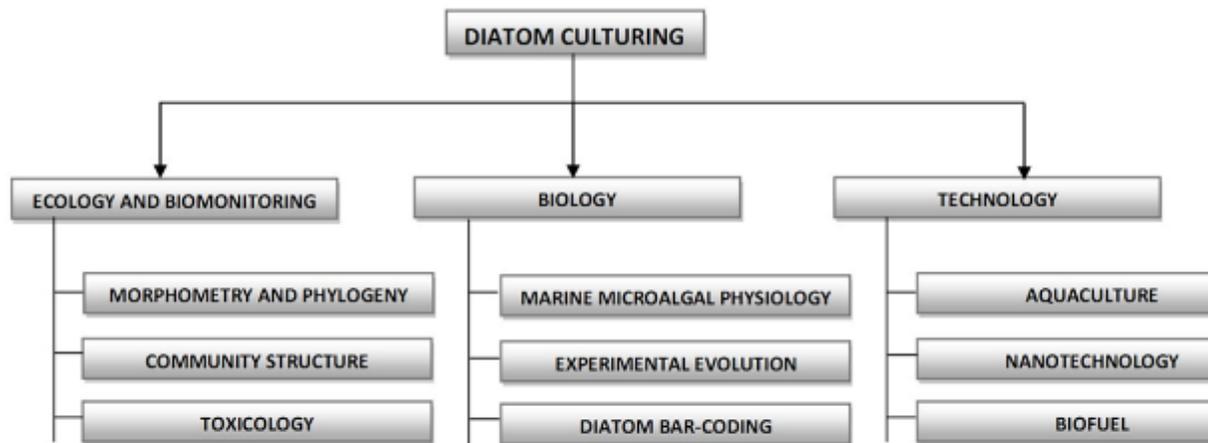
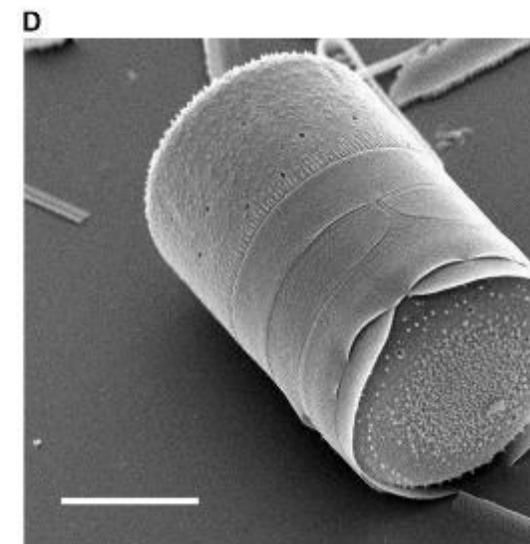
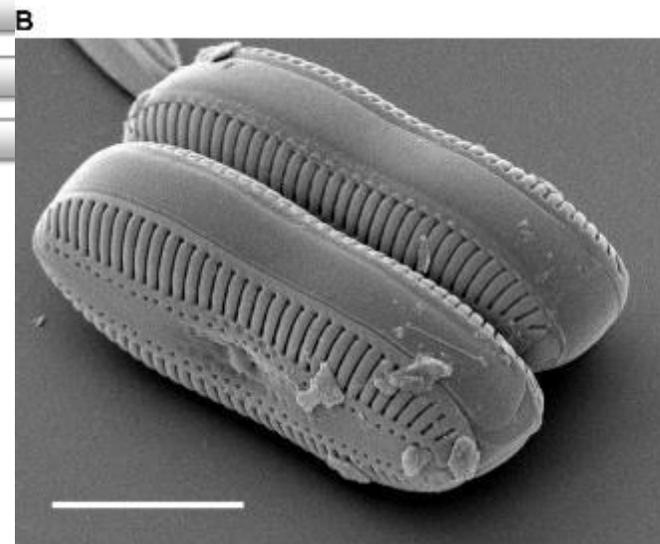
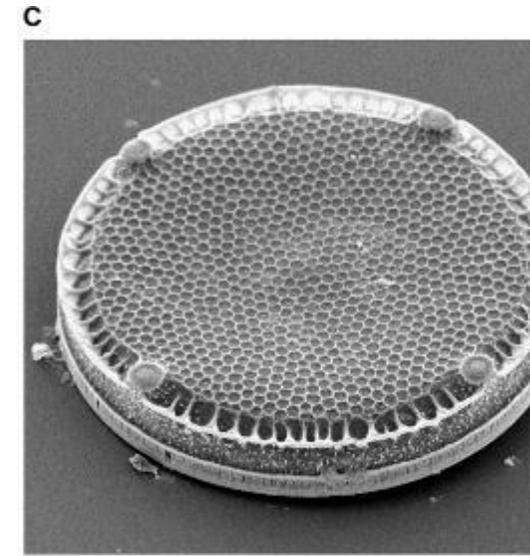
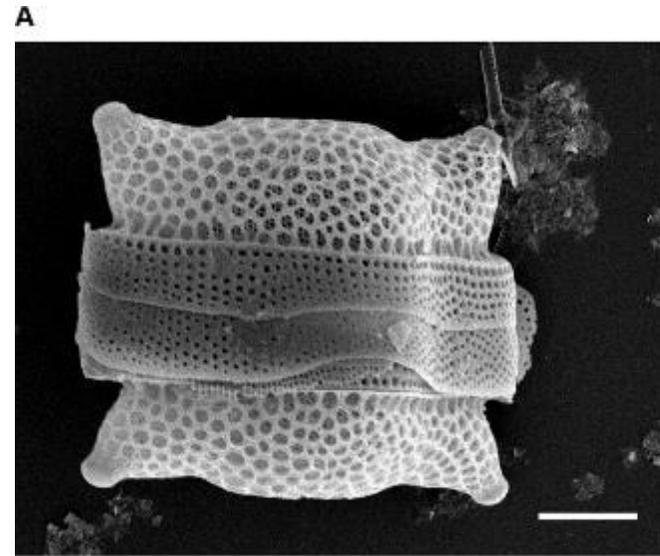


Figure 1: Applications of diatom culturing



DIATOMEAS COMO INSECTICIDAS O FERTILIZANTES



Silicio Orgánico Bio-Disponible

100% natural y seguro



¿Que es Diato-Fósil?

Se conoce como Diatomita o Tierra de Diatomeas. Son algas microscópicas fosilizadas con esqueletos formados por pequeñas estructuras de cristal llamado silicio. Después de millones de años estas diatomeas fosilizadas formaron nuestras minas de Silicio.

¿Cómo funciona?

Como fertilizante orgánico:

- Remineraliza y activa nutrientes con un efecto de "liberación prolongada", por su alto grado de absorción.
- Potencializa todos los fertilizantes.
- Protege a los cultivos del estrés de Rayos UV, heladas y sequías.

Como insecticida natural:

- La estructura cortante de las Diatomeas rasga el cuerpo de los insectos y absorbe sus fluidos corporales, causando su deshidratación y muerte.
- Protege a los cultivos y previene enfermedades.



Controla pulgas y garrapatas en ganado y aves de corral.

ANÁLISIS QUÍMICO*

Silicio (SiO ₂)	83.90%
Aluminio (Al)	0.47%
Hierro (Fe)	0.35%
Calcio (Ca)	3.90%
Magnesio (Mg)	0.90%
Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	7.00%

*Laboratorio A-L de México S.A. de C.V.

GRANULOMETRIAS	ESCALA TYLER %	APLICACIÓN
Malla de 30 a 125	90%	Al suelo
Malla de 200 a 325	90%	Foliar/Suelo

*Color blanco-grisáceo a beige. *Sacos de 25 kg

Usos de DIATO-FÓSIL

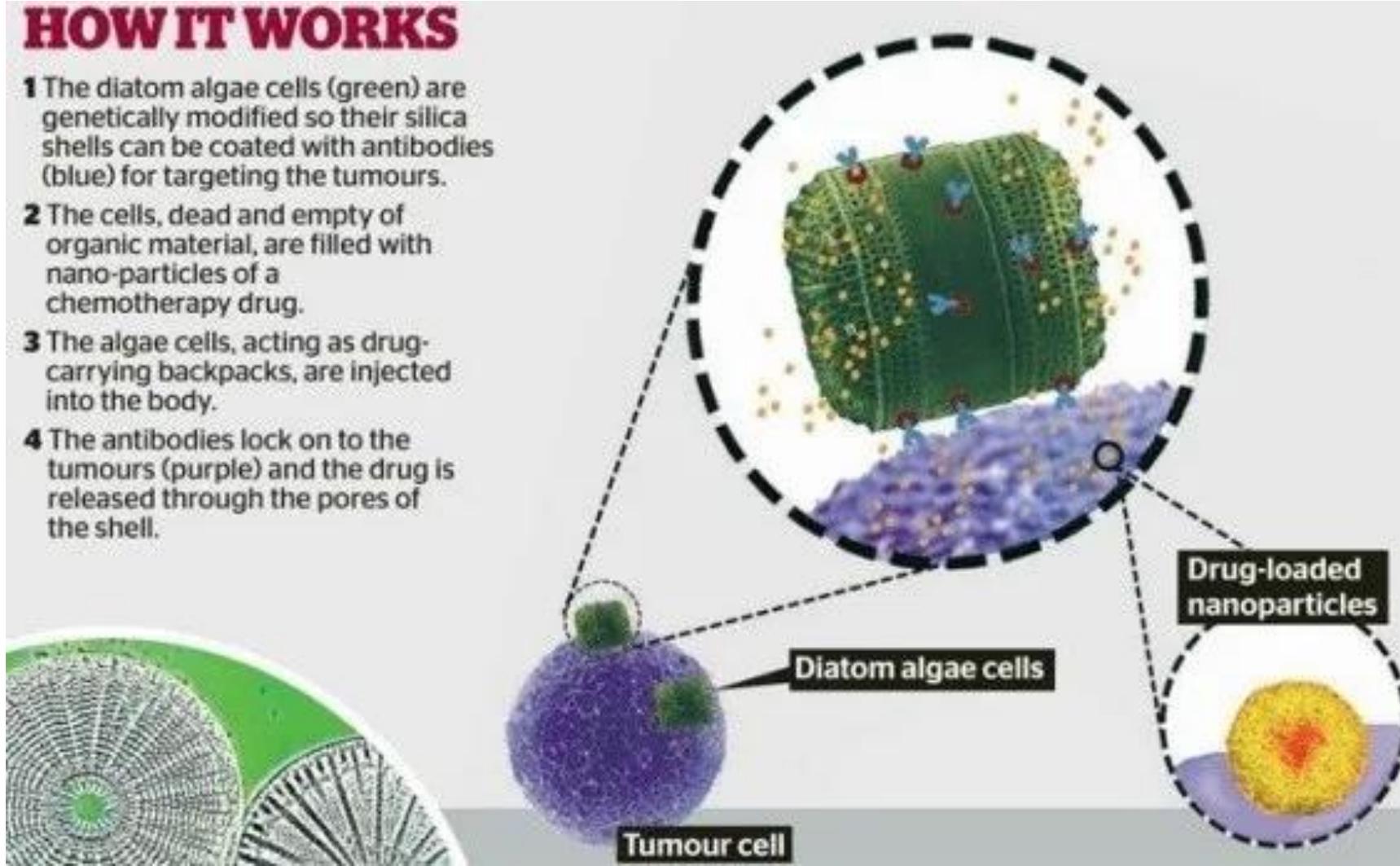
- Potencializador de fertilizantes y mejoradores de suelo como:
 - * Calcio, Yeso y Magnesio agrícolas.
 - * Compostas orgánicas.
- Remineralizador de suelos agrícolas y activador de nutrientes.
- Control natural de plagas rompiéndoles el ciclo biológico al atacar todos sus estados (adultos, ninfas, huevos).
- En sanidad animal funciona como desparasitante orgánico y reductor de poblaciones de moscas e insectos en paja corral.
- Protege los granos en almacenamiento del ataque de los insectos, hongos y humedad.
- Retarda la aparición de lama en estanques y depósitos de agua.
- Absorbente ecológico para contención de derrames.

DIATOM AS A TOOL FOR CANCER DRUG DELIVERY

<https://news.algaeworld.org/2016/07/potential-applications-of-diatom/>

HOW IT WORKS

- 1** The diatom algae cells (green) are genetically modified so their silica shells can be coated with antibodies (blue) for targeting the tumours.
- 2** The cells, dead and empty of organic material, are filled with nano-particles of a chemotherapy drug.
- 3** The algae cells, acting as drug-carrying backpacks, are injected into the body.
- 4** The antibodies lock on to the tumours (purple) and the drug is released through the pores of the shell.



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Bold, H. C. & M. Wynne. 1978. Introduction to the algae, structure and reproduction. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J.
- Drebes, G. 1997. Sexuality. 250-283. In: Werner, D. (ed.). The Biology of Diatoms. Botanical monographs Vol. 13. University of California Press. E.U.A.
- Graham, L. & L. Wilcox. 2000. Algae. Prentice Hall.
- Lee, R. E. 1980. Phycology. Cambridge University Press. Cambridge.
- Van Den Hoek, D.G. Mann & H.M. Jahns 1998. Algae: An Introduction to phycology. Cambridge.
- Shrestha, R.P., B. Tesson, *et al.* 2012. Whole transcriptome analysis of the silicon response of the diatom *Thalassiosira pseudonana* BMC Genomics (2012), p. 13
- Izco et al. 2004. Botánica. Ed. McGraw-Hill, Interamericana
- Taylor, J.C., CGM Archibald and WR Harding. 2006. An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa . Report to the Water Research Commission by DH Environmental Consulting.
- Romann, J. et al. 2015. Wavelength and orientation dependent capture of light by diatom frustule nanostructures. Sci Rep 5, 17403,
- Pennesi, C., Caputo, A., Lobban, C.S., Poulin, M. & Totti, C. (2017) Morphological discoveries in the genus *Diploneis* (Bacillariophyceae) from the tropical west Pacific, including the description of new taxa. *Diatom Research* 32: 195–228.
- Sánchez, G.E., D. Sarno, M. Montresor, R. Siano & C.B. Lange. 2009. Germinación de estadios de resistencia de diatomeas y dinoflagelados en sedimentos marinos de dos áreas de surgencia. *Gayana Bot.* 66(2): 239-255.
- Dalu T, Froneman PW (2016) Diatom based water quality monitoring in Africa: challenges and future prospects. *Water SA* 42(4):551–559.
- <https://www.slideshare.net/pepelevu2012/tt281-07>
- <http://tolweb.org/Diatoms/21810>
- <https://diatoms.org/glossary/auxospores>
- <https://www.vistaalmar.es/ciencia-tecnologia/biologia/6720-diatomeas-tienen-sexo-amonio-pone-estado-animo.html>
- [https://www.unioviado.es/bos/Asignaturas/Botanica/Imágenes/Lithodesmium%20sp.%20\(Diatomeas\).JPG](https://www.unioviado.es/bos/Asignaturas/Botanica/Imágenes/Lithodesmium%20sp.%20(Diatomeas).JPG)
- <https://news.algaeworld.org/2016/07/potential-applications-of-diatom/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Biological_life_cycle

<https://youtu.be/nuKJyCdAkKA>
<https://youtu.be/NrhSqu8YCB0>
<https://youtu.be/l-uN2RPvDSM>
<https://youtu.be/gVI-P0AWDd4>
<https://diatoms.org>