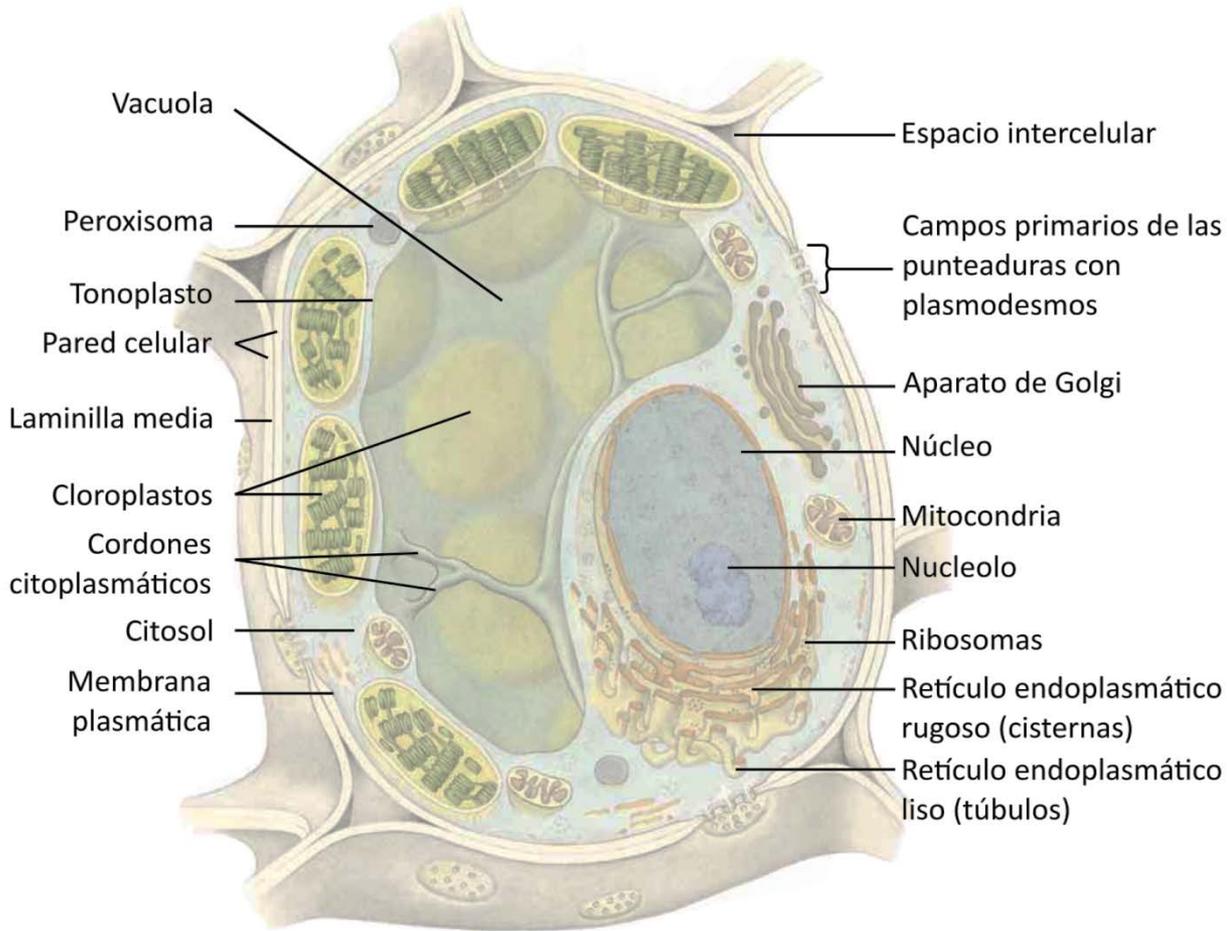


Citología 2

- Membrana plasmática
- Organelas rodeadas por dos unidades de membrana:
 - Plastos o plastidios
 - Mitocondrias
- Organelas rodeadas por una unidad de membrana:
 - Peroxisoma
 - Vacuola
- Sustancias Ergásticas
- Sistema endomembranoso



Célula vegetal: estructuras



Esquema modificado de Evert y Eichhorn 2013

Fotografía obtenida con
microscopio electrónico



Célula vegetal: estructuras

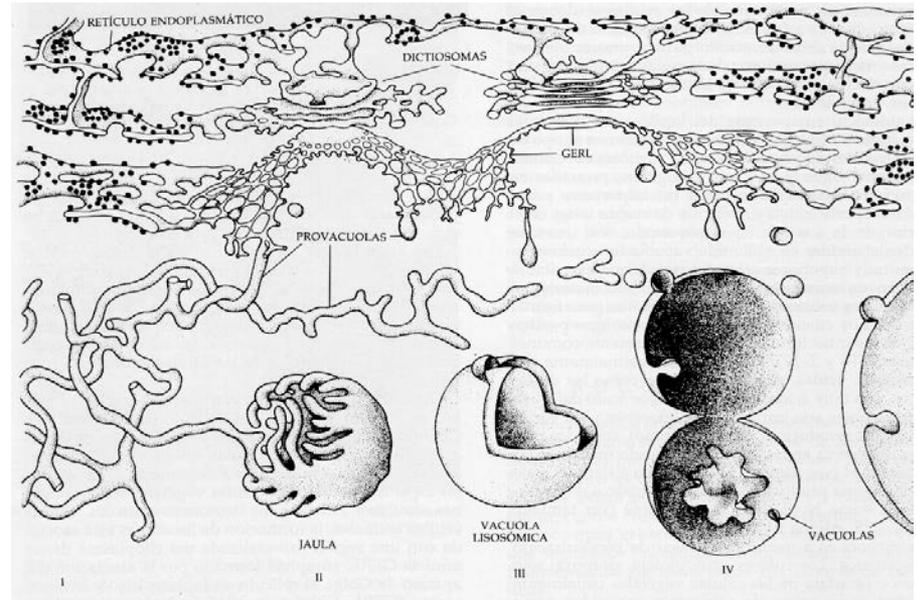
| | | |
|----------------------------------|---|---|
| PARED CELULAR | Laminilla media Pared primaria Pared secundaria Plasmodesmos | |
| PROTOPLASTO o PROTOPLASMA | Núcleo | Envoltura nuclear (Carioteca) Nucleoplasma Cromatina Nucleolo |
| | Citoplasma | Membrana citoplasmática (Plasmalema) |
| | | Citosol |
| | | Organelas rodeadas por dos membranas: Plastos o plastidios Mitocondrias |
| | | Organelas rodeadas por una membrana: Peroxisomas Vacuolas (rodeadas por tonoplasto) |
| | | Sistema endomembranoso: Retículos endoplasmáticos Aparato de Golgi o Dictiosomas Vesículas |
| | | Citoesqueleto: Microtúbulos Microfilamentos |
| | | Ribosomas |
| | | Cuerpos o gotas lipídicas |

Citoplasma

- Es el soporte del metabolismo celular.
- Es una sustancia viscosa, más o menos transparente que rodea al núcleo; a pesar del alto porcentaje de agua su composición es compleja.
- El **citósol**: la matriz en que están suspendidos los orgánulos citoplasmáticos.
- Numerosas reacciones son catalizadas por enzimas presentes en el citoplasma que intervienen en la síntesis o desdoblamiento de sustancias.
- El citoplasma está separado de la pared celular por la membrana **plasmática o plasmalema**, y de las vacuolas por el **tonoplasto**.
- Las conexiones citoplasmáticas entre células vecinas ocurren a través de los **plasmodesmos**, que permiten el transporte intercelular de macromoléculas.

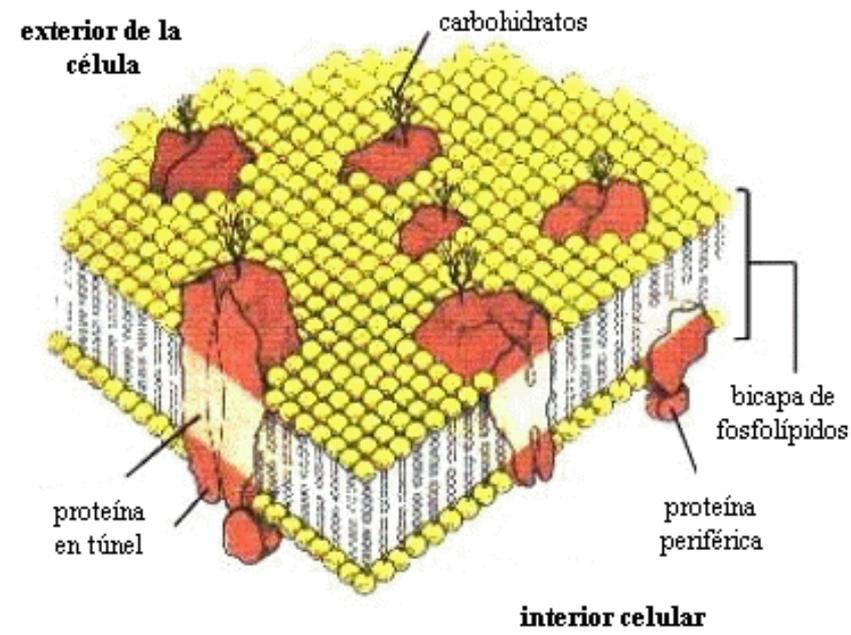
Biomembranas

- El aspecto de la membrana plasmática y otras membranas celulares (tonoplasto, retículo endoplasmático, tilacoides, etc.) bajo el microscopio electrónico es **muy similar** en todos los organismos:
- Presentan **dos capas oscuras que encierran una capa clara** (en total 70-85 Å de espesor; 1Å angstrom= 0,0001 μm).
- Esta estructura fue denominada "**unidad de membrana**"
- Las membranas son estructuras móviles y dinámicas que cambian continuamente su forma y superficie.



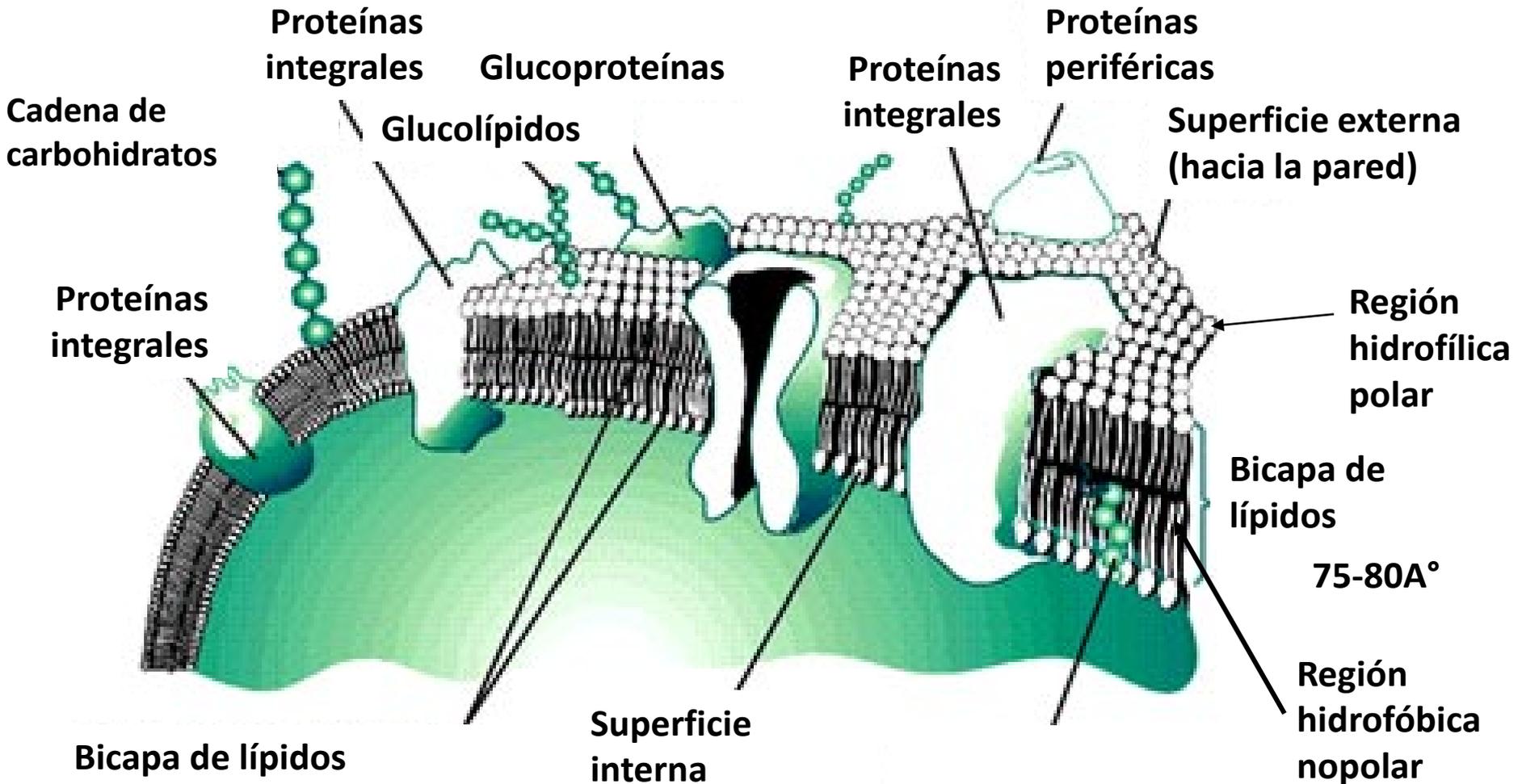
Biomembranas: estructura

- En la actualidad el modelo más aceptado para explicar la estructura de las membranas es el llamado "**mosaico fluido**".
- su base estructural es una **capa bimolecular de fosfolípidos**
- las moléculas son lineares (**extremos hidrófilos (cabezas) hacia el exterior y los extremos hidrófobos (colas) hacia el interior**) y se asocian débilmente por los lados, permitiendo que las moléculas se desplacen fácilmente en el plano.
- Además hay **proteínas suspendidas** de distinto tipo, algunas de ellas enzimáticas, y además pequeñas cantidades de hidratos de carbono.
- Las **proteínas** pueden estar **integradas**: **proteínas transmembrana**, integrales o en túnel o estar laxamente asociadas: proteínas periféricas o extrínsecas



Esquema de Raven *et al.* 1991

Biomembranas: estructura



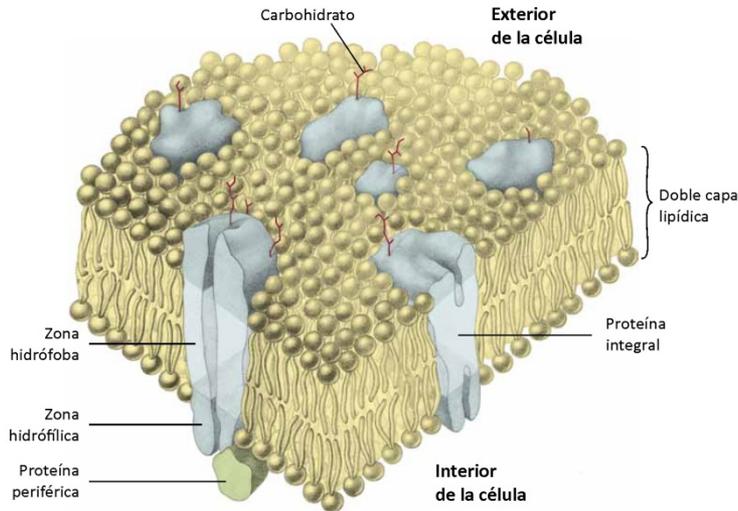
Bicapa de fosfolípidos: estructura fluida e impermeable, 40-50%

Proteínas: funciones de la membrana (transducción de la energía), 60-50%

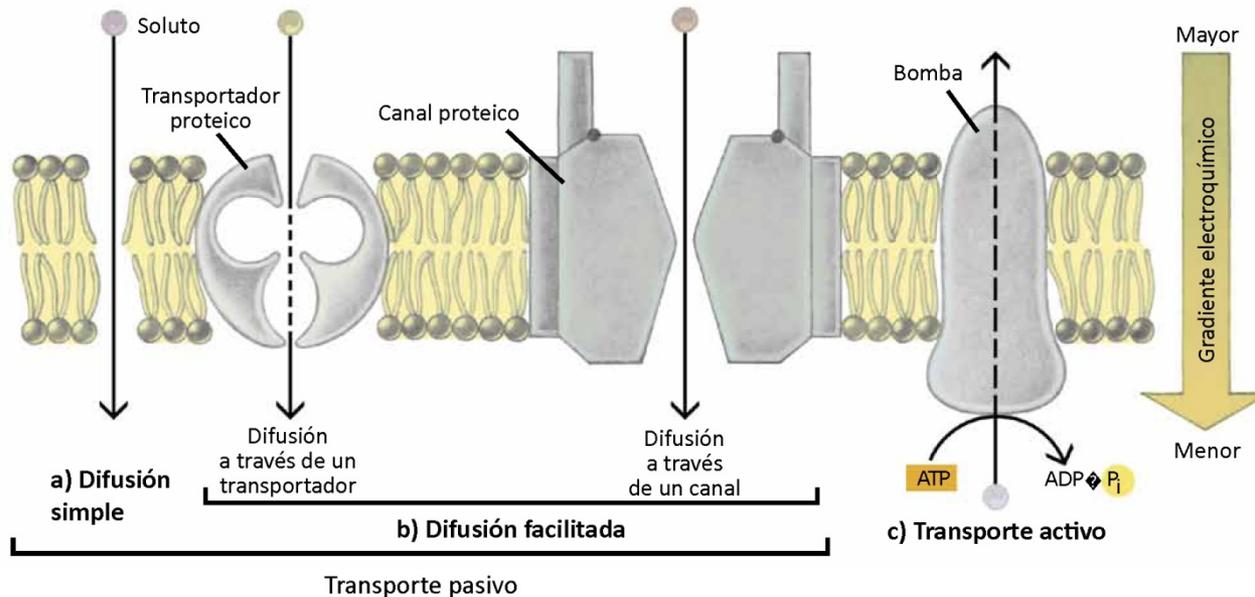
Plasmalema

- la plasmalema o membrana plasmática **limita al citoplasma**
- su unidad de membrana presenta:
 - **la cara interna: LISA** en contacto con el citoplasma y
 - **la cara externa: RUGOSIDADES** producidas por la presencia de **glucolípidos y glucoproteínas** en contacto con la pared primaria con.
- varias funciones importantes:
 1. mediar en el **transporte de sustancias hacia fuera o hacia dentro del protoplasto** (iones, agua y otras sustancias) a través su **permeabilidad selectiva**
 2. **coordinar la síntesis y el ensamblaje de las microfibrillas** (celulosa) de la pared celular;
 3. **descifrar las señales hormonales y ambientales** aplicadas en el control del crecimiento y diferenciación celulares.

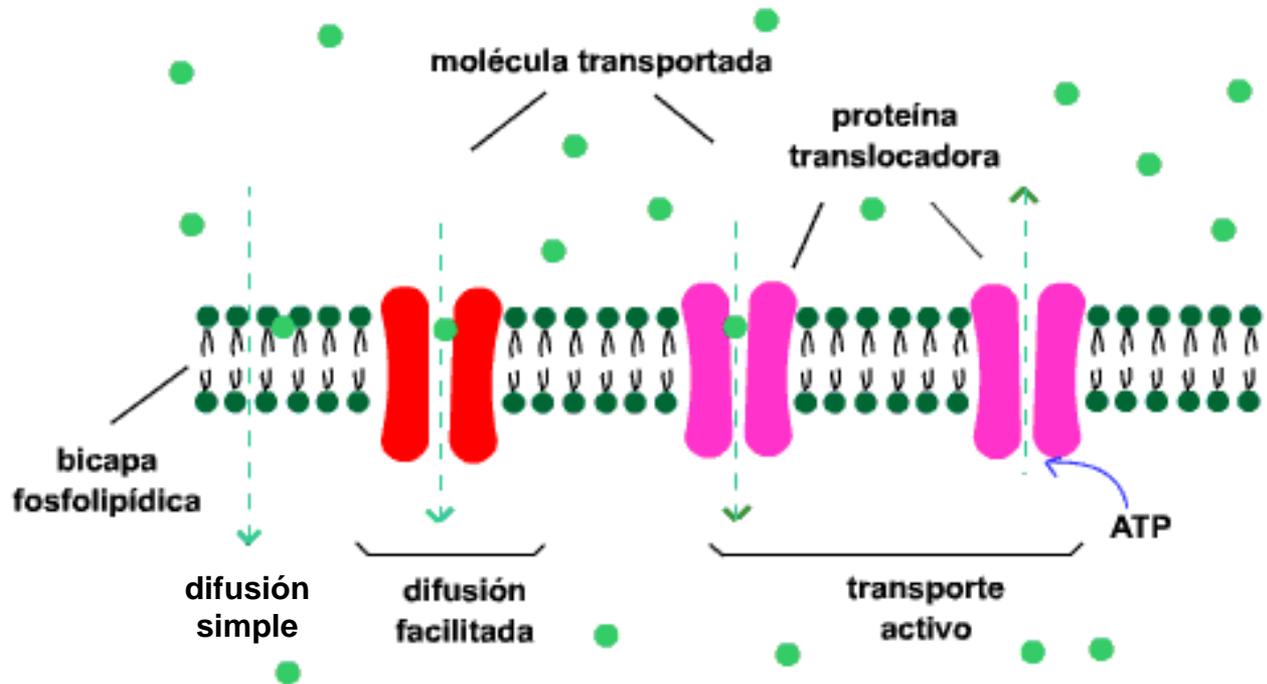
Plasmalema: permeabilidad selectiva



- A. Difusión simple:** moléculas no polares y bajo peso molecular
- B. Difusión facilitada:** canales iónicos en proteínas de transporte (agua, iones)
- C. Difusión a través de proteínas transportadoras con gasto de energía**



Biomembranas



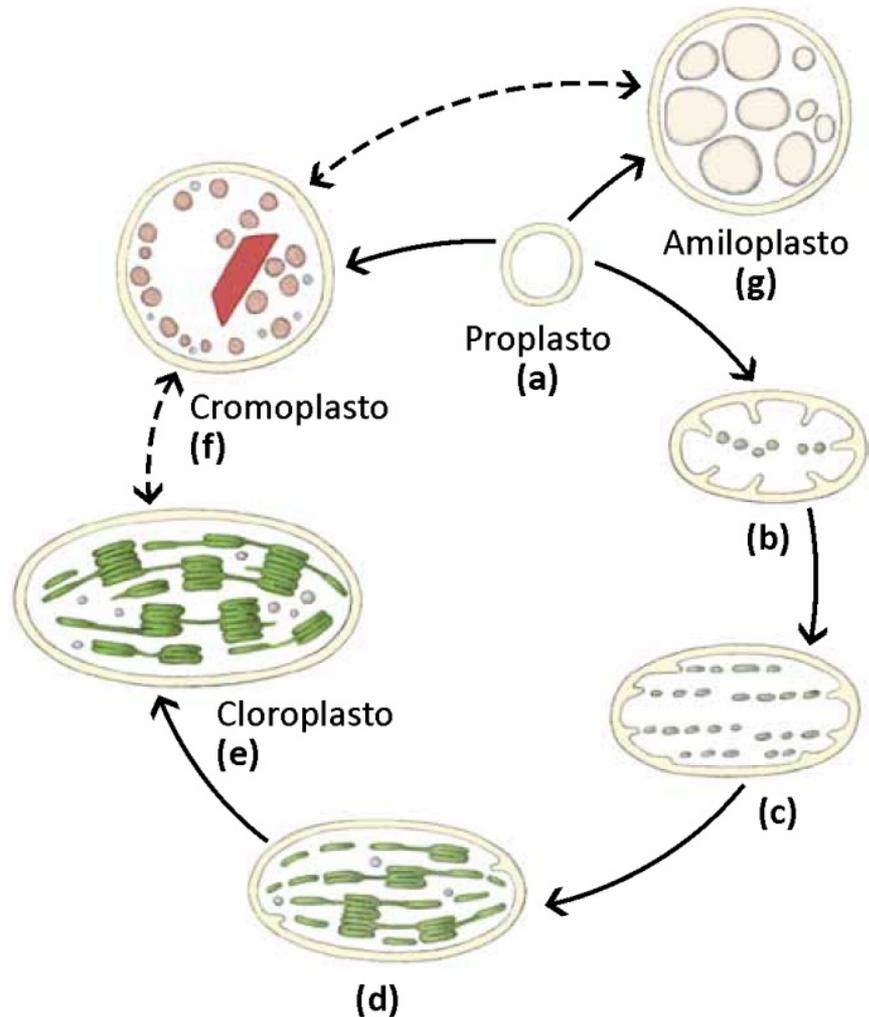
Esquema tomado de <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema7/7-1celula.htm>

Célula vegetal: estructuras

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| PARED CELULAR | Laminilla media Pared primaria Pared secundaria Plasmodesmos | |
| PROTOPLASTO o PROTOPLASMA | Núcleo | Envoltura nuclear (Carioteca) Nucleoplasma Cromatina Nucleolo |
| | Citoplasma | Membrana citoplasmática (Plasmalema) |
| | | Citosol |
| | | Organelas rodeadas por dos membranas: Plastos o plastidios Mitocondrias |
| | | Organelas rodeadas por una membrana: Peroxisomas Vacuolas (rodeadas por tonoplasto) |
| | | Sistema endomembranoso: Retículos endoplasmáticos Aparato de Golgi o Dictiosomas Vesículas |
| | | Citoesqueleto: Microtúbulos Microfilamentos |
| | | Ribosomas |
| | | Cuerpos o gotas lipídicas |

Plastos o plastidios

- orgánulos característicos de las células eucarióticas vegetales
- tienen formas y tamaños variados,
- envueltos por una **doble unidad de membrana**
- **poseen ribosomas** semejantes a los de las procariotas.
- se forman a partir de **proplastos**, que son los plástidos de células jóvenes.



Plastos o plastidios

- Los plástidos se clasifican de diferentes maneras.
- En función de la presencia/ausencia de pigmentos:

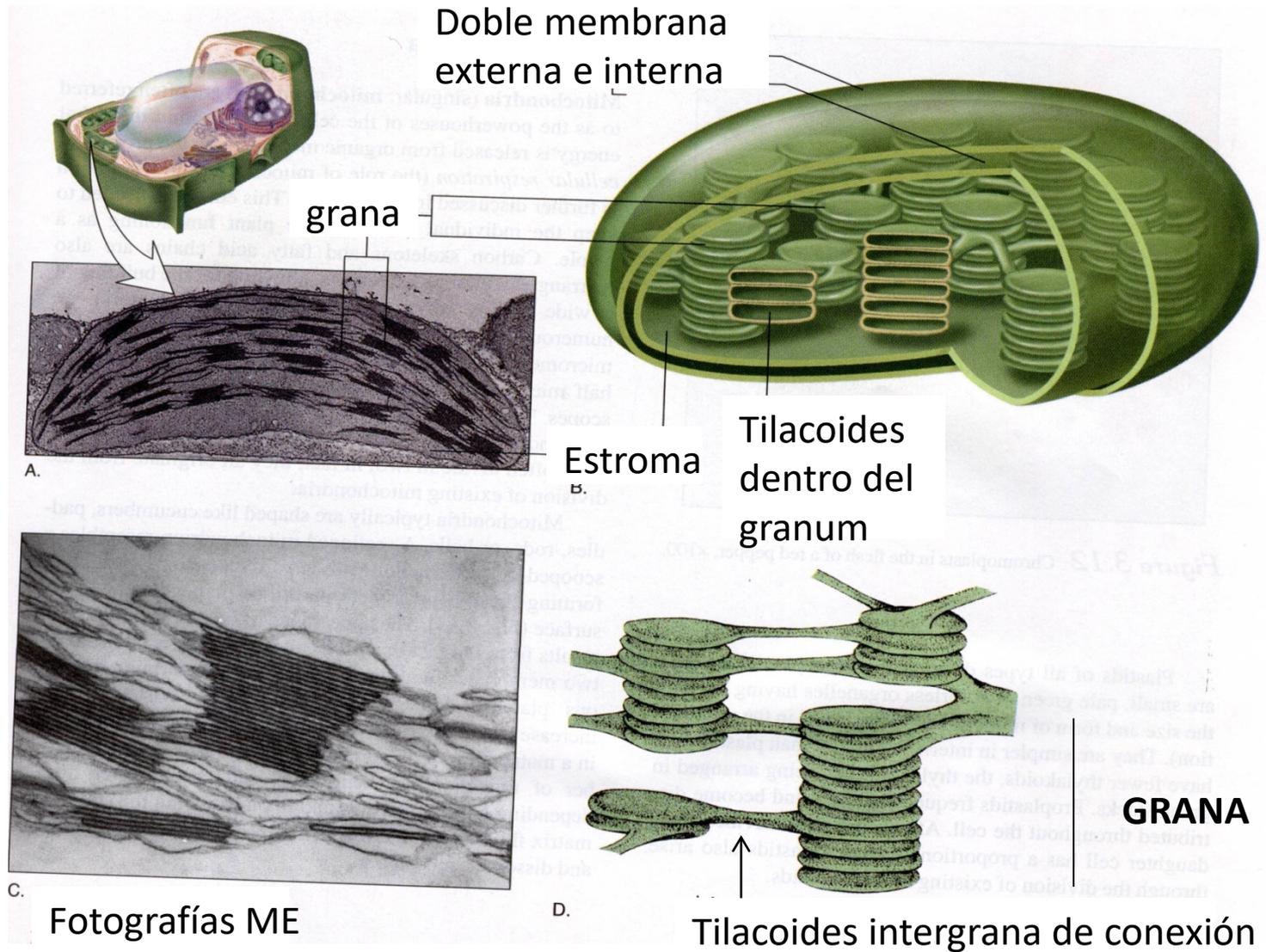
| | | |
|----------------------|---|--|
| Con pigmentos | <ul style="list-style-type: none">• Cloroplastos y gerontoplastos• Etioplastos | |
| | <ul style="list-style-type: none">• Cromoplasto | <ul style="list-style-type: none">• Globulosos• Fibrilares o tubulosos• Cristalinos• Membranosos |
| Sin pigmentos | <ul style="list-style-type: none">• Leucoplastos | <ul style="list-style-type: none">• Proplastos• Amiloplastos• Proteinoplastos• Oleoplastos o elaioplastos |

- Cada uno puede tener características de dos grupos o transformarse uno en otro (excepto los gerontoplastos que son los cloroplastos envejecidos, senescentes)

Plastos o plastidios: Cloroplastos

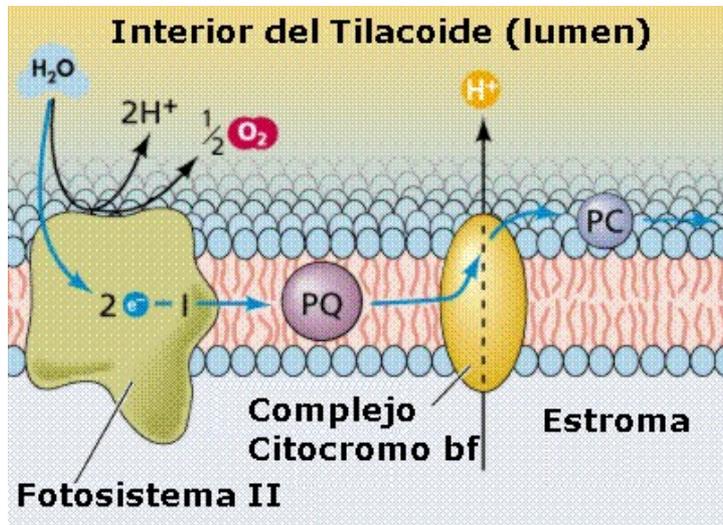
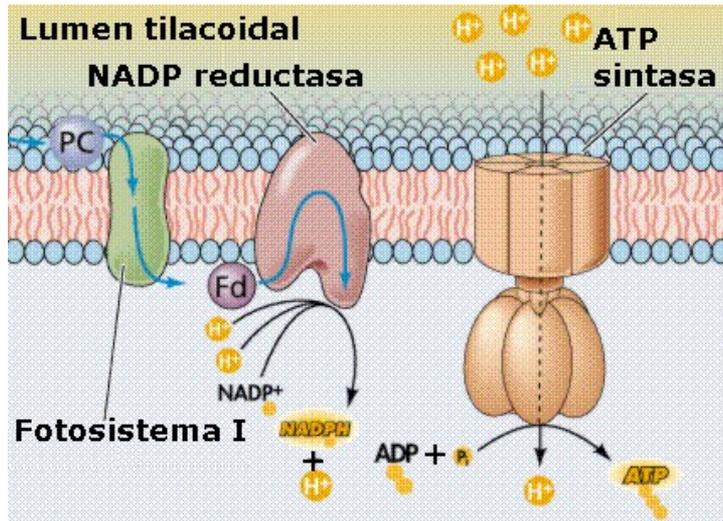
- característicos de las **células vegetales**. Rodeados por dos membranas. 4-6 μm de diámetro.
- realizan **fotosíntesis: constituyen el origen de los fotoasimilados**.
- también implicados en la **síntesis de los aminoácidos y de los ácidos grasos** y constituyen un lugar de **almacenaje temporal del almidón**
- tienen membranas internas aplanadas denominadas **tilacoides** donde se ubican el pigmento clorofiliano (verde) y carotenoides (amarillos y anaranjados que, en las hojas verdes, están enmascarados)
- Los tilacoides forman **discos aplanados** que se apilan como monedas (**granum**) y al conjunto se denomina **grana**, unidos a través de membranas (tilacoide intergrana)
- La matriz amorfa se denomina **estroma**, donde ocurren las reacciones de la fase oscura de la fotosíntesis (síntesis de azúcares). Posee ADN propio, ribosomas, almidón de asimilación, lípidos, plastoglóbulos (lípidos que contienen otros pigmentos)
- Una célula del mesófilo de las hojas contiene 40-50 cloroplastos y $500.000 / \text{mm}^2$.

Plastos o plastidios: Cloroplastos



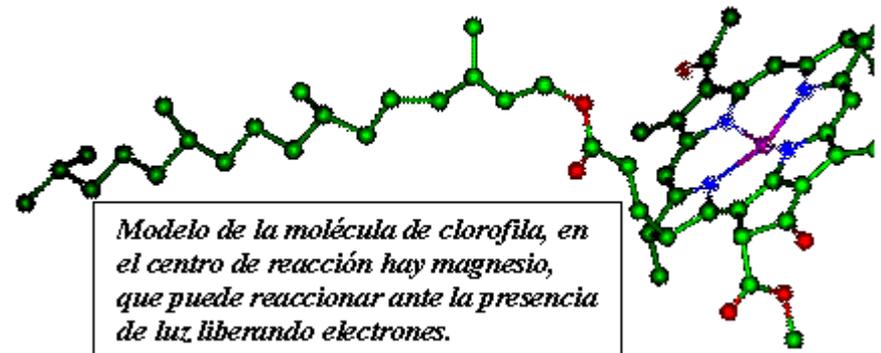
Plastos o plastidios: Cloroplastos

FOTOSÍNTESIS

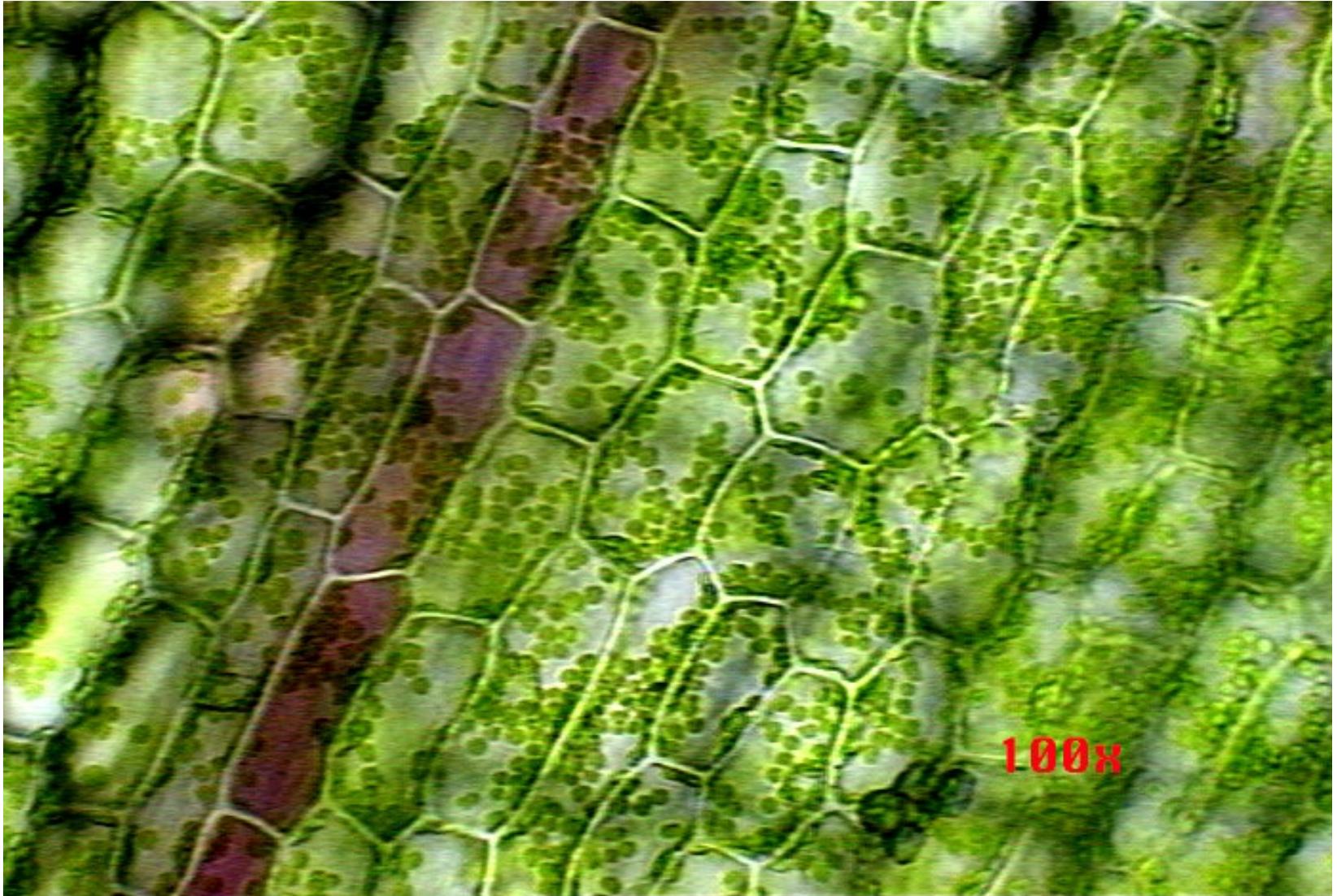


Fotosistema 1 (PS I): Se localiza principalmente en las **membranas de los tilacoides** no apilados, en contacto con el estroma. El centro de reacción tiene 2 moléculas de **clorofila a** denominadas P700 que absorben la luz a una longitud de onda de 700 nm.

Fotosistema 2 (PS II): Se localiza en los **grana**. Su centro de reacción contiene 2 moléculas de **clorofila a** denominadas P680, puesto que absorbe la luz a una longitud de de 680 nm.

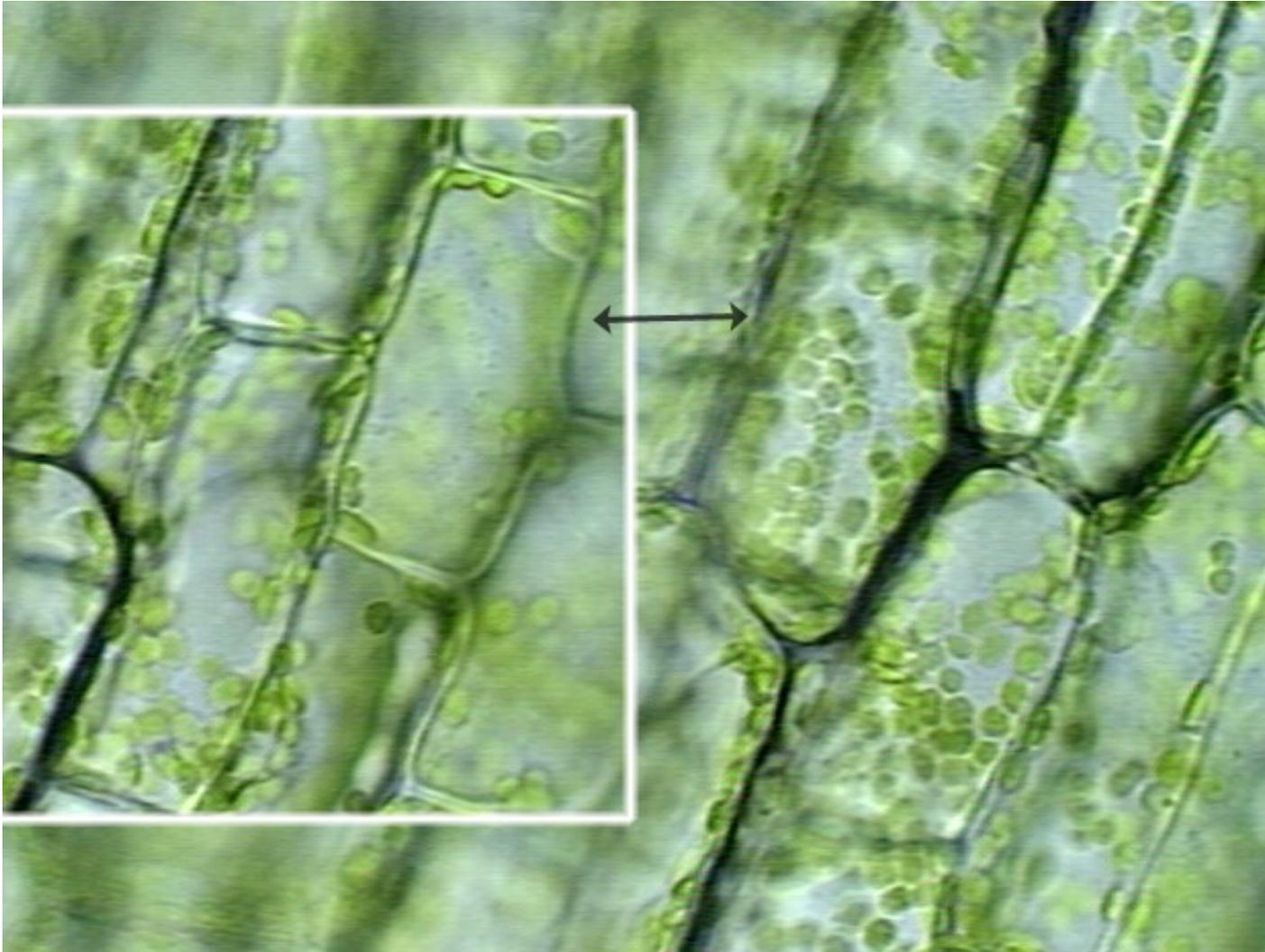


Plastos o plastidios: Cloroplastos



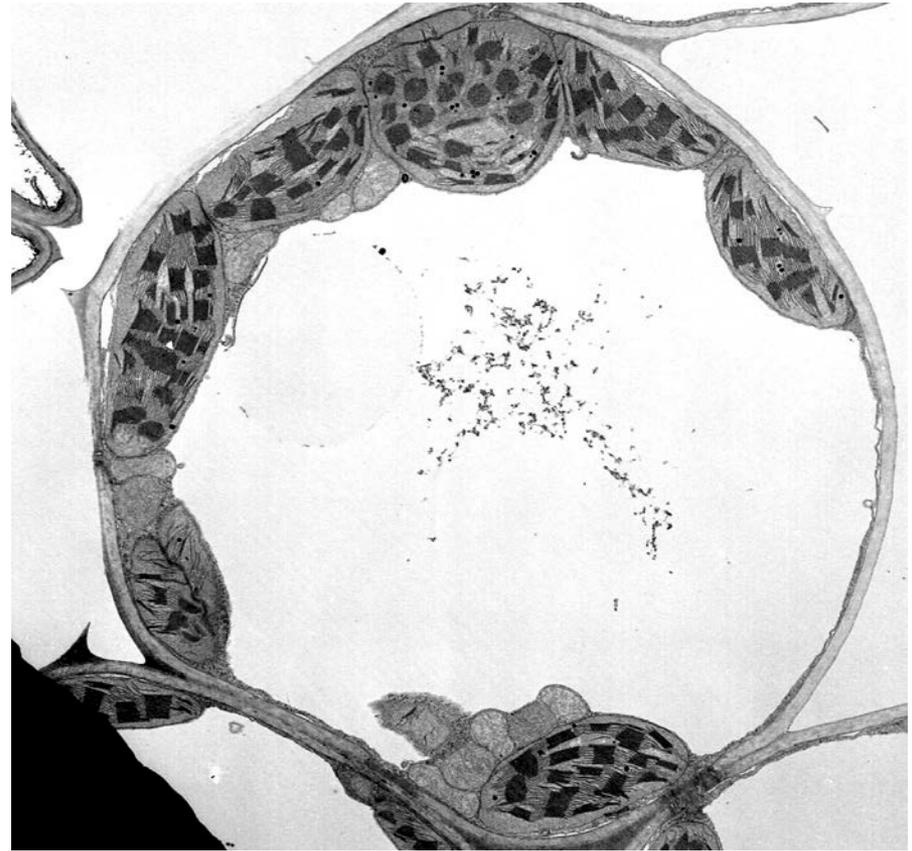
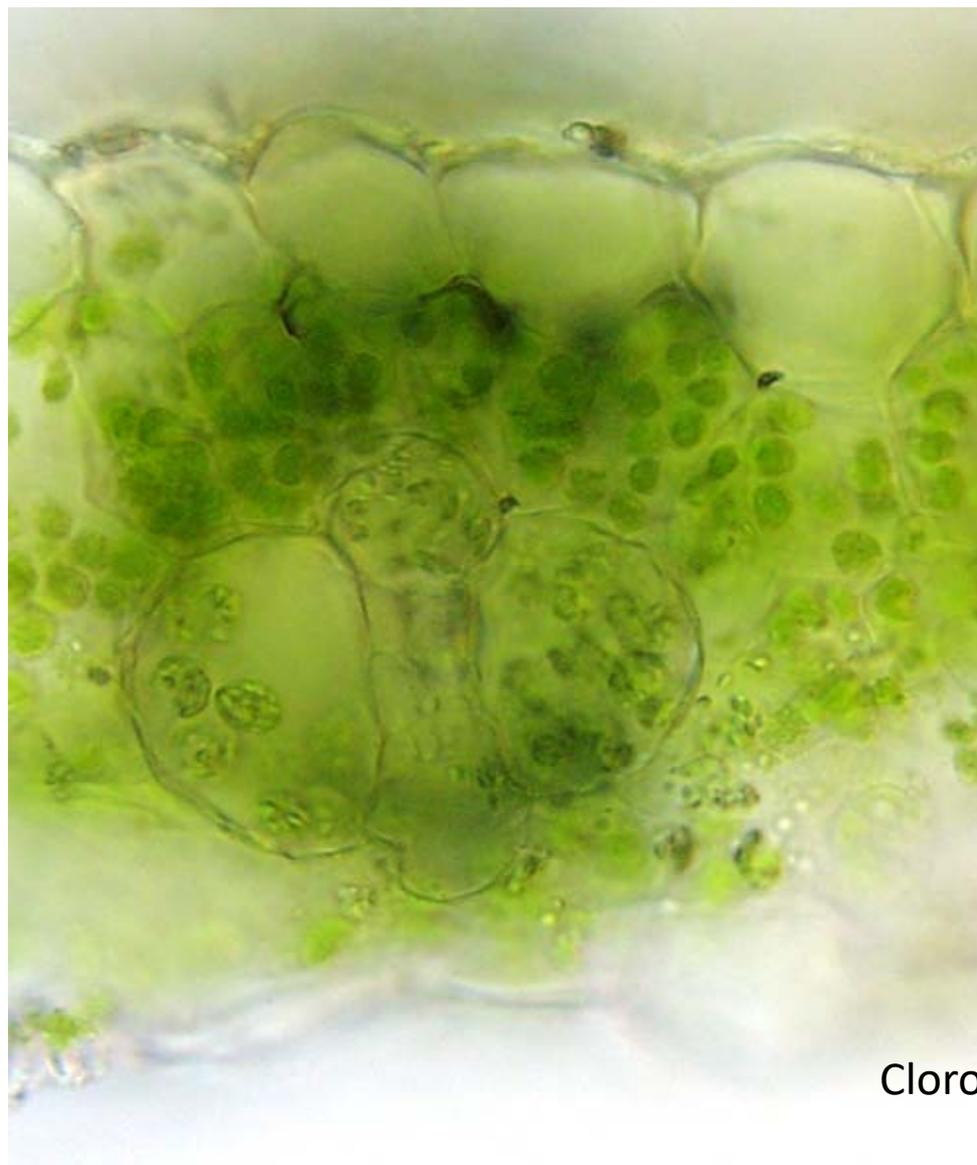
Cloroplastos en células del parénquima en empalizada de *Elodea*

Plastos o plastidios: Cloroplastos



Cloroplastos en *Elodea*

Plastos o plastidios: Cloroplastos



Cloroplastos orientados hacia el estímulo lumínico

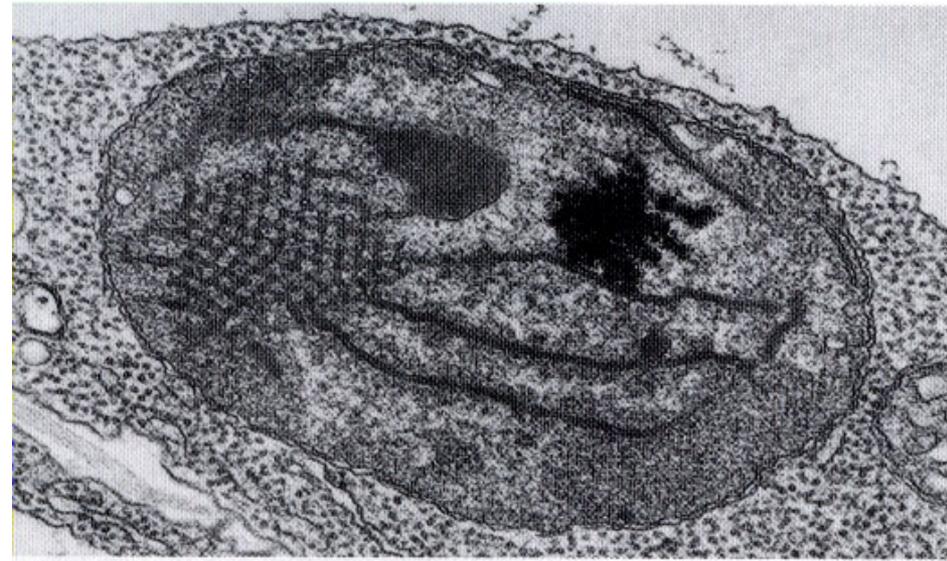
Plastos o plastidios

Gerontoplastos:

- cloroplastos senescentes, amarillos por la presencia de carotenoides, que aparecen en las hojas otoñales.
- constituyen la etapa final, irreversible, del desarrollo.

Etioplastos:

- se forman a partir de los proplastos en plantas cultivadas en la oscuridad.
- los tilacoides se disponen formando un cuerpo prolamelar, semicristalino.
- al ser expuestas las plantas a la luz, se transforman en cloroplastos



Etioplasto con cristaloide

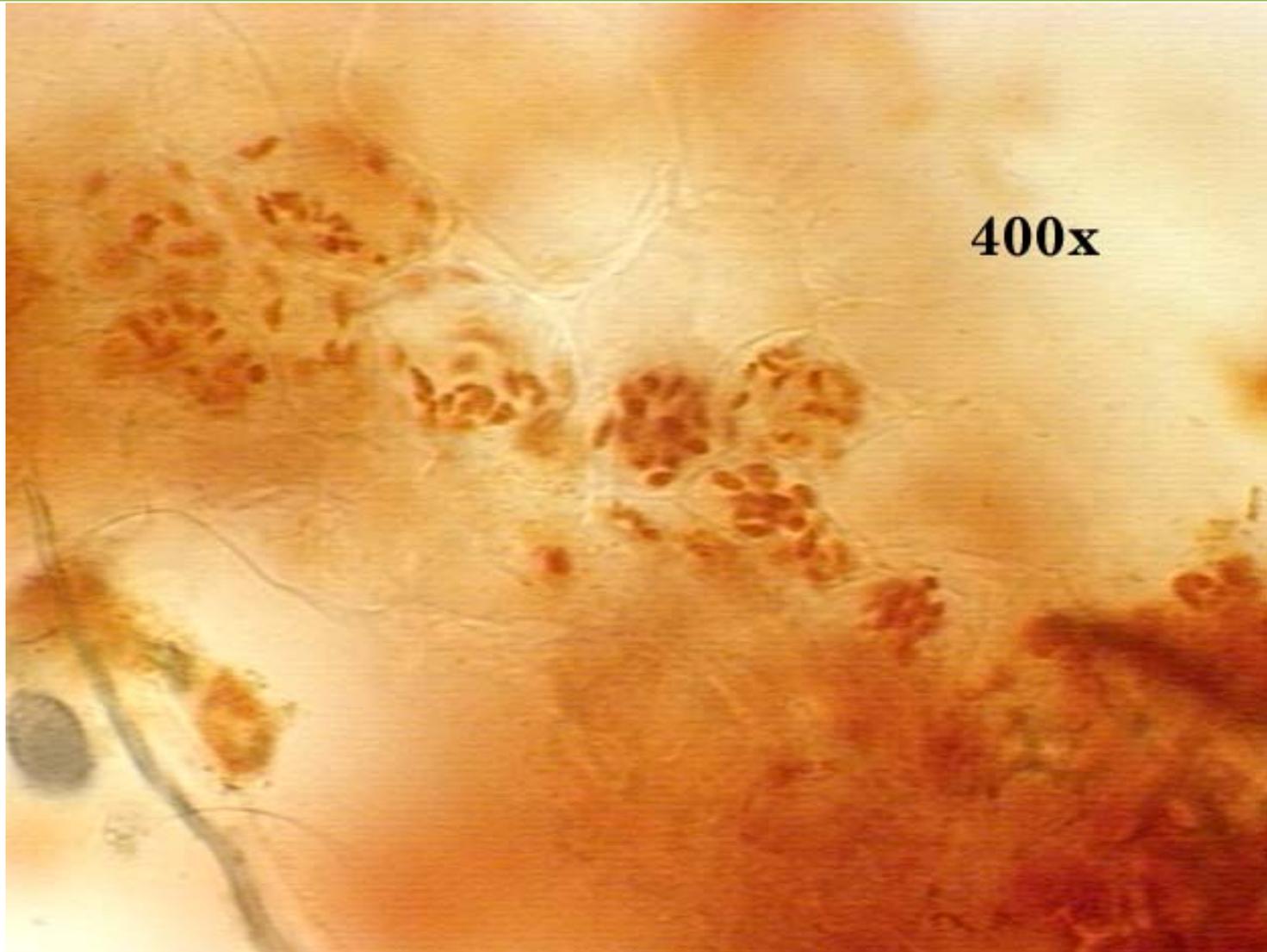
0.25 μm

Plastos o plastidios: cromoplastos

Cromoplastos (del griego *chroma*, color):

- **carecen de clorofila pero almacenan otros pigmentos carotenoides** (amarillos, anaranjados, rojos) característicos de flores (pétalos), frutos (como por ej. en tomate. pimiento), hojas senescentes, raíces (como por ej. zanahoria).
- tienen **forma muy variada**: redonda, ovalada, de huso, ameboides.
- se pueden desarrollar a partir de cloroplastos por la desaparición de la clorofila y de la membrana interna y la acumulación de carotenoides, como ocurre en la maduración de muchos frutos (por ej. tomate).
- la diferenciación de un cromoplasto **no es un fenómeno irreversible**, en la parte superior de raíces de zanahoria, expuestas a la luz, los **cromoplastos pueden diferenciarse en cloroplastos perdiendo los pigmentos y desarrollando tilacoides**.
- rol de atracción de polinizadores y para la dispersión.

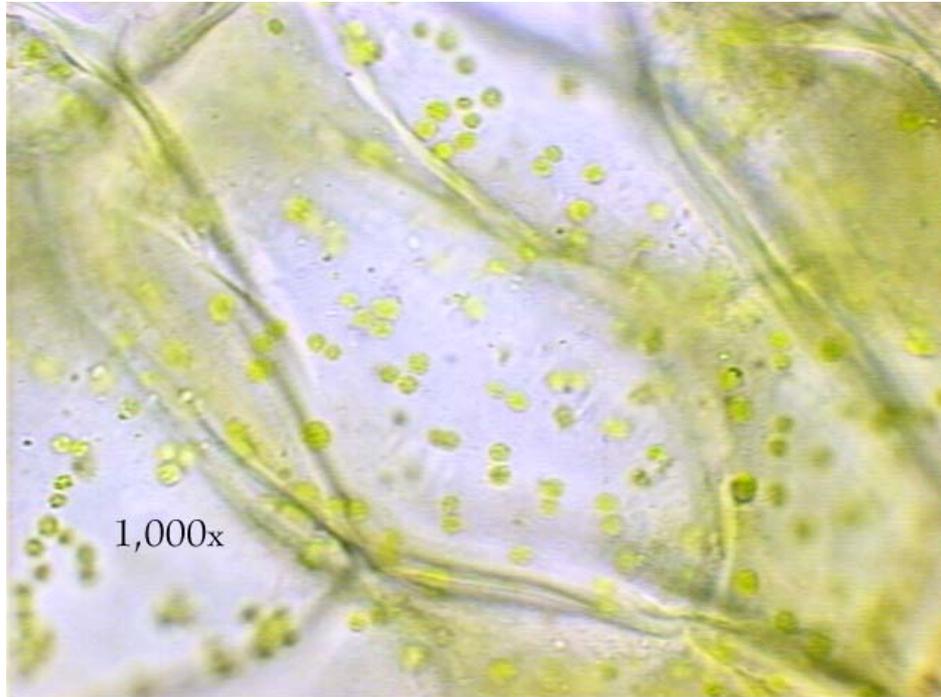
Plastos o plastidios: cromoplastos



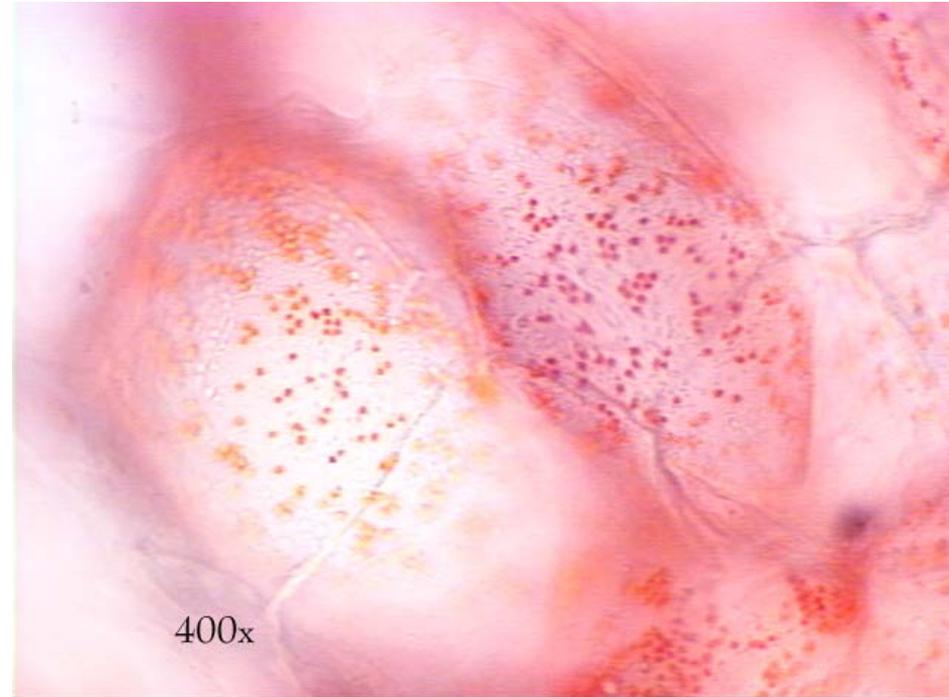
Cromoplastos con carotenoides

Plastos o plastidios: cromoplastos

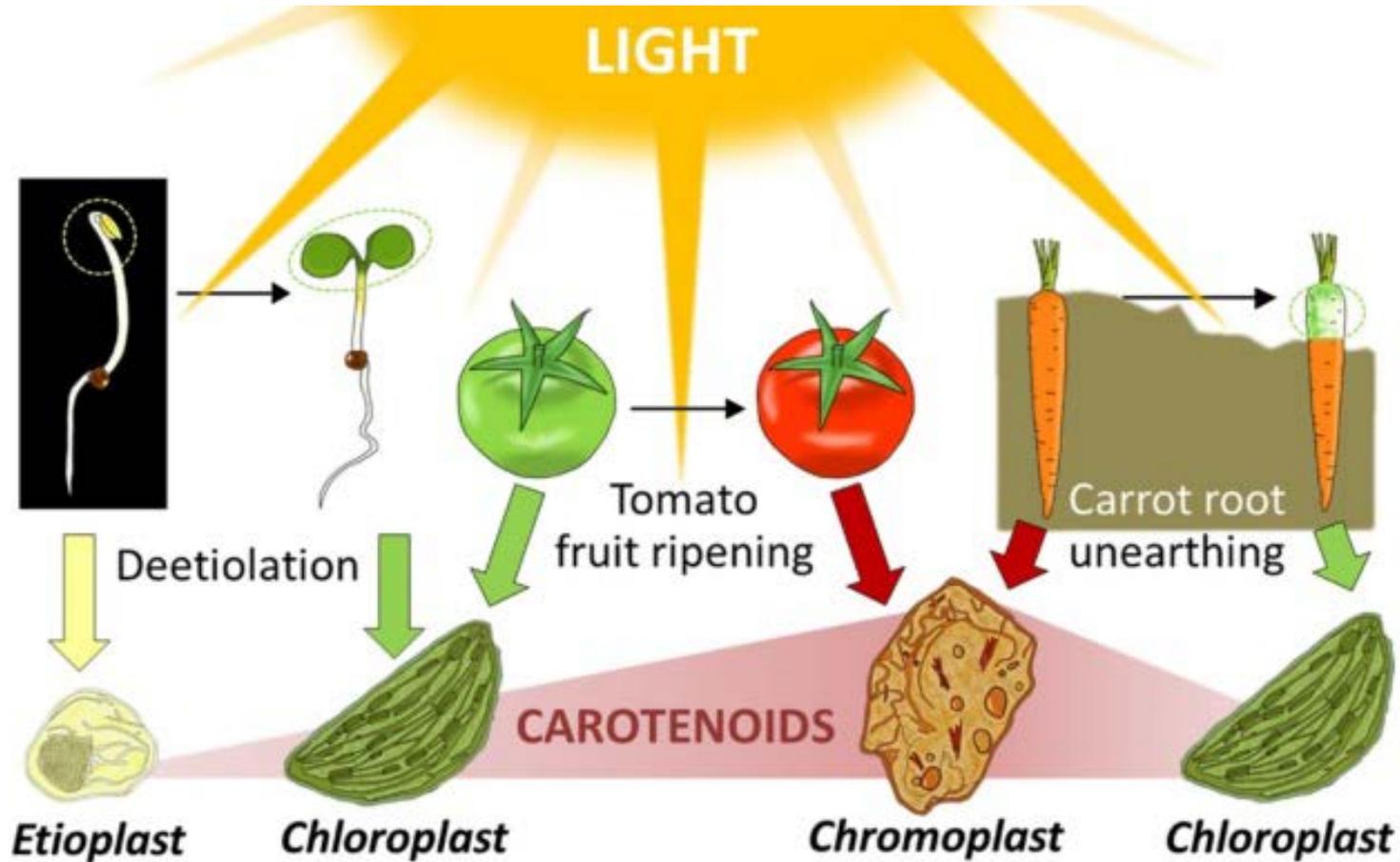
Cloroplastos en pimiento



Cromoplastos en pimiento



Plastos o plastidios: cromoplastos



Plastos o plastidios

Leucoplastos

- plástidos no coloreados (sin pigmentos) que muchas veces **almacenan ciertos productos vegetales**: almidón (amiloplastos), proteínas (proteinoplastos) y grasas (elaioplastos u oleoplastos).
- se hallan en órganos incoloros o no expuestos a la luz.
- se suelen incluir en esta categoría a los proplastos.

Amiloplastos

- El almidón se forma en los cloroplastos durante la fotosíntesis.
- Luego es hidrolizado y se resintetiza como almidón de reserva en los amiloplastos o granos de almidón.
- forma muy variada: esféricos, ovales, alargados (en forma de fémur)
- muestran una deposición en capas alrededor de un punto, **el hilo**, que puede ser céntrico (gramíneas y leguminosas) o excéntrico (*Solanum*)
- Cuando hay más de un hilo se forman granos compuestos (Avena, *Oryza*)

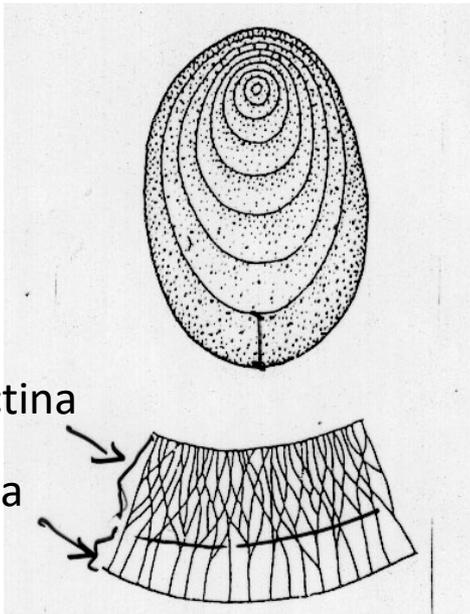
Proteinoplastos

- frecuentes en los elementos cribosos del floema.
- pueden presentar las proteínas en forma de cristales o filamentos

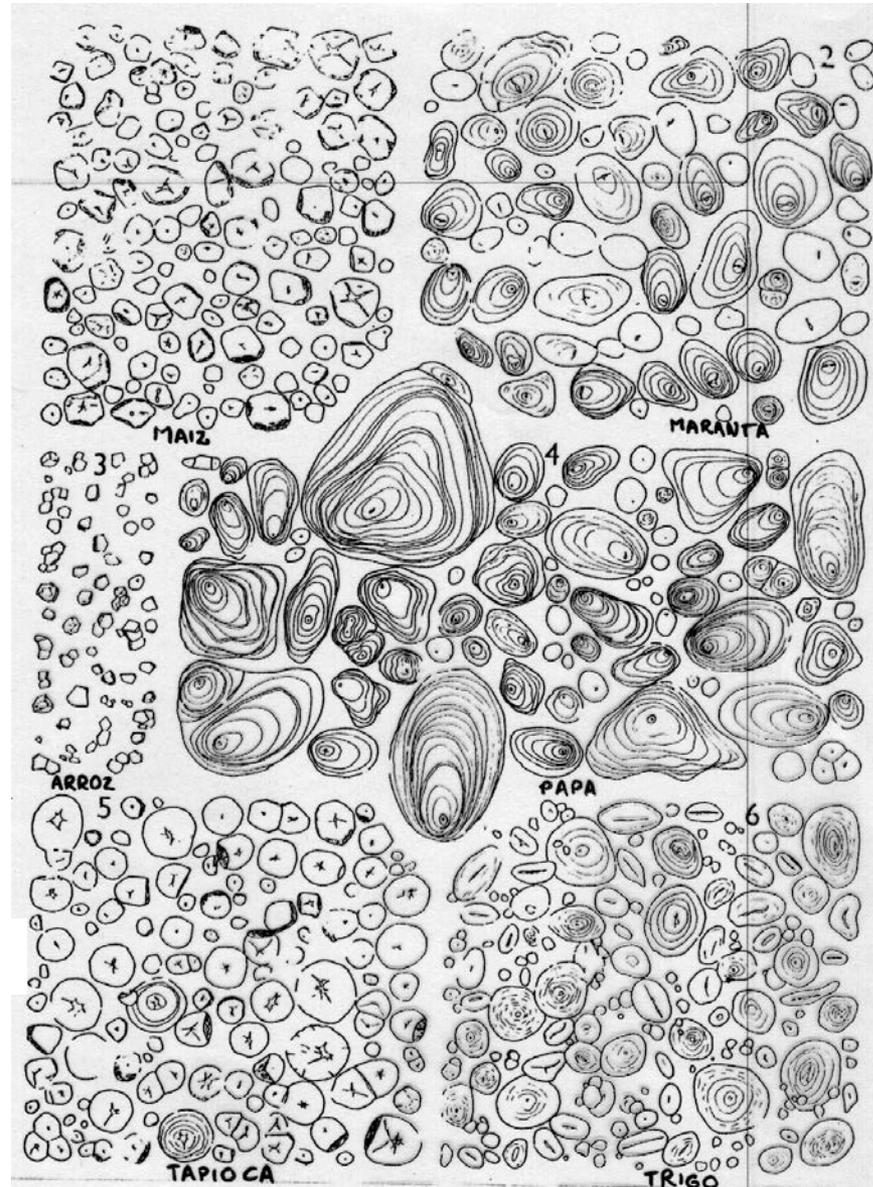
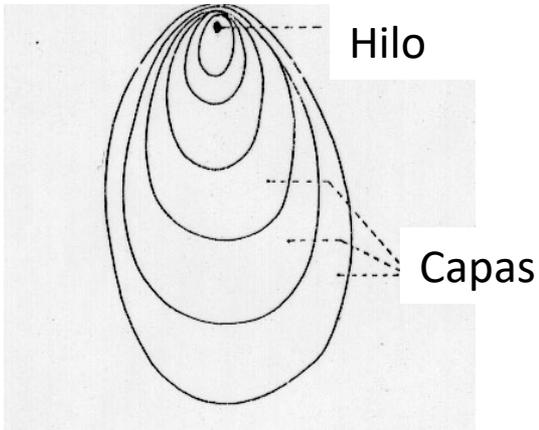
Plastos o plastidios: amiloplastos

Almidón
Amilopectina

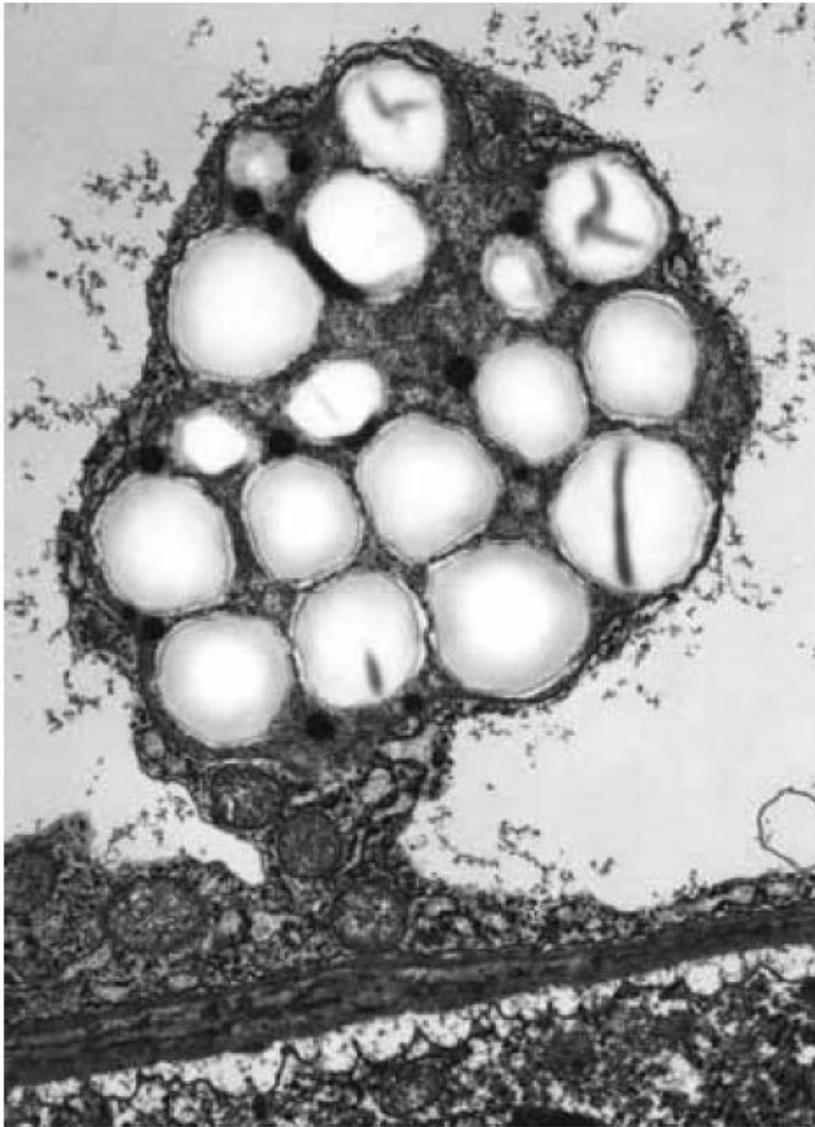
Amilosa



Amiloplasto de papa



Plastos o plastidios: amiloplastos



Amiloplastos del saco embrionario de la soja (*Glycine max*)

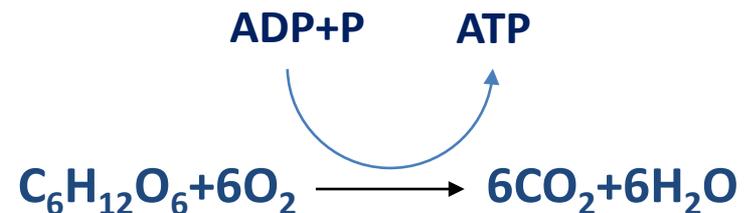
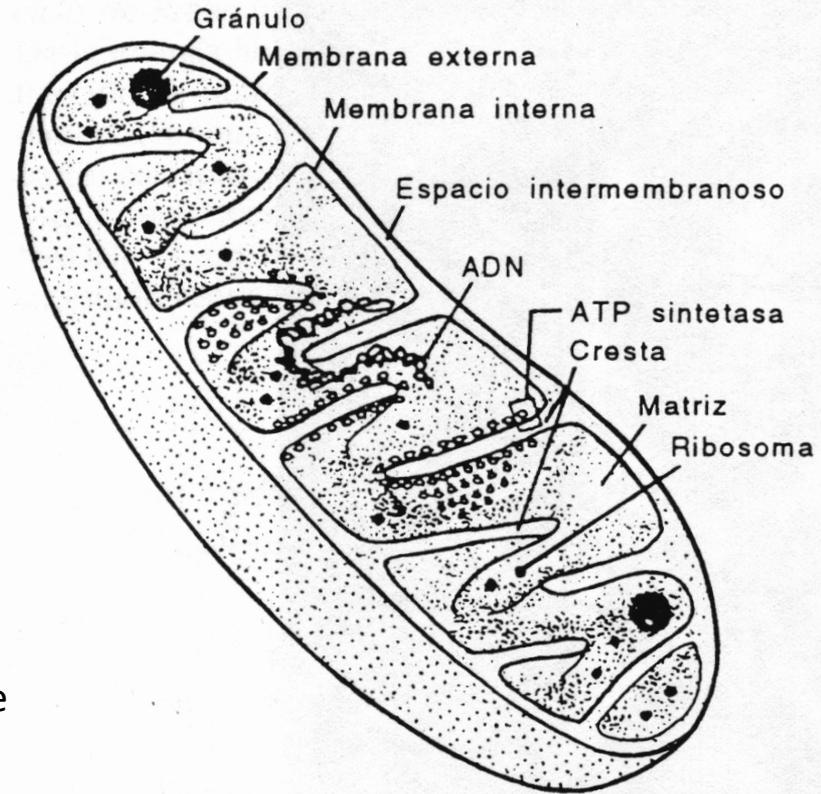
- Los cuerpos redondos y transparentes son granos de almidón.
- Los cuerpos más pequeños y oscuros son cuerpos de aceite.
- Implicados en la síntesis y almacenamiento a largo plazo de almidón en semillas y órganos de almacenamiento

Célula vegetal: estructuras

| | | |
|---|---|--|
| <p>PARED CELULAR</p> | <p>Laminilla media Pared primaria Pared secundaria Plasmodesmos</p> | |
| <p>PROTOPLASTO o PROTOPLASMA</p> | <p>Núcleo</p> | <p>Envoltura nuclear (Carioteca) Nucleoplasma Cromatina Nucleolo</p> |
| | <p>Citoplasma</p> | <p>Membrana citoplasmática (Plasmalema)</p> <p>Citosol</p> <p>Organelas rodeadas por dos membranas: Plastos o plastidios Mitocondrias</p> <p>Organelas rodeadas por una membrana: Peroxisomas Vacuolas (rodeadas por tonoplasto)</p> <p>Sistema endomembranoso: Retículos endoplasmáticos Aparato de Golgi o Dictiosomas Vesículas</p> <p>Citoesqueleto: Microtúbulos Microfilamentos</p> <p>Ribosomas</p> <p>Cuerpos o gotas lipídicas</p> |

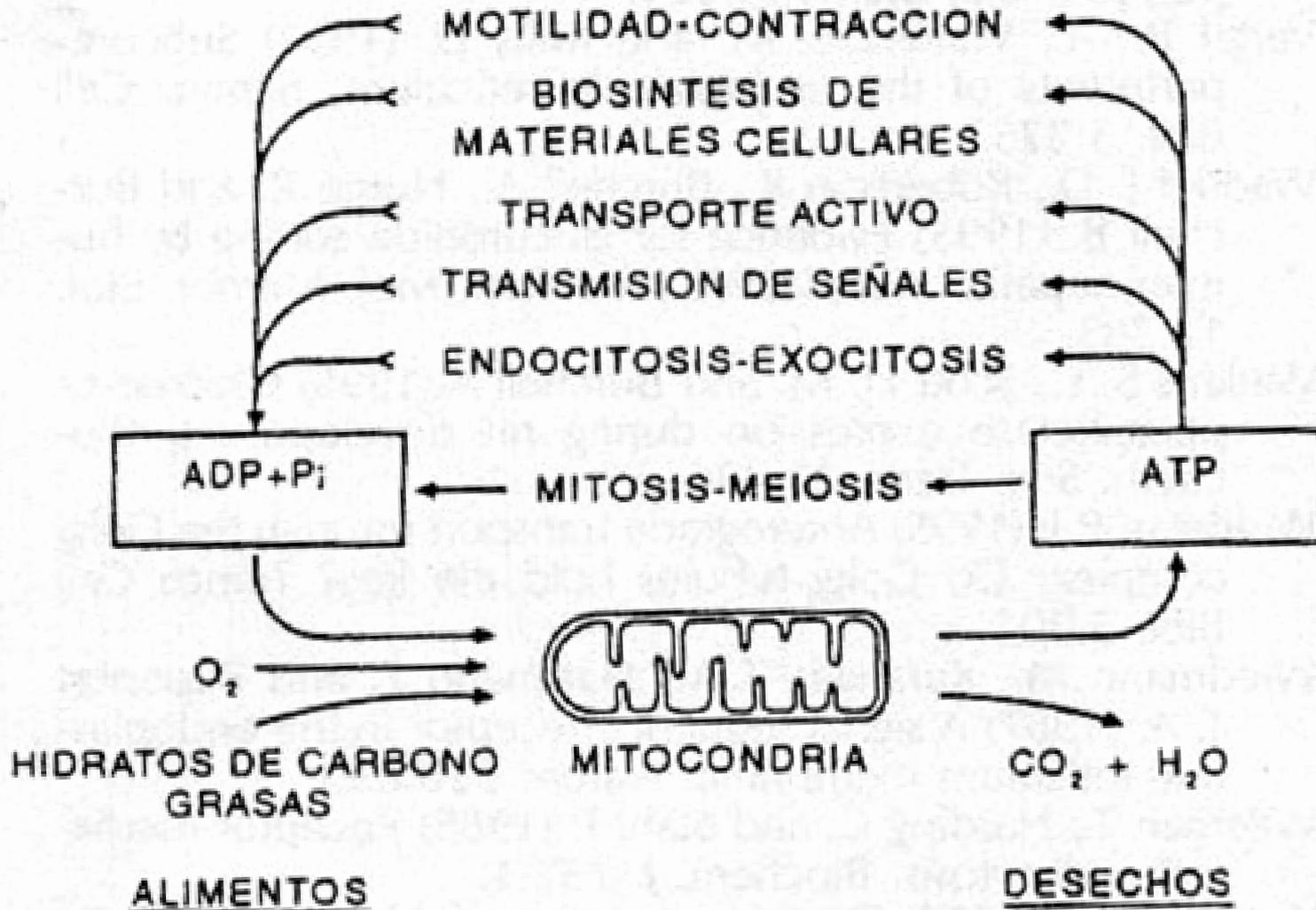
Mitocondrias

- Están **en todas las células vegetales**.
- Miden 0,5-4 μm .
- Forma: esfera, barras, batón o filamento
- Tienen **doble membrana**: la externa es lisa y la interna presenta estructuras membranas llamadas crestas que son repliegues en forma de dobleces.
- El espacio interno se denomina matriz o estroma mitocondrial;
- Tienen **dos o más moléculas circulares de ADN y ribosomas**.
- **Función principal: RESPIRACIÓN**: descomponer compuestos orgánicos fijando una parte esencial de la energía liberada en forma de ATP (adenosíntrifosfato)
- Otros procesos metabólicos: biosíntesis de aminoácidos, cofactores vitamínicos y ácidos y rol fundamental en la muerte celular programada (liberación de citocromo c)
- Las ATP-sintasas se localizan sobre las crestas (en los oxisomas)



Mitocondria

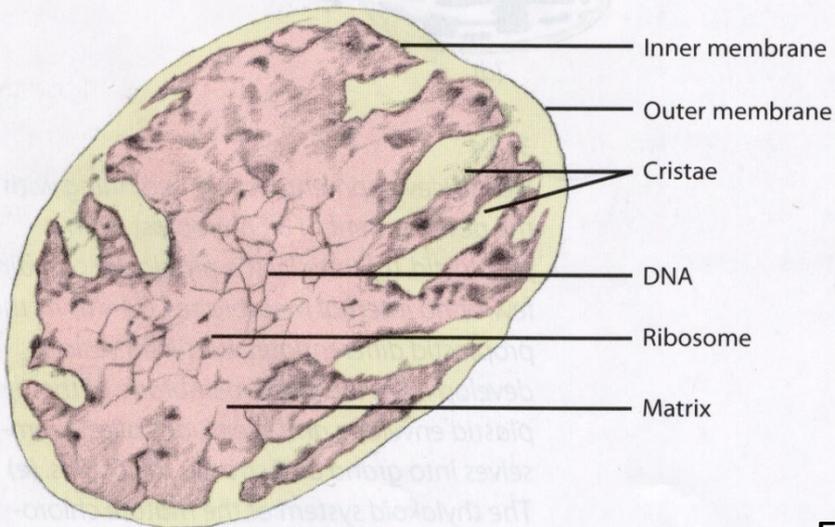
FUNCIONES DE LA CELULA QUE REQUIEREN ENERGIA



Mitocondria

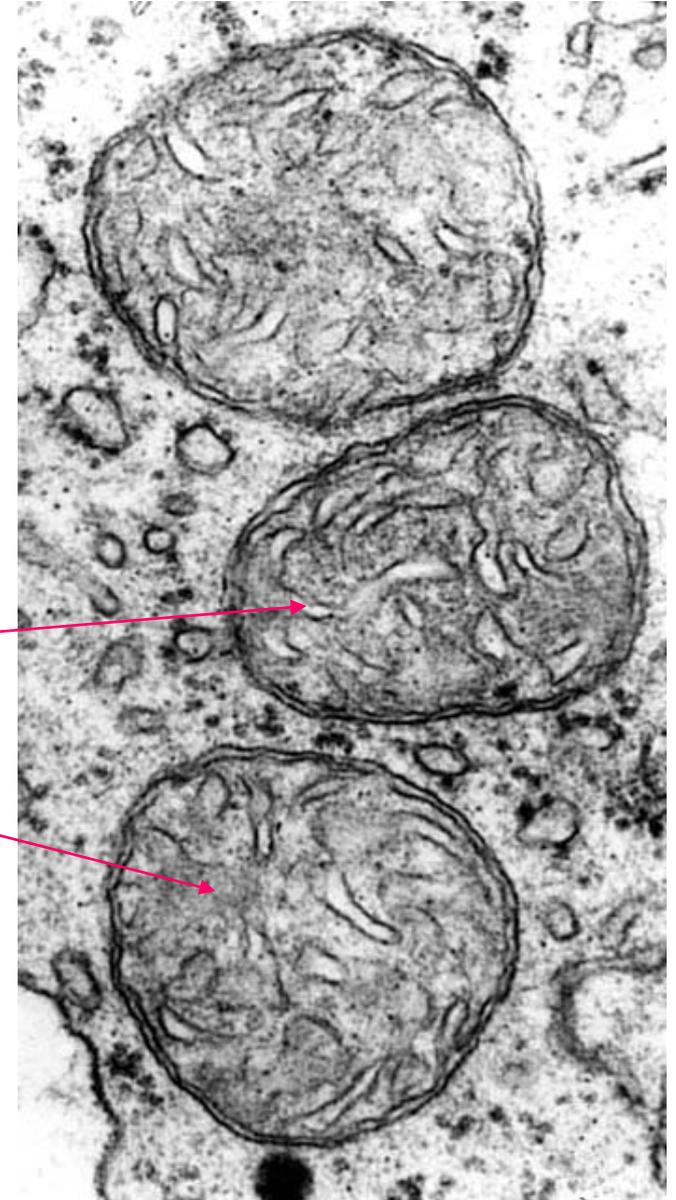


0.2 μm



Túbulos

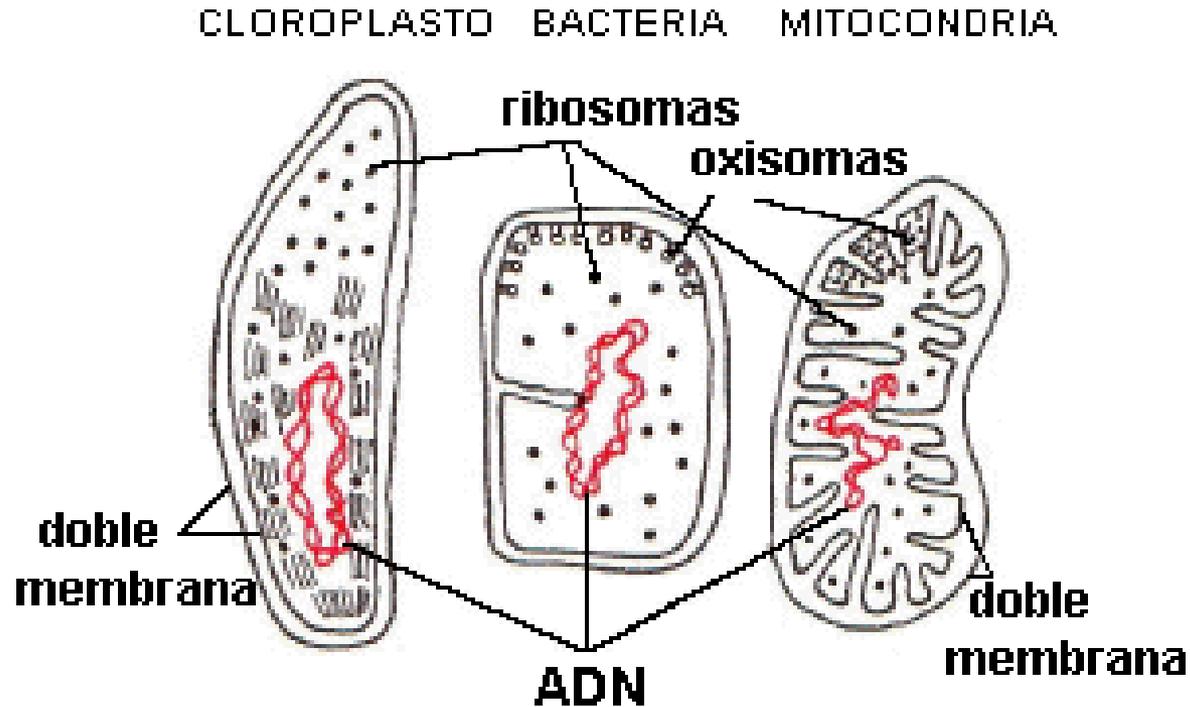
Estroma



Fotografías ME

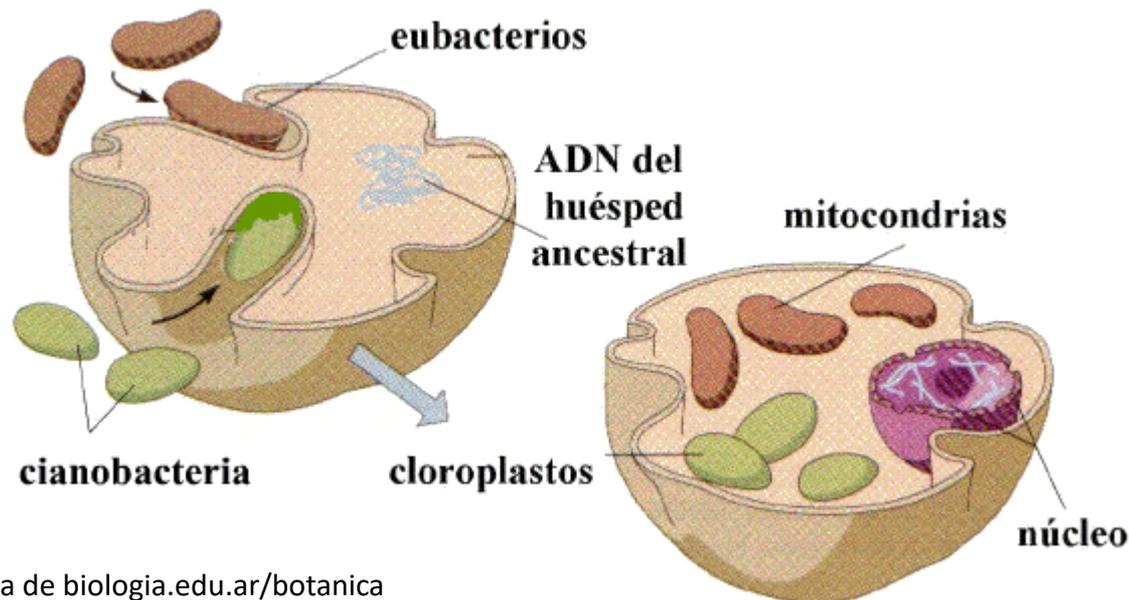
Teoría endosimbiótica

La estructura de las mitocondrias y cloroplastos es muy similar al de las células procarióticas



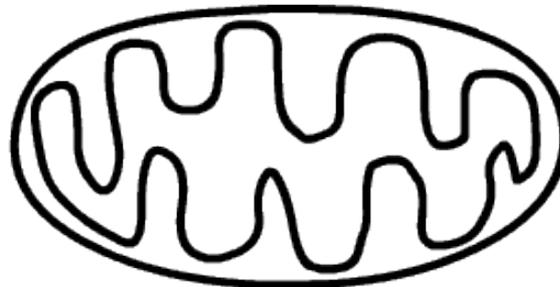
Teoría endosimbiótica

- Teoría propuesta por **Lynn Margulis** (1967, 1975 y 1981): las mitocondrias y los plástidos se originaron filogenéticamente como procariotas autónomos:
 - las **mitocondrias a partir de eubacterias** (procariotas aerobios heterotróficos) y
 - los **plástidos de cianobacterias** (procariotas fotosintéticos).
 - Estos procariotas habrían sido fagocitados por células huésped ancestrales iniciando una simbiosis permanente



Teoría endosimbiótica

- Cada vez hay más pruebas estructurales que corroboran esta teoría (ribosomas 70S, ADN circular sin histonas, características del ARN; sólo una ARN-polimerasa sensible al antibiótico rifamicina).
- Esta teoría **no ofrece explicación para el origen del núcleo eucariótico**.
- Estos orgánulos **se originan** únicamente a partir de otras mitocondrias o plástidos, **por fisión** (alargamiento y división por estrangulación), en forma semejante a la división de los procariotas.



Célula vegetal: estructuras

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| PARED CELULAR | Laminilla media Pared primaria Pared secundaria Plasmodesmos | |
| PROTOPLASTO o PROTOPLASMA | Núcleo | Envoltura nuclear (Carioteca) Nucleoplasma Cromatina Nucleolo |
| | Citoplasma | Membrana citoplasmática (Plasmalema) |
| | | Citosol |
| | | Organelas rodeadas por dos membranas: Plastos o plastidios Mitocondrias |
| | | Organelas rodeadas por una membrana: Microcuerpos (Peroxisomas) Vacuolas (rodeadas por tonoplasto) |
| | | Sistema endomembranoso: Retículos endoplasmáticos Aparato de Golgi o Dictiosomas Vesículas |
| | | Citoesqueleto: Microtúbulos Microfilamentos |
| | | Ribosomas |
| | | Cuerpos o gotas lipídicas |

Microcuerpos

- Organelas esféricas rodeadas por **una sola membrana**, de 0,5-1,5 μ m.
- interior granuloso y a veces con un **cuerpo cristalino de proteínas** (son enzimas entre ellas la catalasa),
- no poseen ADN
- se multiplican por fisión.
- generalmente asociados al RE.

Peroxisomas y Glioxisomas

Microcuerpos

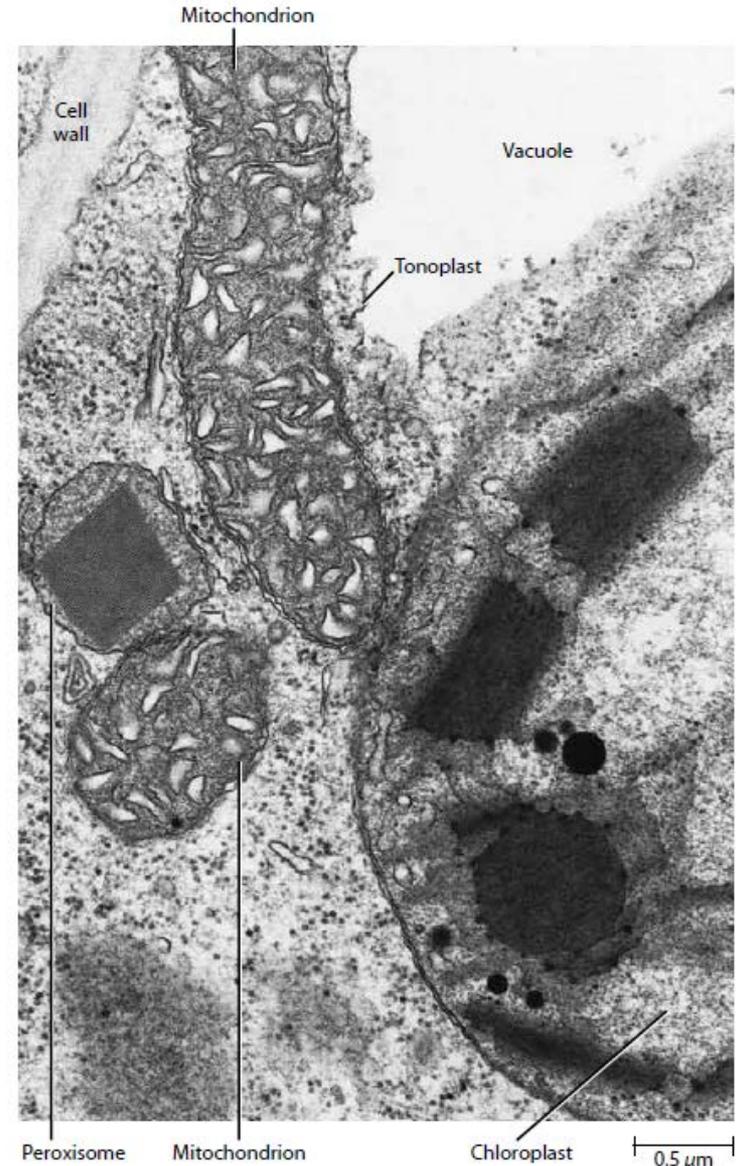
Peroxisomas

- participan en asociación con los cloroplastos y mitocondrias en el proceso de **fotorrespiración**. (en la oxidación del ácido glicólico a glioxalato que produce agua oxigenada o peróxido de hidrógeno H_2O_2 por acción de la enzima catalasa)

Glioxisomas

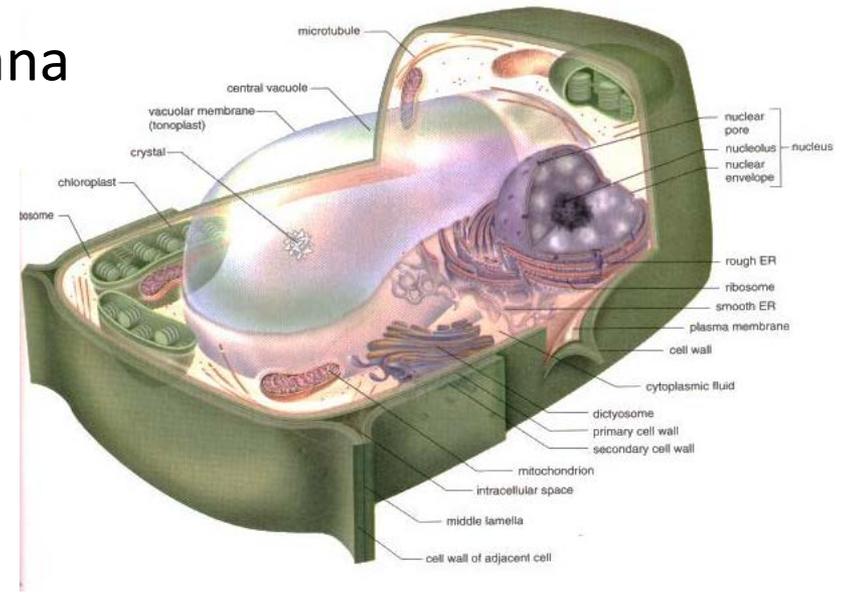
- poseen las enzimas necesarias para la **conversión de ácidos grasos en hidratos de carbono**, durante el proceso de germinación de semillas oleaginosas.

Figura de Evert y Eichorn 2013



Vacuolas

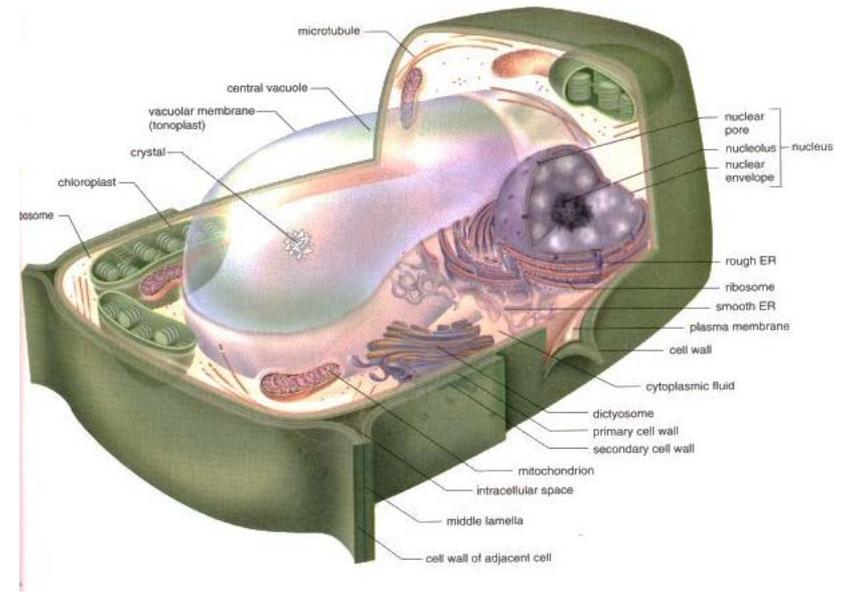
- Organelas rodeadas por una membrana: **tonoplasto** (membrana vacuolar)
- **Contenido** denominado: **jugo celular**
- **Origen:** a partir del retículo endoplasmático y del aparato de Golgi
- Una célula joven posee numerosas y pequeñas vacuolas,
- luego se unen formando una vacuola grande que se ubica en el centro de la célula, **llegando a ocupar el 90% del volumen de la célula adulta**



Vacuolas

Tonoplasto:

- selectivamente permeable (transporte activo)
- Iones acumulados en el líquido vacuolar en concentraciones muy superiores a las del citoplasma
- interviene en el mantenimiento de la turgencia celular y en el crecimiento (con muy poco gasto de material)



Vacuolas

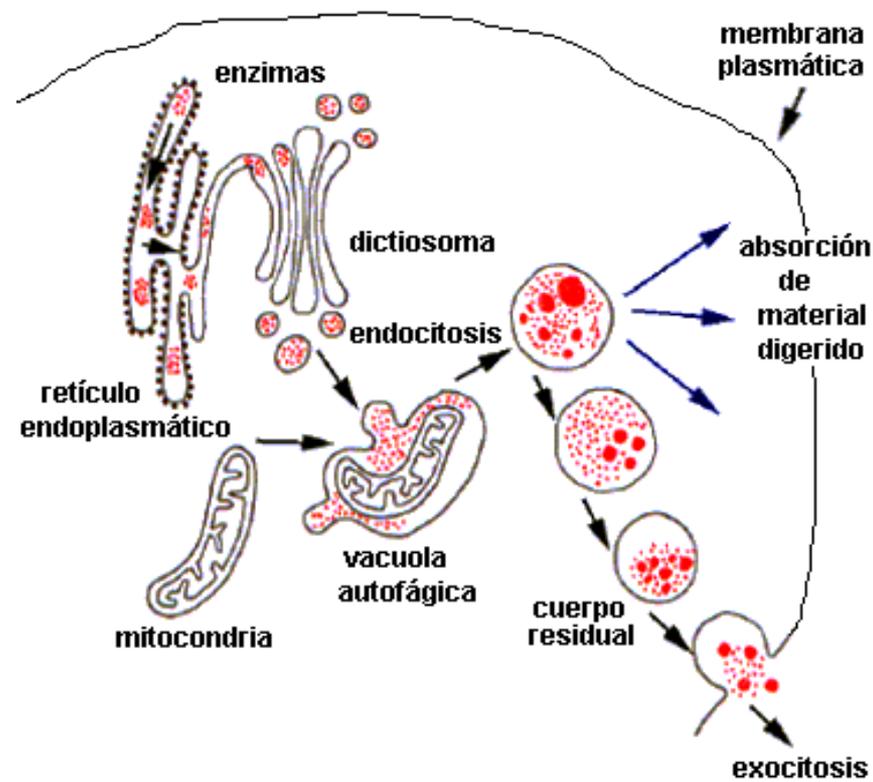
Jugo celular

constituido por H_2O y una variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos:

- a) **de reserva:** azúcares y proteínas;
- b) **de desecho:** cristales y taninos;
- c) **venenos:** (alcaloides y determinados glucósidos) que sirven a la planta de defensa contra los herbívoros;
- d) **ácido málico** en plantas CAM;
- e) **pigmentos hidrosolubles** como antocianos (rojo, violeta, azul), que dan su color característico a muchos órganos:
 - **coloración otoñal del follaje,**
 - **pétalos** de malvón, rosa, petunia,
 - **frutas** como uvas, ciruelas, cerezas,
 - **hojas pardo-rojizas** como repollos,
 - **raíces** como la de la remolacha azucarera.

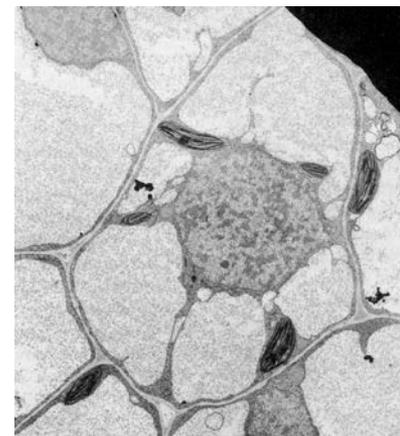
Vacuolas

- **Las vacuolas también actúan como lisosomas** (orgánulos digestivos capaces de descomponer y reciclar los componentes celulares innecesarios)
- Pequeñas vacuolas se fusionan con los orgánulos que deben desaparecer, y los digieren por medio de las enzimas proteolíticas e hidrolíticas que contienen (endocitosis).

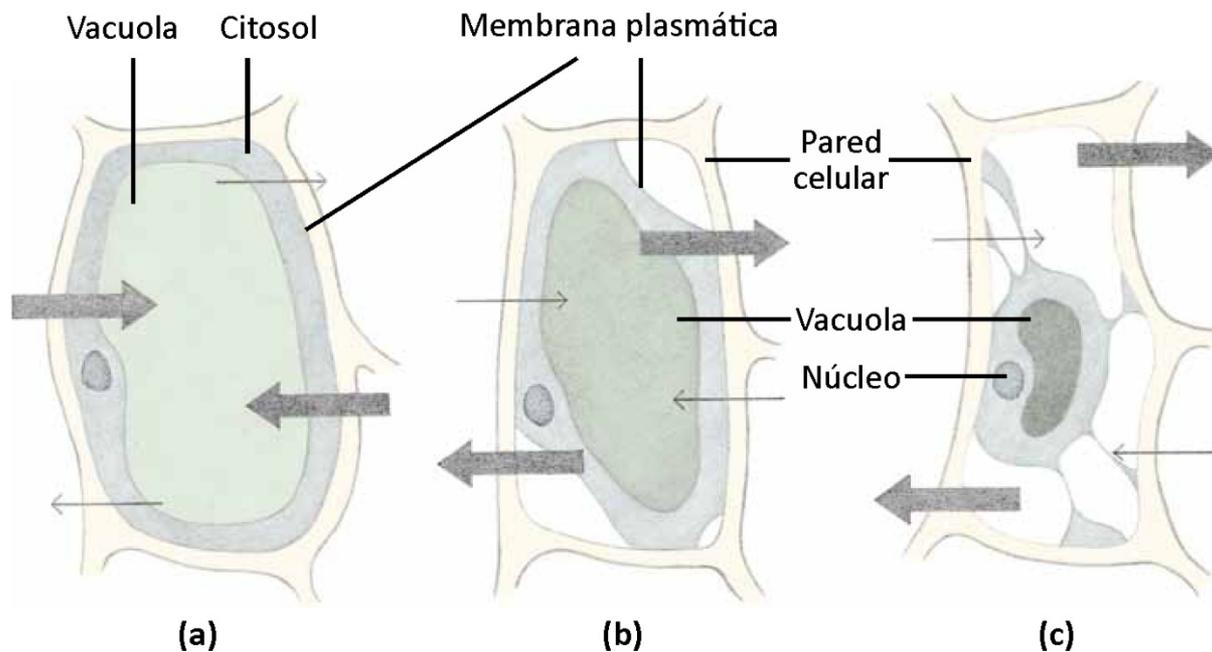


Vacuolas

Si la célula vegetal fuera sometida a soluciones hipertónicas (sacarosa concentrada o cloruro de sodio al 6%), se produciría la **plasmólisis** y, en consecuencia, la vacuola se reduciría arrastrando al citoplasma.



Célula normal con vacuolas turgentes (hidratadas)

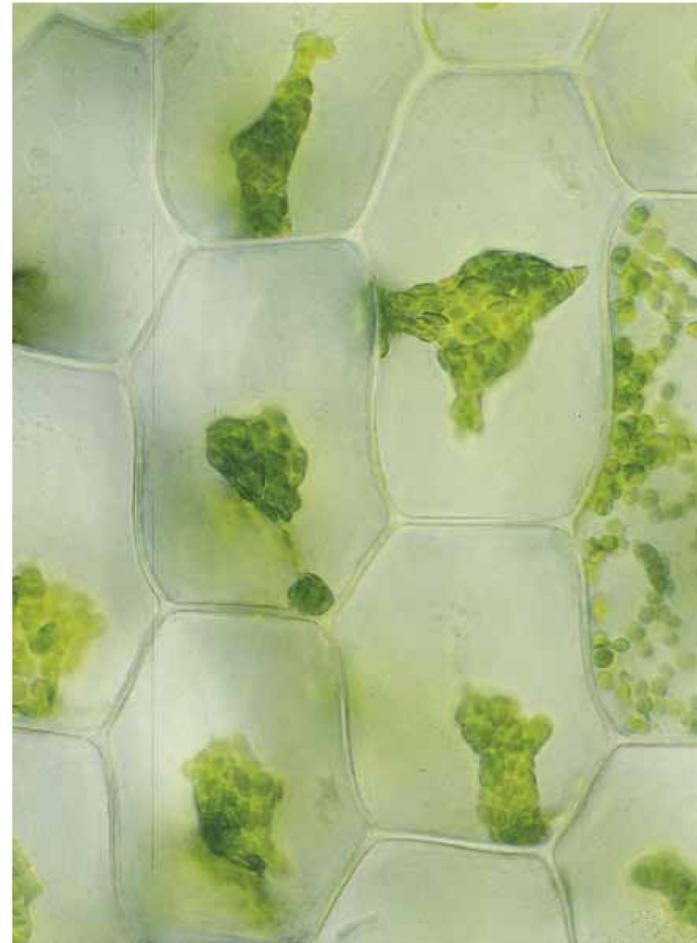


Vacuolas

Plasmólisis en células epidérmicas de *Elodea*



Células turgentes



Células plasmolizadas luego de colocarlas ante una solución relativamente concentrada de sacarosa

Sustancias ergásticas

del griego *ergon*, trabajo

productos del metabolismo celular, de reserva o de desecho, que se acumulan en la pared celular, en las vacuolas o en plástidos:

- Carbohidratos
- Cristales
- Proteínas
- Taninos
- Grasas, aceites y ceras

Sustancias ergásticas

Carbohidratos

El almidón:

- carbohidrato de reserva de las plantas superiores, es el más abundante en el mundo vegetal después de la celulosa;
- se **acumula en los amiloplastos**.
- alimento básico más importante de la humanidad.
- en células parenquimáticas de corteza, médula y tejidos vasculares de tallos y raíces; en el parénquima de frutos, hojas, rizomas, tubérculos o cotiledones carnosos y en el endosperma de las semillas.
- Comercial de mandioca (*Manihot esculenta*), papa (*Solanum tuberosum*) y del tronco de la palmera sago (*Metroxylon sagu*)

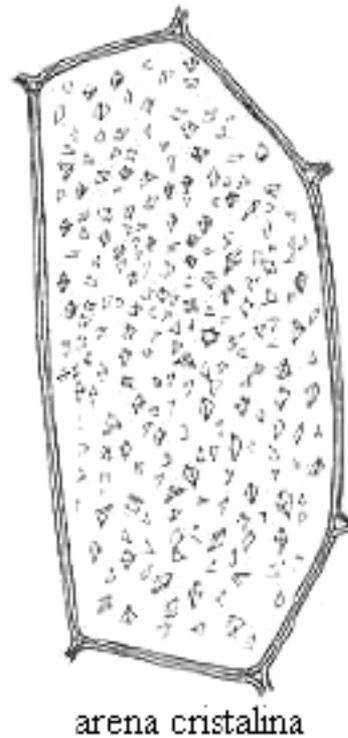
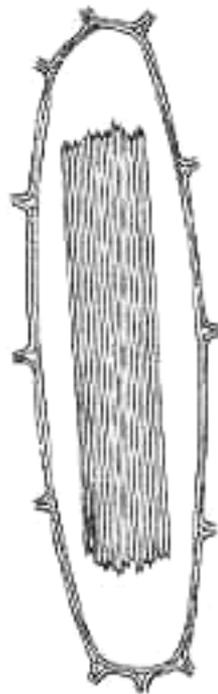
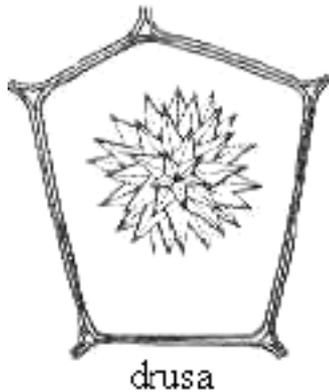
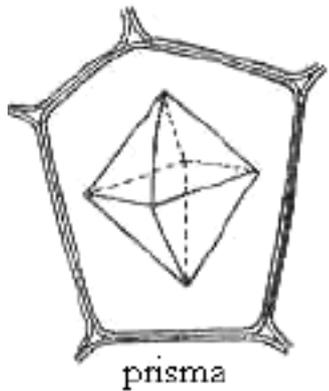
Sustancias ergásticas

Cristales:

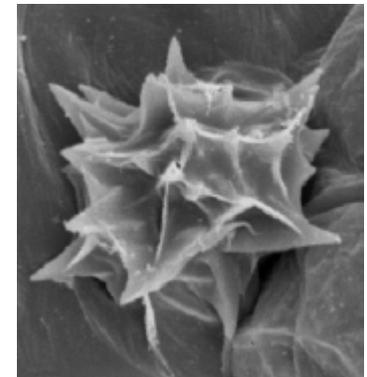
- Se forman generalmente **en las vacuolas**
- productos de excreción, aunque se ha comprobado que en ciertos casos el calcio es reutilizado.
- Oxalato de Ca es el componente más común de los cristales vegetales, y resulta de la acumulación intracelular de Calcio.
- formas
 - de arena cristalina,
 - de agujas en los rafidios,
 - columnas en los estiloides (*Eichhornia crassipes* “camalote”),
 - cristales prismáticos simples o compuestos: las drusas
- El aspecto y la localización de los cristales puede tener importancia taxonómica

Sustancias ergásticas

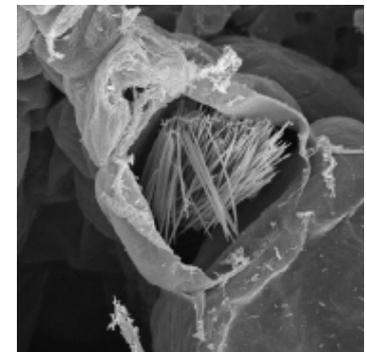
Cristales de Oxalato de Calcio:



Cristales bajo MEB
Drusas en aerénquima
de *Myriophyllum*



Rafidios en *Eichhornia*



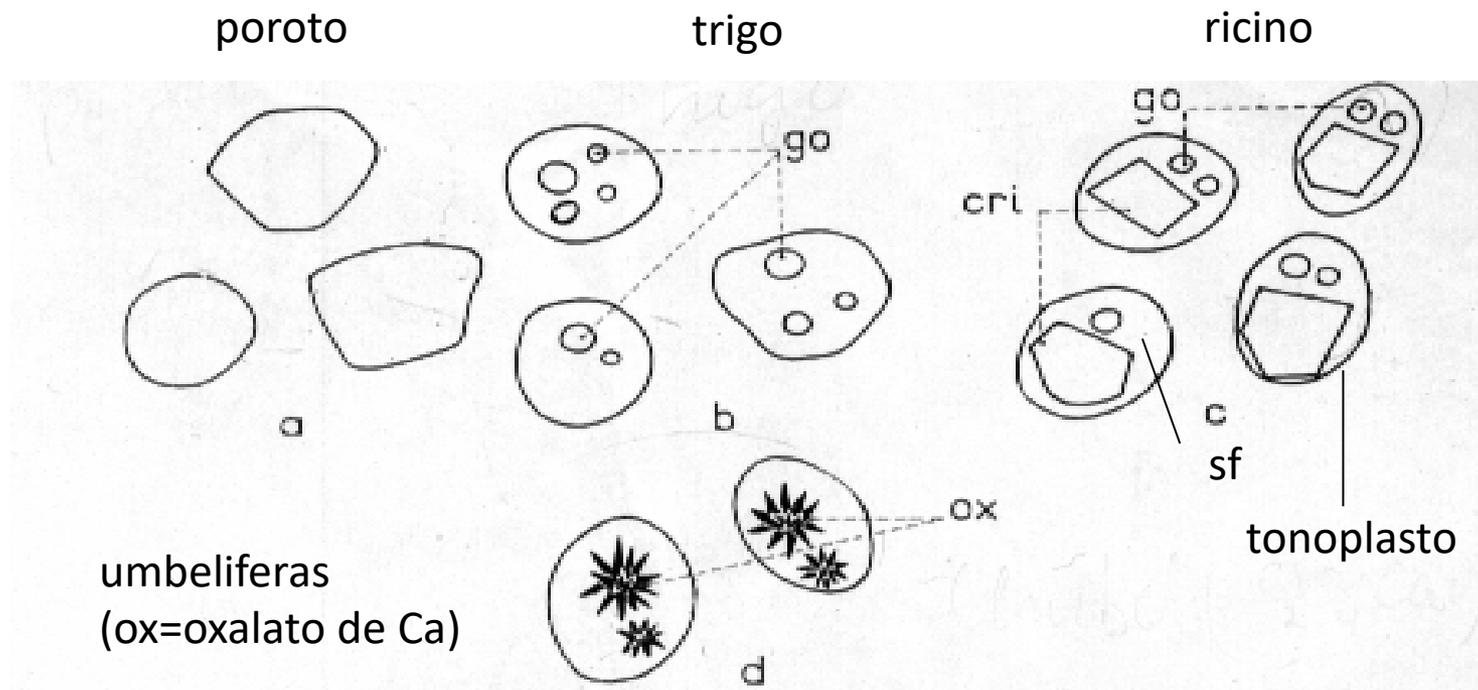
Sustancias ergásticas

Proteínas:

- **Las proteínas de reserva de las semillas generalmente se almacenan en vacuolas.**
- sintetizadas en el RE rugoso, de donde pasan a los dictiosomas.
- confluyen en grandes vacuolas de proteína de reserva.
- Las **vacuolas se convierten en un cuerpo proteico sólido o grano de aleurona** a la madurez del tejido de reserva, por ejemplo en los cotiledones de semillas de Leguminosas y en la capa de aleurona del cariopse de las Gramíneas.
- Cada grano de aleurona está limitado por el tonoplasto

Sustancias ergásticas

Proteínas: Diversos tipos de gránulos de aleurona:



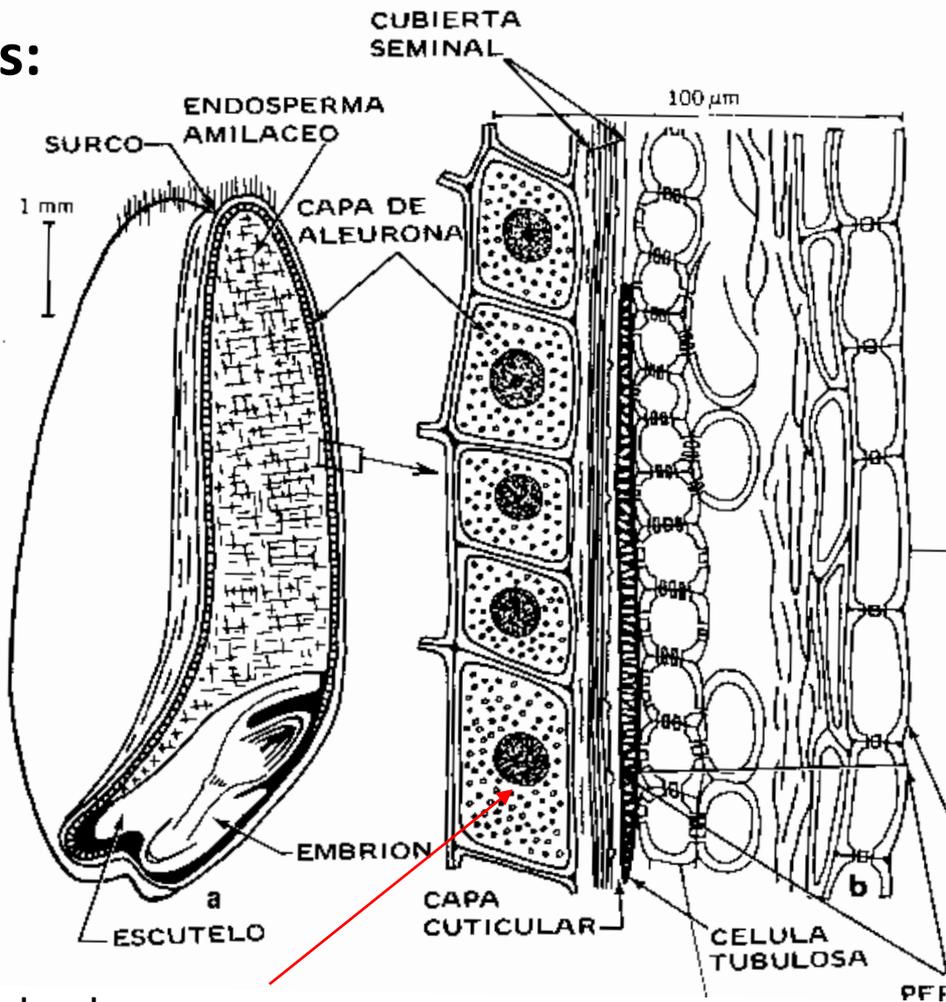
umbelíferas
(ox=oxalato de Ca)

Globoide: go=glóbulos esféricos de fitina amorfa (inositol hexafosfato de Ca y Mg)

Cristaloide: cri=inclusiones angulosas (tetraédricas) semicristalinas de proteínas (globulinas).
Sustancia fundamental: sf=opaca, homogénea, constituida por proteínas albuminoides no cristalizadas

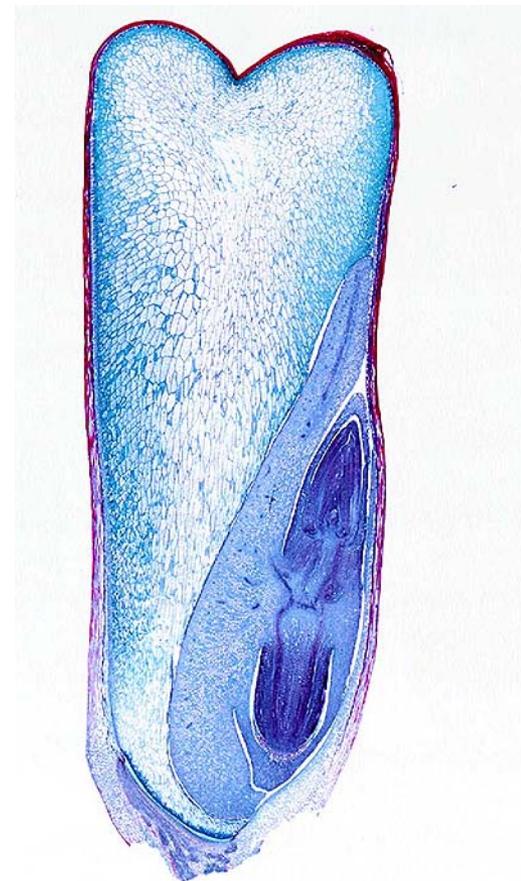
Sustancias ergásticas

Proteínas:



Gránulos de aleurona

TRIGO



MAIZ

Sustancias ergásticas

Taninos:

- grupo heterogéneo de derivados fenólicos,
- muy frecuentes en el cuerpo vegetal, **aparecen en las vacuolas como gránulos finos o gruesos, o cuerpos de formas variadas**, de color amarillo, rojo o marrón, o pueden impregnar las paredes.
- Abundan en hojas, tejidos vasculares, peridermis, frutos inmaduros, cubiertas seminales y tejidos patológicos.
- Impiden el crecimiento de hongos y microorganismos cuando ocurren lesiones en el duramen y el ritidoma.
- Tienen importancia comercial en la industria de la curtiembre.
- Pueden estar en células especiales, **idioblastos tánicos o en las células epidérmicas**

Sustancias ergásticas

Grasas, aceites y ceras:

- comercialmente importantes.
- grasas y aceites:
 - formas de almacenamiento de lípidos; se **forman gotas en el citoplasma (glóbulos lipídicos) o se almacenan en los elaioplastos.**
 - frecuentes en la pulpa de la aceituna, en los cotiledones del girasol y del maní.
 - Las células del endosperma del ricino presentan una vacuola central cargada de aceite
- Las ceras se encuentran generalmente como capas protectoras de la epidermis

Célula vegetal: estructuras

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| PARED CELULAR | Laminilla media Pared primaria Pared secundaria Plasmodesmos | |
| PROTOPLASTO o PROTOPLASMA | Núcleo | Envoltura nuclear (Carioteca) Nucleoplasma Cromatina Nucleolo |
| | Citoplasma | Membrana citoplasmática (Plasmalema) |
| | | Citosol |
| | | Organelas rodeadas por dos membranas: Plastos o plastidios Mitocondrias |
| | | Organelas rodeadas por una membrana: Peroxisomas Vacuolas (rodeadas por tonoplasto) |
| | | Sistema endomembranoso: Retículos endoplasmáticos Aparato de Golgi o Dictiosomas Vesículas |
| | | Citoesqueleto: Microtúbulos Microfilamentos |
| | | Ribosomas |
| | | Cuerpos o gotas lipídicas |

Cuerpos oleosos o Gotas de lípidos

- surgen en el RE y luego se liberan en el citosol.
- son estructuras más o menos esféricas que imparten una apariencia granular al citoplasma (en ME: aspecto amorfo)
- ampliamente distribuidos en todas las células del cuerpo de la planta, pero son **más abundantes en frutas y semillas**.
- aproximadamente el 45% del peso de girasol, maní, lino, sésamo y semillas se compone de aceite.
- el aceite proporciona energía y una fuente de carbono para el desarrollo plántula.
- los cuerpos oleosos a menudo se describen como orgánulos, pero esto es incorrecto porque **no están rodeados por una membrana**.

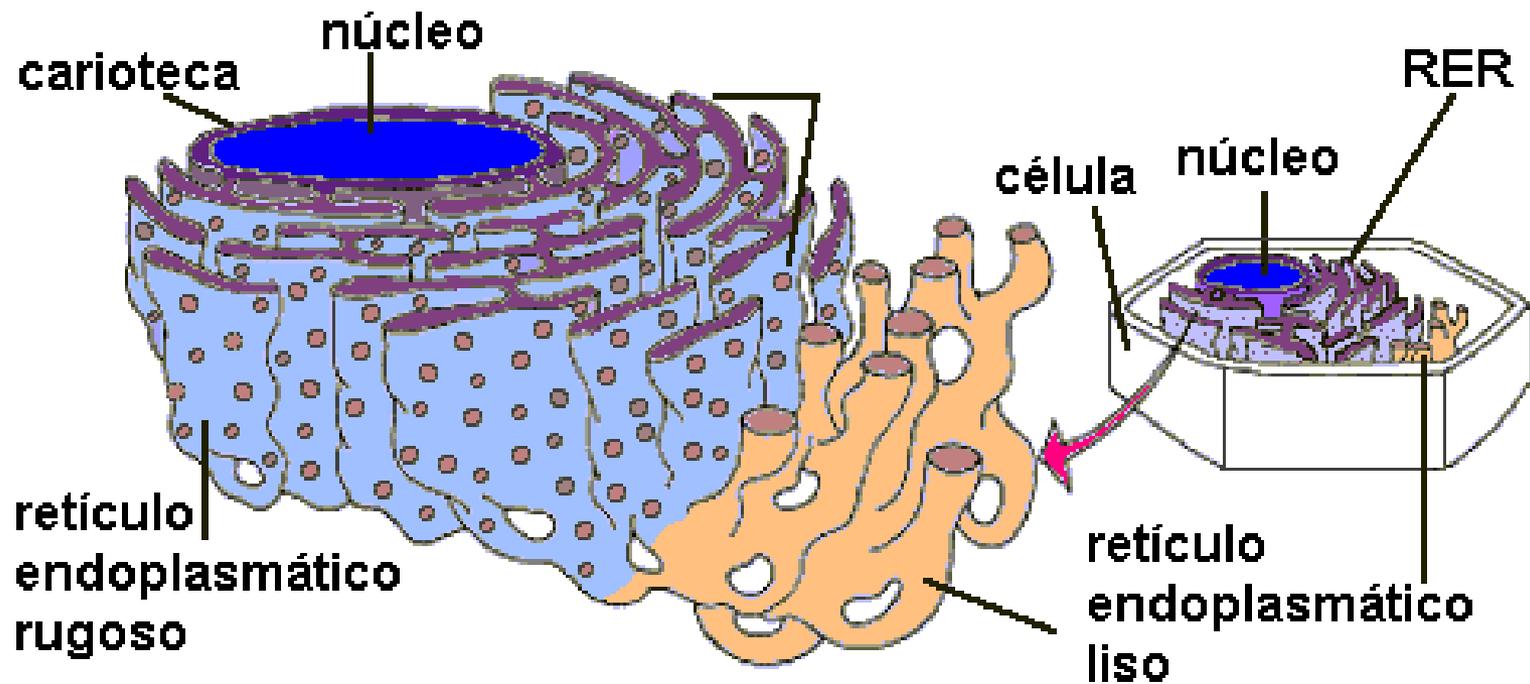
Célula vegetal: estructuras

| | | |
|----------------------------------|---|--|
| PARED CELULAR | Laminilla media Pared primaria Pared secundaria Plasmodesmos | |
| PROTOPLASTO o PROTOPLASMA | Núcleo | Envoltura nuclear (Carioteca) Nucleoplasma Cromatina Nucleolo |
| | Citoplasma | Membrana citoplasmática (Plasmalema) |
| | | Citosol |
| | | Organelas rodeadas por dos membranas: Plastos o plastidios Mitocondrias |
| | | Organelas rodeadas por una membrana: Peroxisomas Vacuolas (rodeadas por tonoplasto) |
| | | Sistema endomembranoso: Retículos endoplasmáticos Aparato de Golgi o Dictiosomas Vesículas |
| | | Citoesqueleto: Microtúbulos Microfilamentos |
| | | Ribosomas |
| | | Cuerpos o gotas lipídicas |

Retículo endoplasmático

- El RE junto con el aparato de Golgi y la vesículas forma parte del complejo **sistema tridimensional de endomembranas celulares** (también se incluye a la plasmalema, carioteca y tonoplasto).
- En sección (bajo ME) se observan **dos unidades de membrana separadas** por un espacio estrecho y transparente, tienen forma de sacos aplanados o cisternas.
- La forma y desarrollo del RE varía de acuerdo al tipo de célula, su actividad metabólica y su estado de diferenciación.
- Cuando contiene ribosomas ensamblados en grupos (5-100) de polisomas, se lo denomina **RE rugoso** y allí ocurre la **síntesis de proteínas**.
- El RE sin ribosomas se denomina **liso** y típicamente tiene forma tubular (túbulos). Ambos tipos pueden estar presentes en la célula.

Retículo endoplasmático

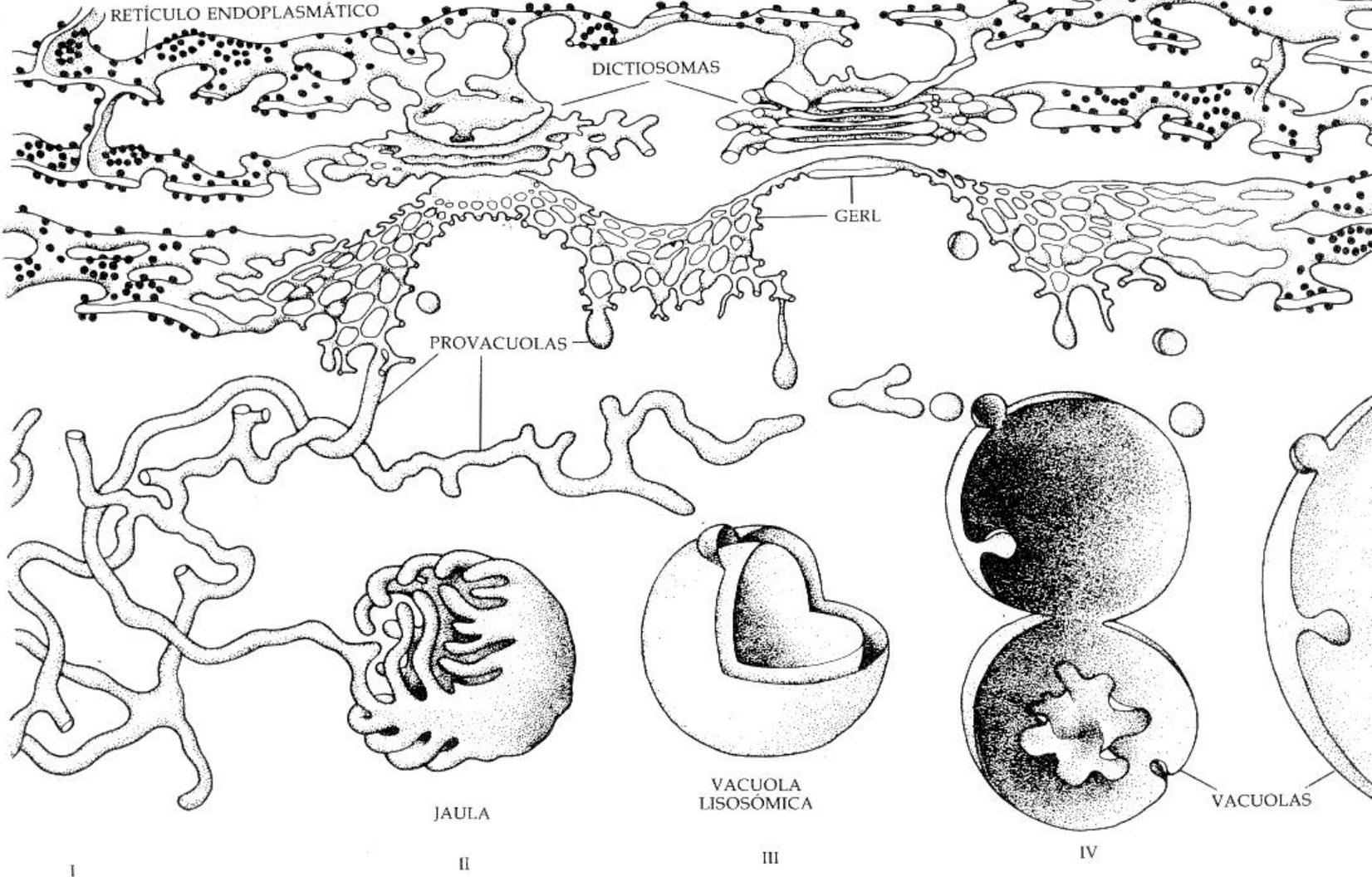


Esquema de biologia.edu.ar/botanica tomada de Moore *et al.* (1995)

Retículo endoplasmático

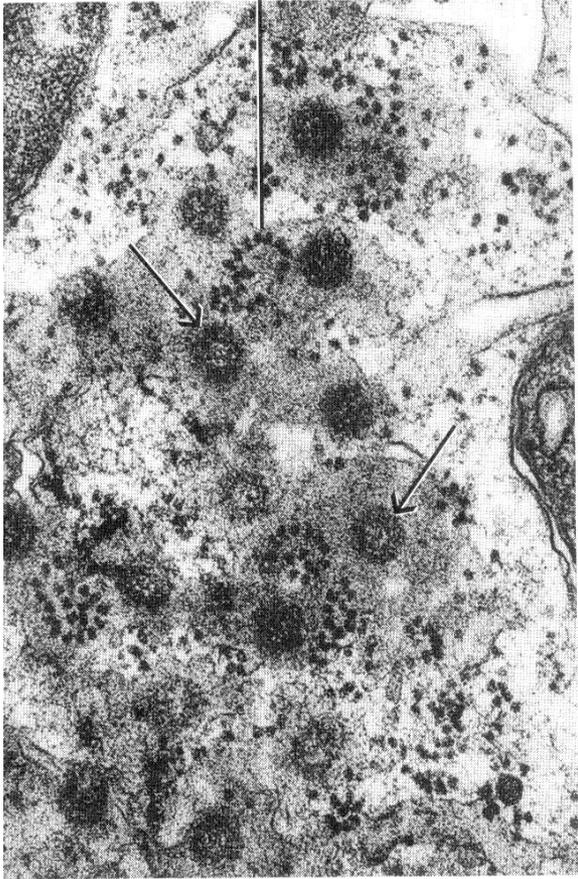
- funciona como un **sistema de comunicaciones dentro de la célula**, y existe continuidad con la parte externa de la membrana **nuclear o carioteca**.
- constituye un **sistema de conductos que transportan materiales, proteínas, lípidos a otras partes**. También interviene en la comunicación entre células vecinas a través de los cordones de citoplasma (**plasmodesmos**).
- sitio donde se producen la síntesis de membranas (interviene en la formación del **tonoplasto**, de **microcuerpos** y de las cisternas de los **dictiosomas**)

Retículo endoplasmático



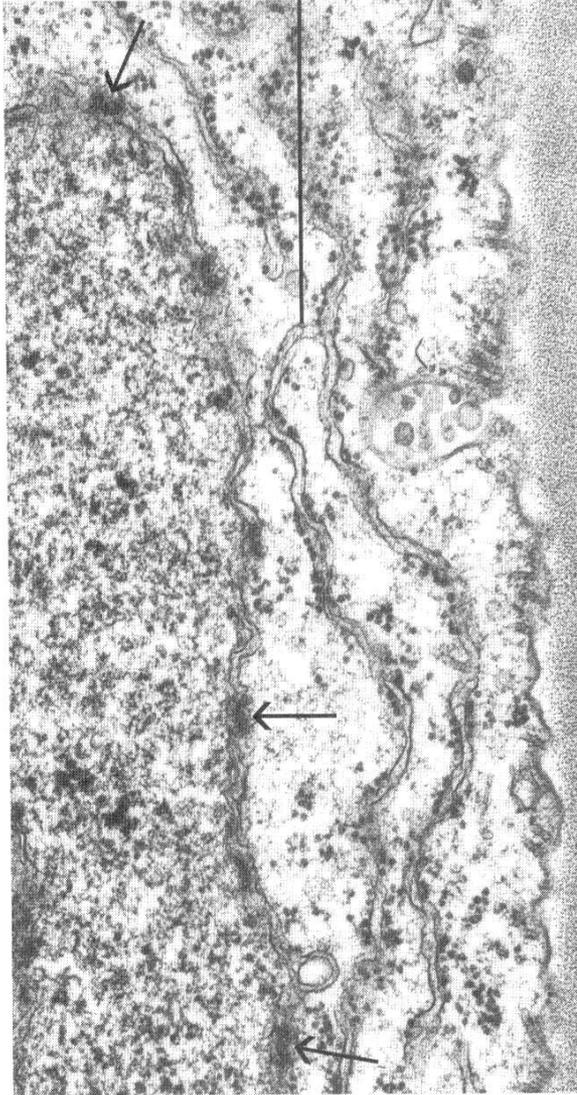
Retículo endoplasmático

Polisomas



(a) 0.2 μm

Retículo Endoplasmático



Fotografías ME

Retículo endoplasmático



Vesículas

Retículo Endoplasmático rugoso

Imagen ME

Aparato de Golgi

- forma utilizada para referirse de manera **global a todos los dictiosomas o cuerpos de Golgi**
- orgánulos compuestos por **2-8 cisternas circulares aplanadas de 0,5-4 μm de diámetro**, cada una limitada por una **membrana simple**.
- visible solamente con microscopio electrónico.
- tienen dos superficies o caras:
 - **la de construcción, o formación o polo de regeneración (Cara Cis)** que se asemeja estructuralmente al RE (orientada hacia el retículo),
 - y el polo opuesto o **cara de maduración o secreción (Cara Trans)** se parece más a la membrana citoplasmática (orientada hacia el plasmalema).

Aparato de Golgi

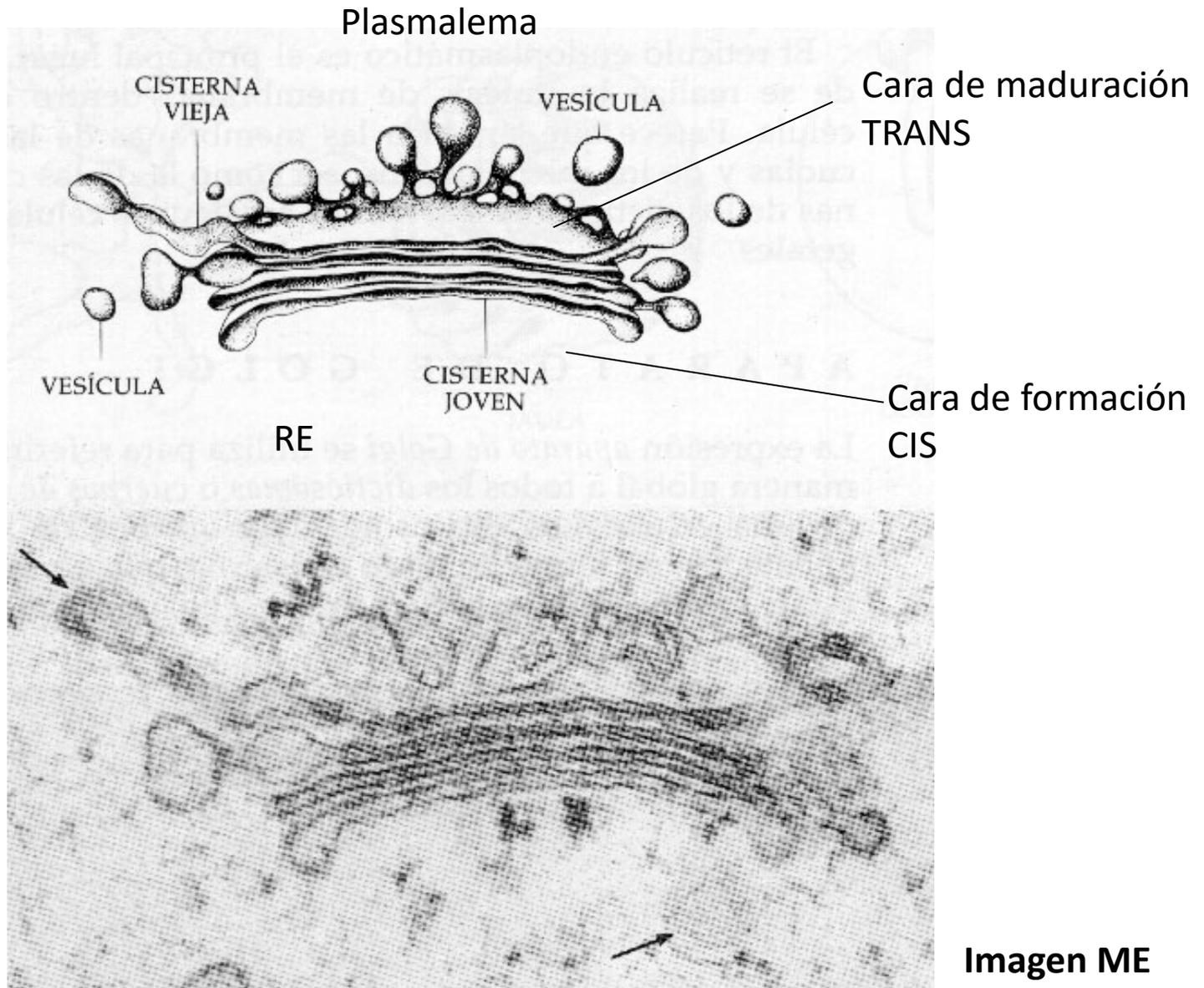


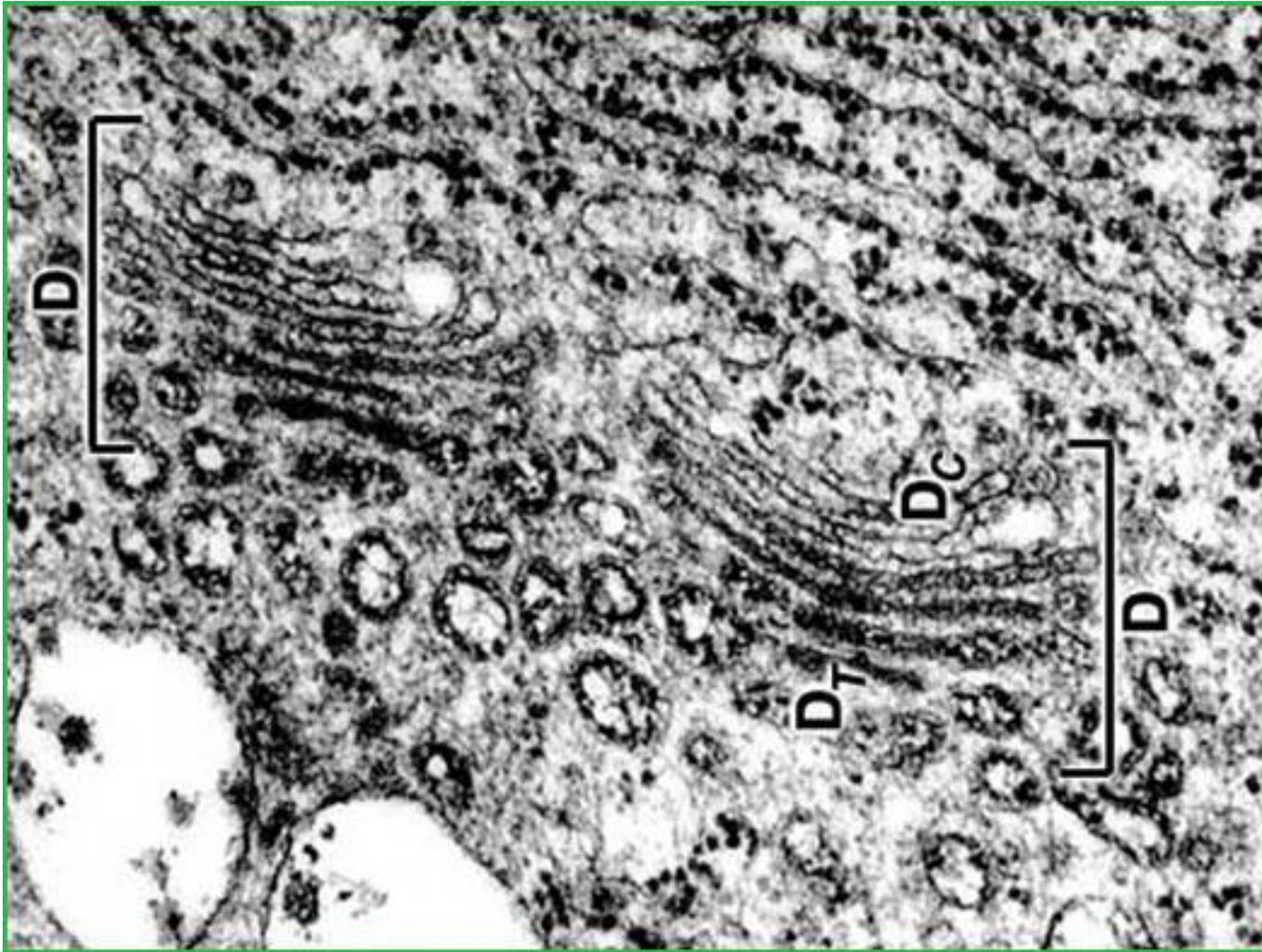
Imagen de
Raven et al.
1991

Imagen ME

Aparato de Golgi

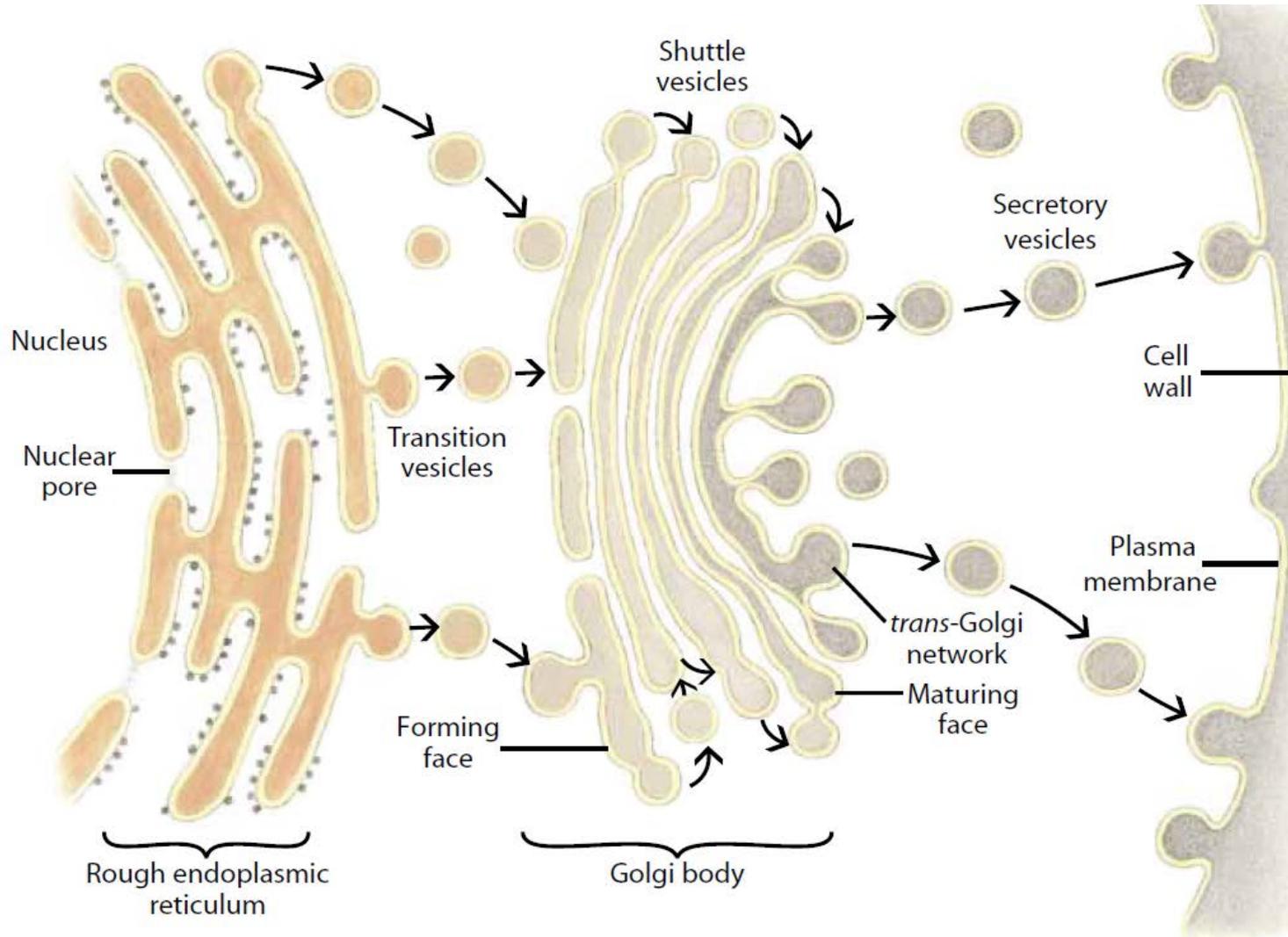
- interviene en la secreción de sustancias
- **relacionado con la síntesis la pared** (hidratos de carbono, celulosa). Las sustancias son transportadas por vesículas que se desprenden de la cara de secreción (trans) y se fusionan con el plasmalema, liberando los polisacáridos que formarán la pared (fenómeno de **exocitosis**).
- También **transporta glucoproteínas**:
 - la parte proteica la sintetiza el RE rugoso y
 - la porción del hidrato de carbono lo hace el dictiosoma.

Aparato de Golgi



D=Dictiosoma, **Dt** cara trans o de maduración, **Dc** cara Cis o de formación
Fotografía ME

Sistema de endomembranas



Citología 2

- Membrana plasmática
- Organelas rodeadas por dos unidades de membrana:
 - Plastos o plastidios
 - Mitocondrias
- Organelas rodeadas por una unidad de membrana:
 - Peroxisoma
 - Vacuola
- Sustancias Ergásticas
- Sistema endomembranoso

