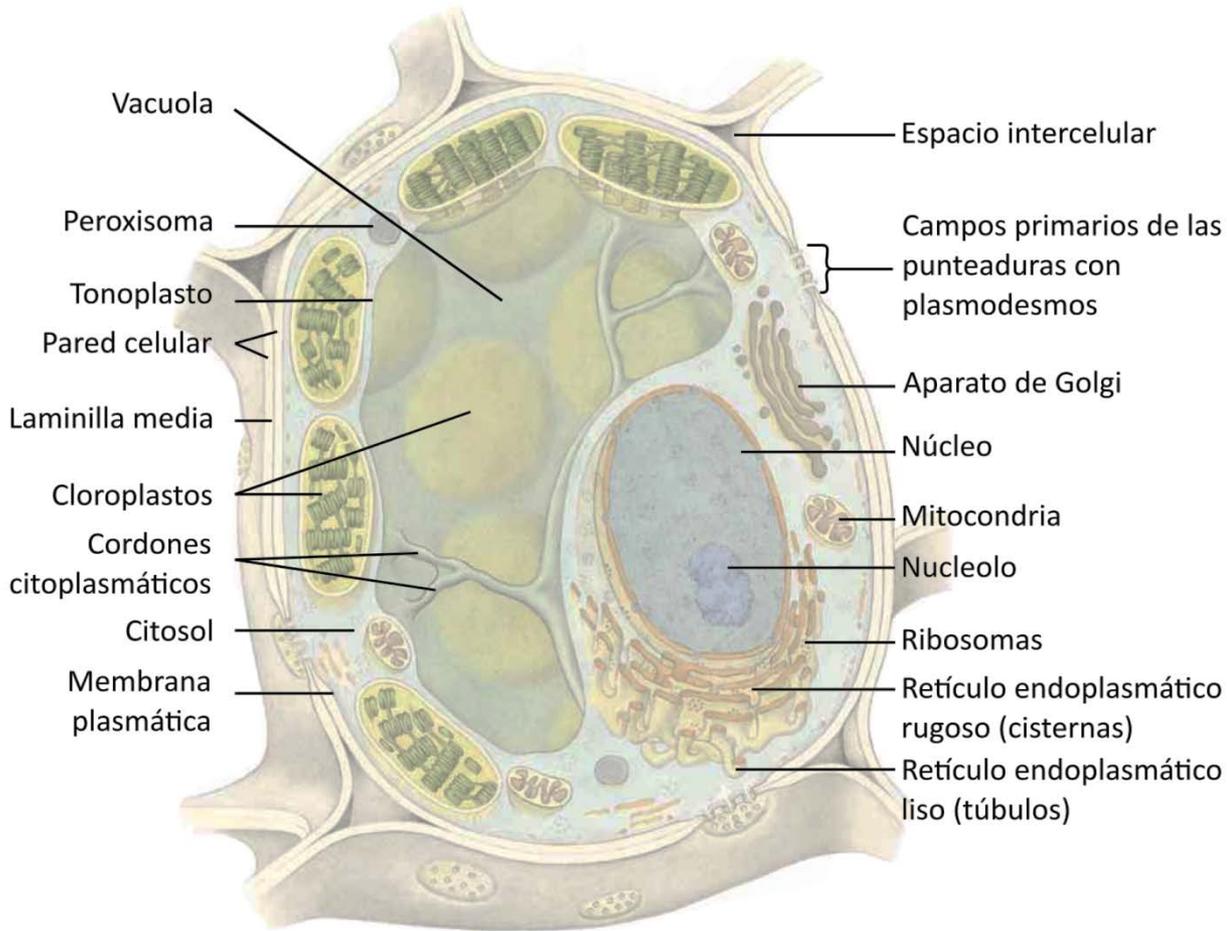


Citología 2

- 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

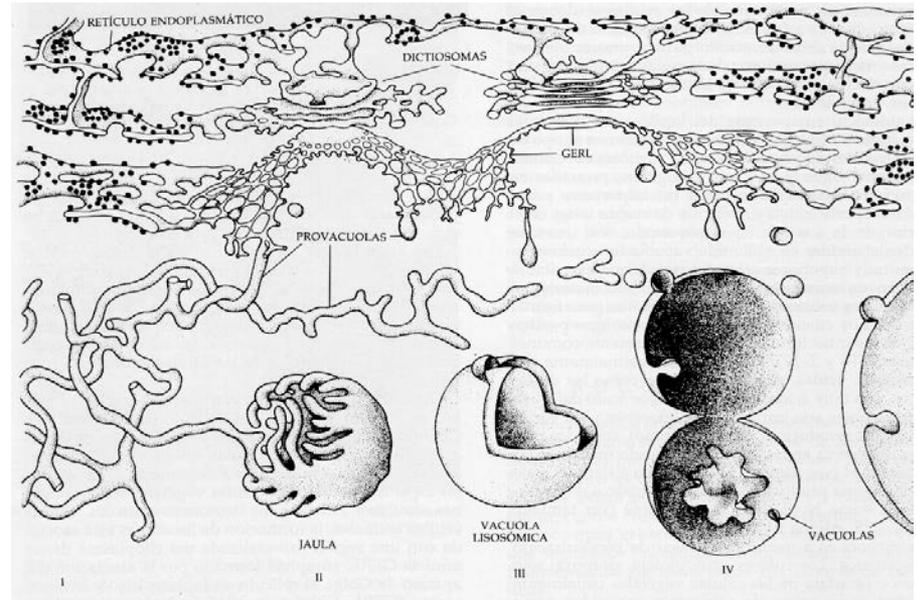
PARED CELULAR	Laminilla media Pared primaria Pared secundaria Plasmodesmos	
PROTOPLASTO o PROTOPLASMA	Núcleo	Envoltura nuclear (Carioteca) Nucleoplasma Cromatina Nucleolo
	Citoplasma	Membrana citoplasmática (Plasmalema)
		Citosol
		Organelas rodeadas por dos membranas: Plastos o plastidios Mitocondrias
		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.

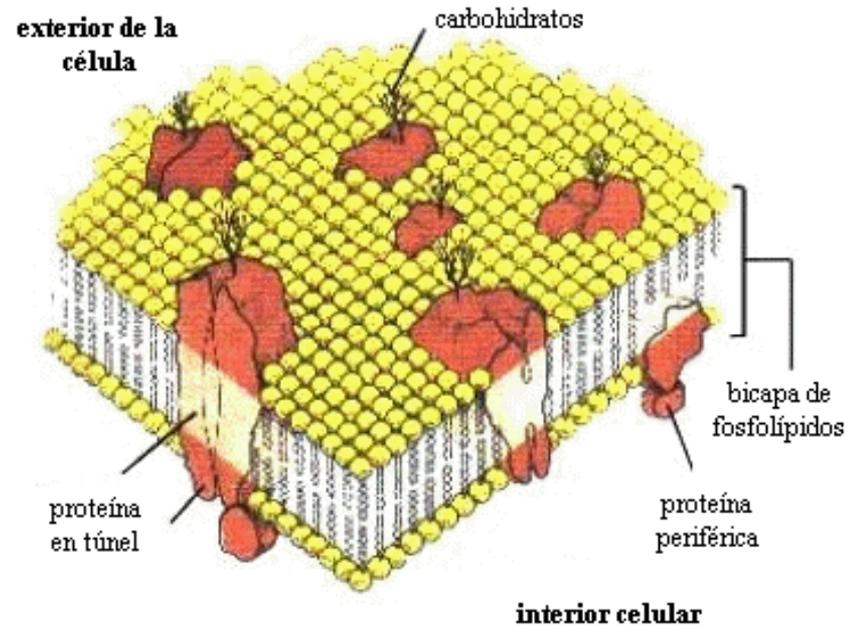
Biomembranas

- 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.



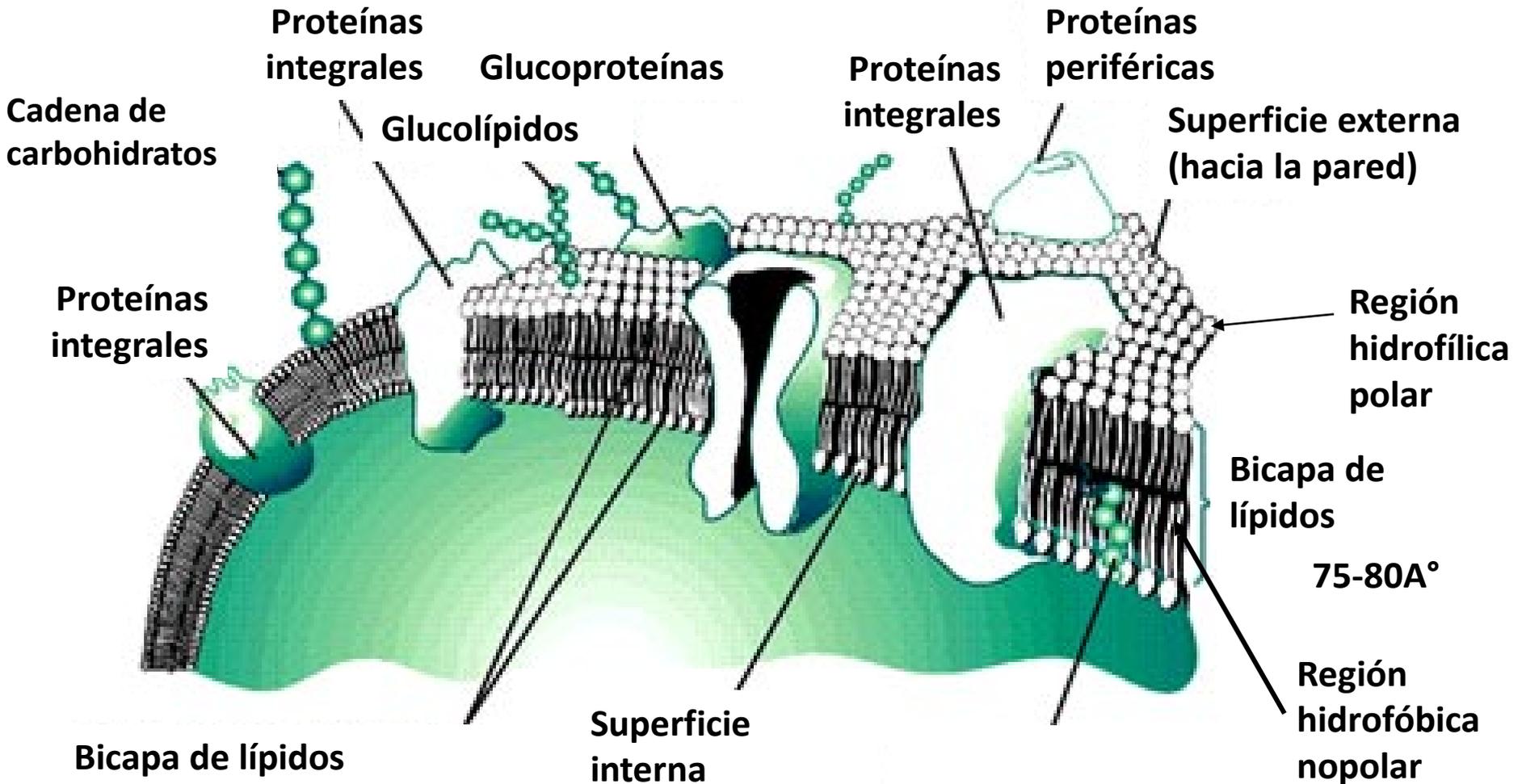
Biomembranas: estructura

- 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



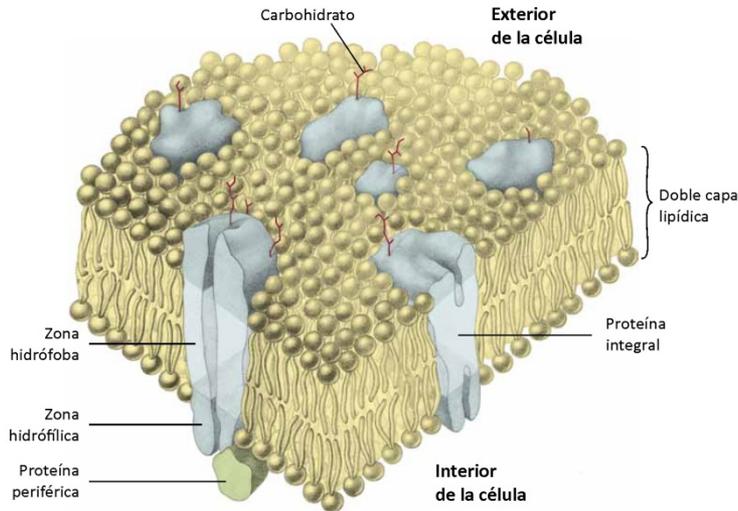
Bicapa de fosfolípidos: estructura fluida e impermeable, 40-50%

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

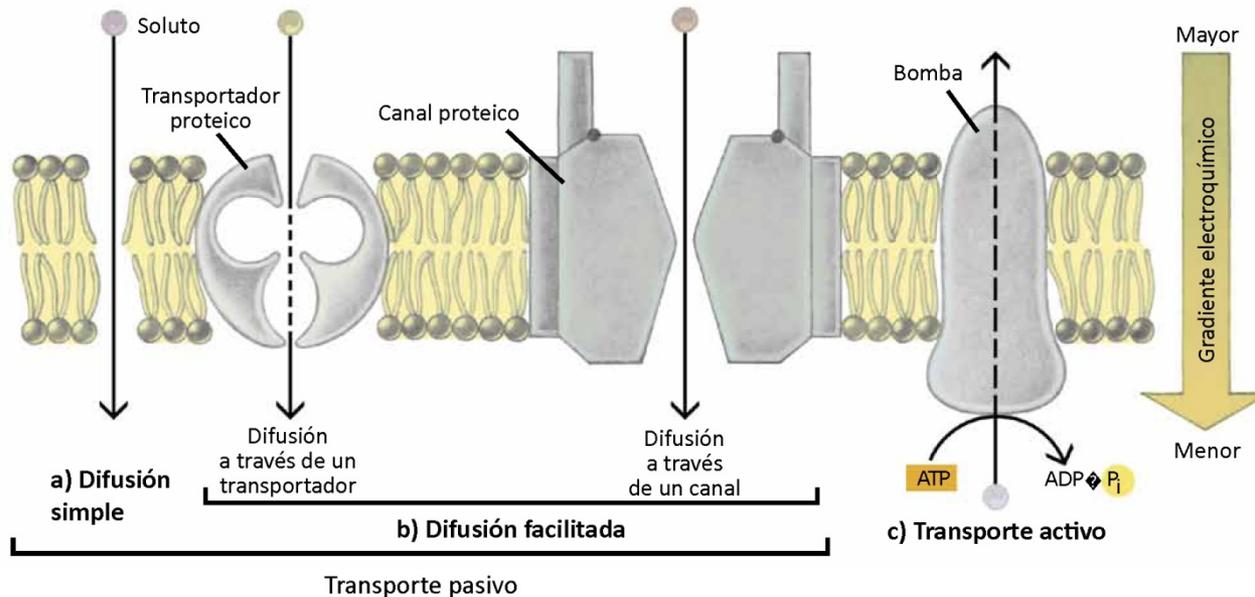
Plasmalema

- 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. **coordina 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.

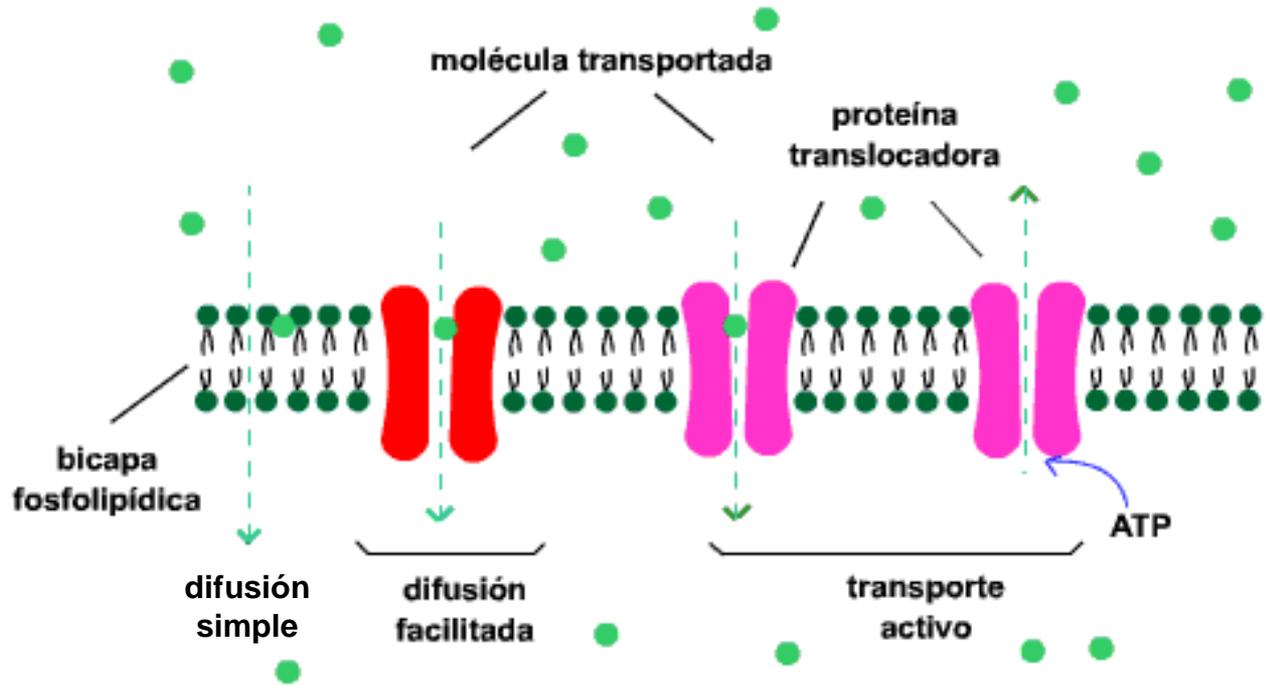
Plasmalema: permeabilidad selectiva



- 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



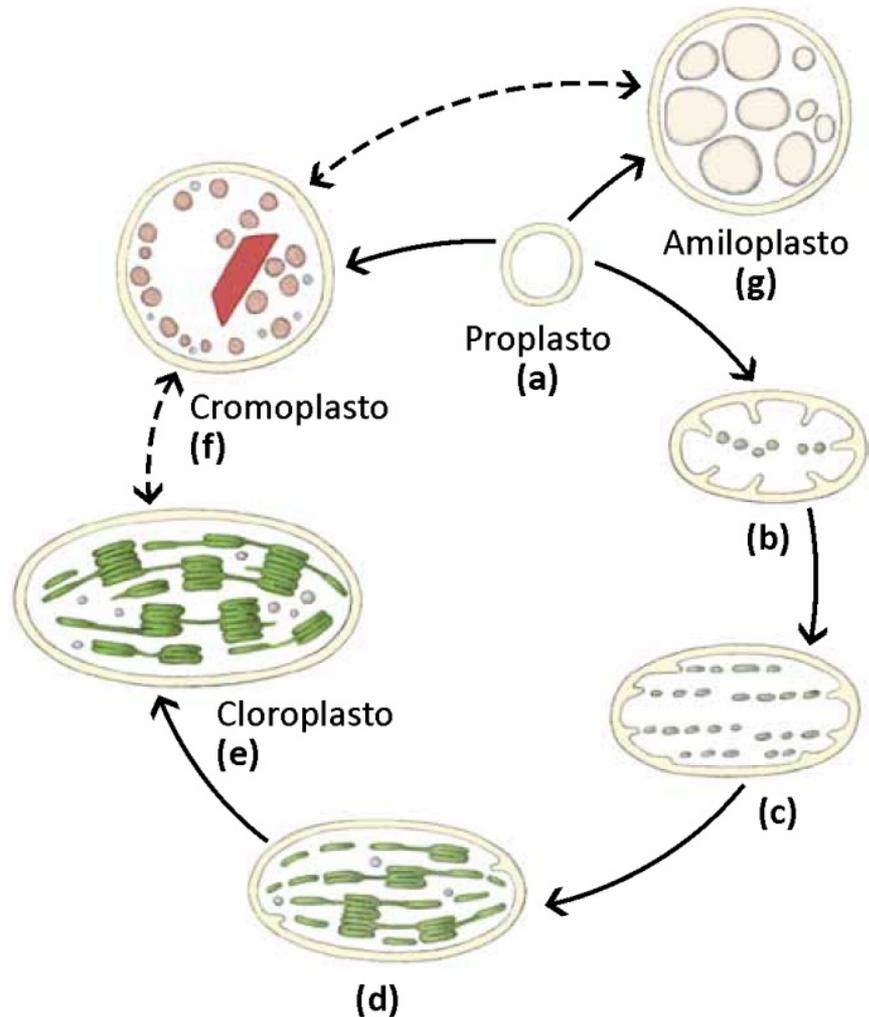
Esquema tomado de <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema7/7-1celula.htm>

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 forma y tamaño variados,
- envueltos por una **doble unidad de membrana**
- **tienen 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:

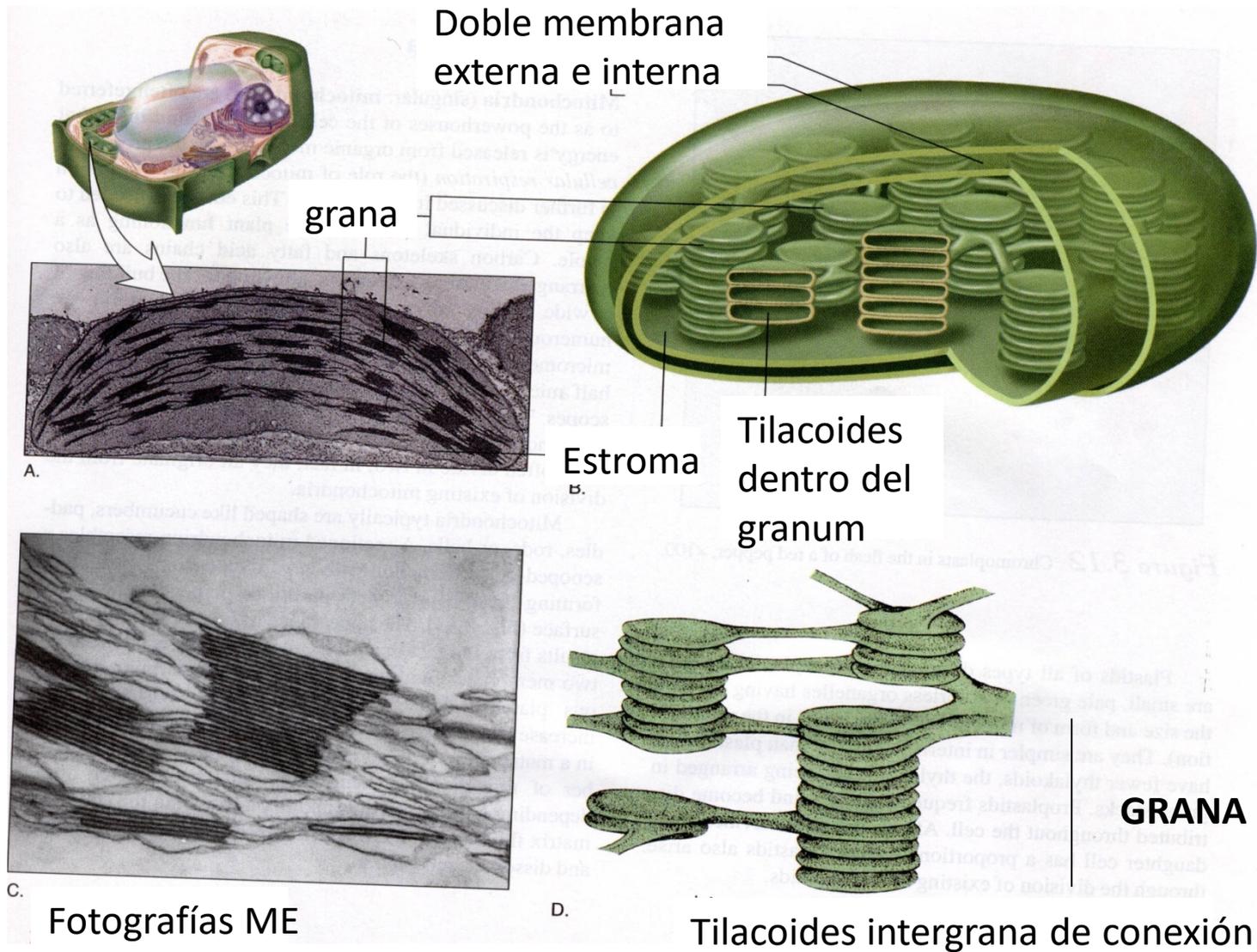
Con pigmentos	<ul style="list-style-type: none">• Cloroplastos y gerontoplastos• Etioplastos
	<ul style="list-style-type: none">• Cromoplasto <ul style="list-style-type: none">• Globulosos• Fibrilares o tubulosos• Cristalinos• Membranosos
Sin pigmentos	<ul style="list-style-type: none">• Leucoplastos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

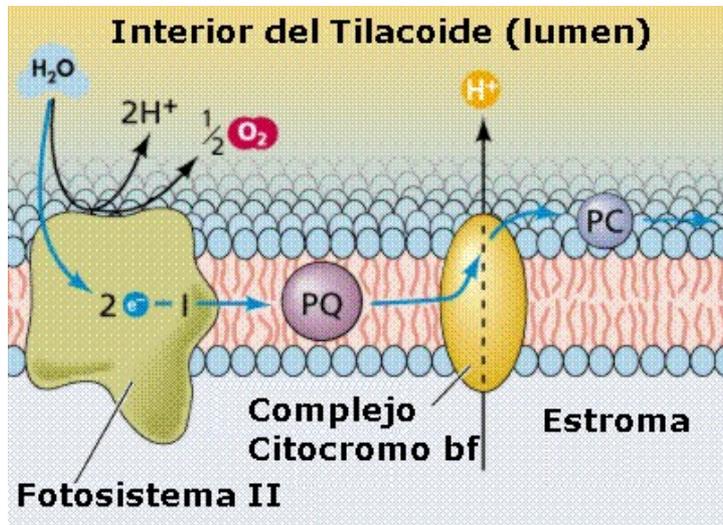
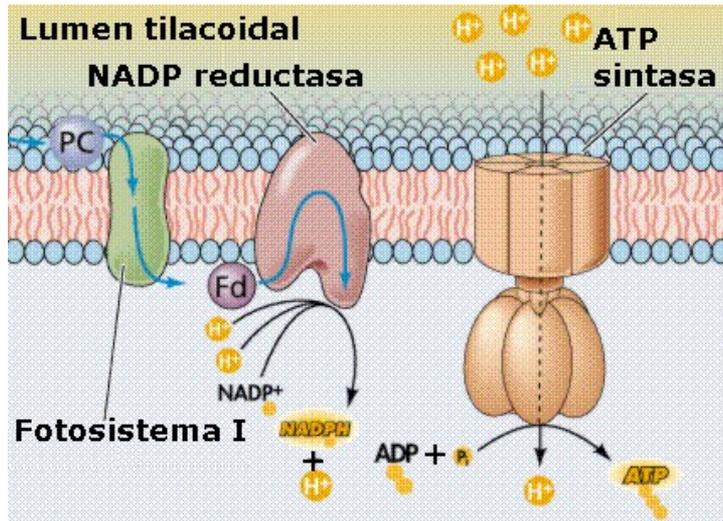
- característicos de las **células vegetales**. Rodeados por dos membranas. 4-6 μm de diámetro.
- realizan **fotosíntesis: constituyen el origen de los fotoasimilados**.
- también implicados en la **síntesis de los aminoácidos y de los ácidos grasos** y constituyen un lugar de almacenaje temporal del 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 $500.000 / \text{mm}^2$. Funciones: síntesis de amino ácidos y ácidos grasos

Plastos o plastidios: Cloroplastos



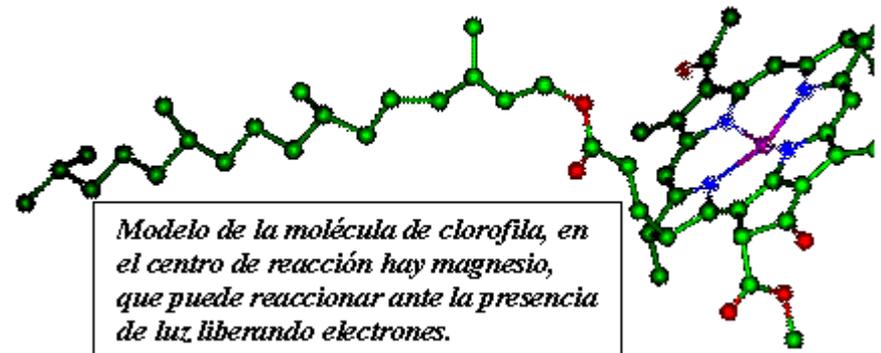
Plastos o plastidios: Cloroplastos

FOTOSÍNTESIS

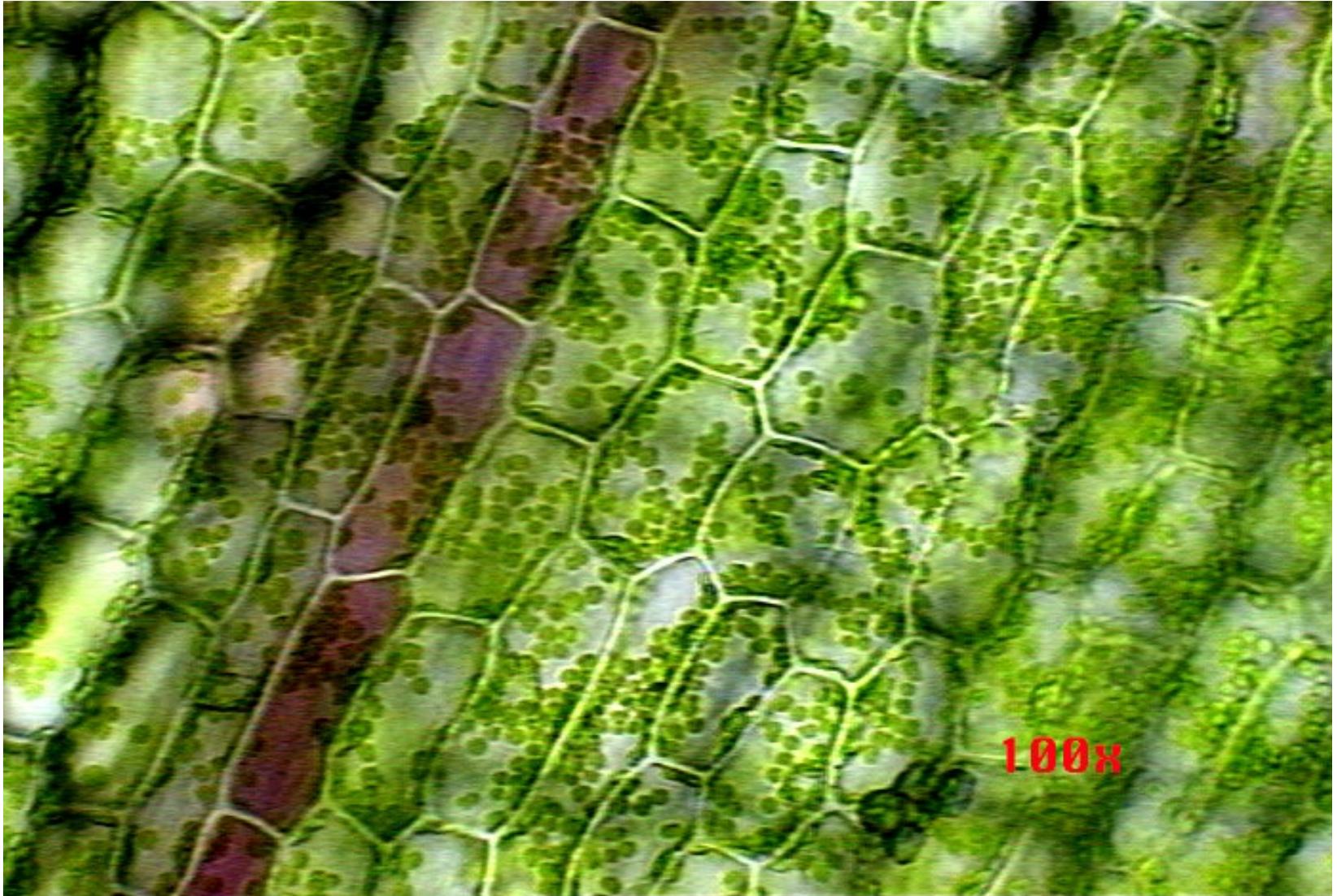


Fotosistema 1 (PS I): Se localiza principalmente en las membranas de los tilacoides no apilados, en contacto con el estroma. El centro de reacción tiene 2 moléculas de **clorofila *a*** denominadas P700 que absorben la luz a una longitud de onda de 700 nm.

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.

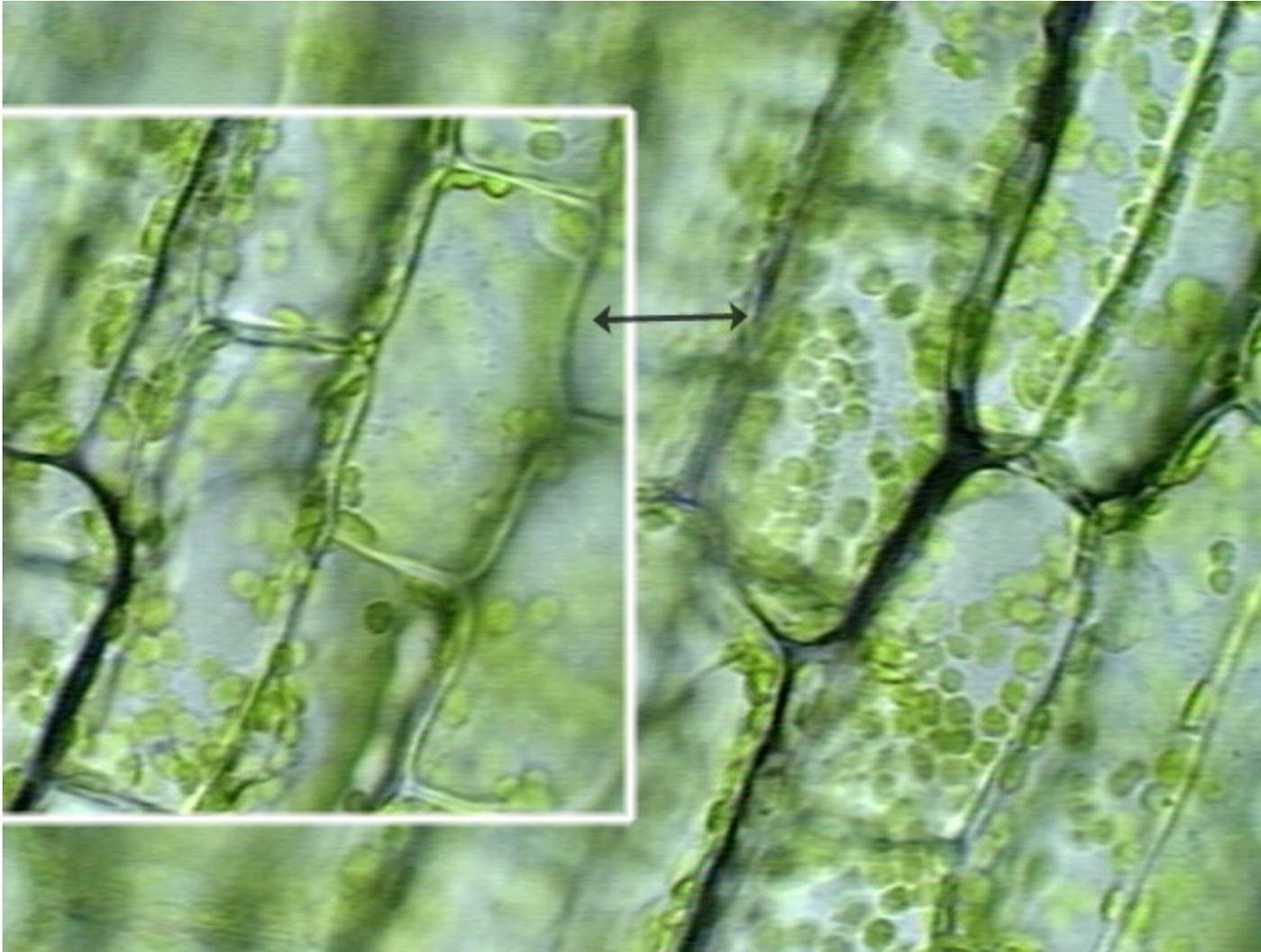


Plastos o plastidios: Cloroplastos



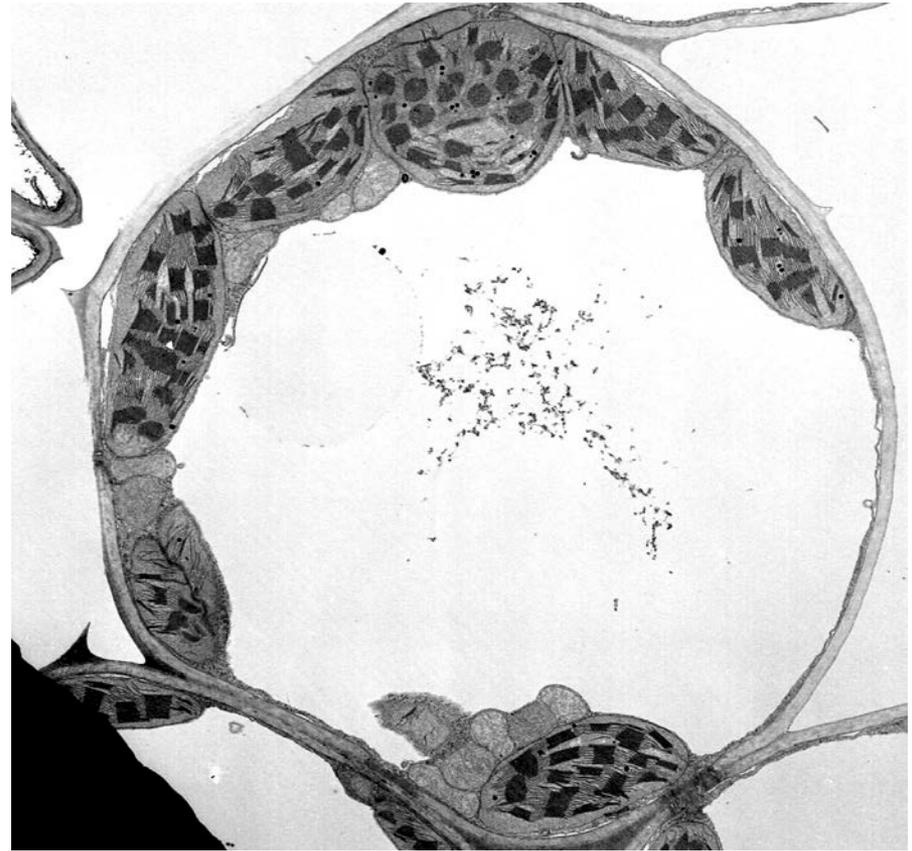
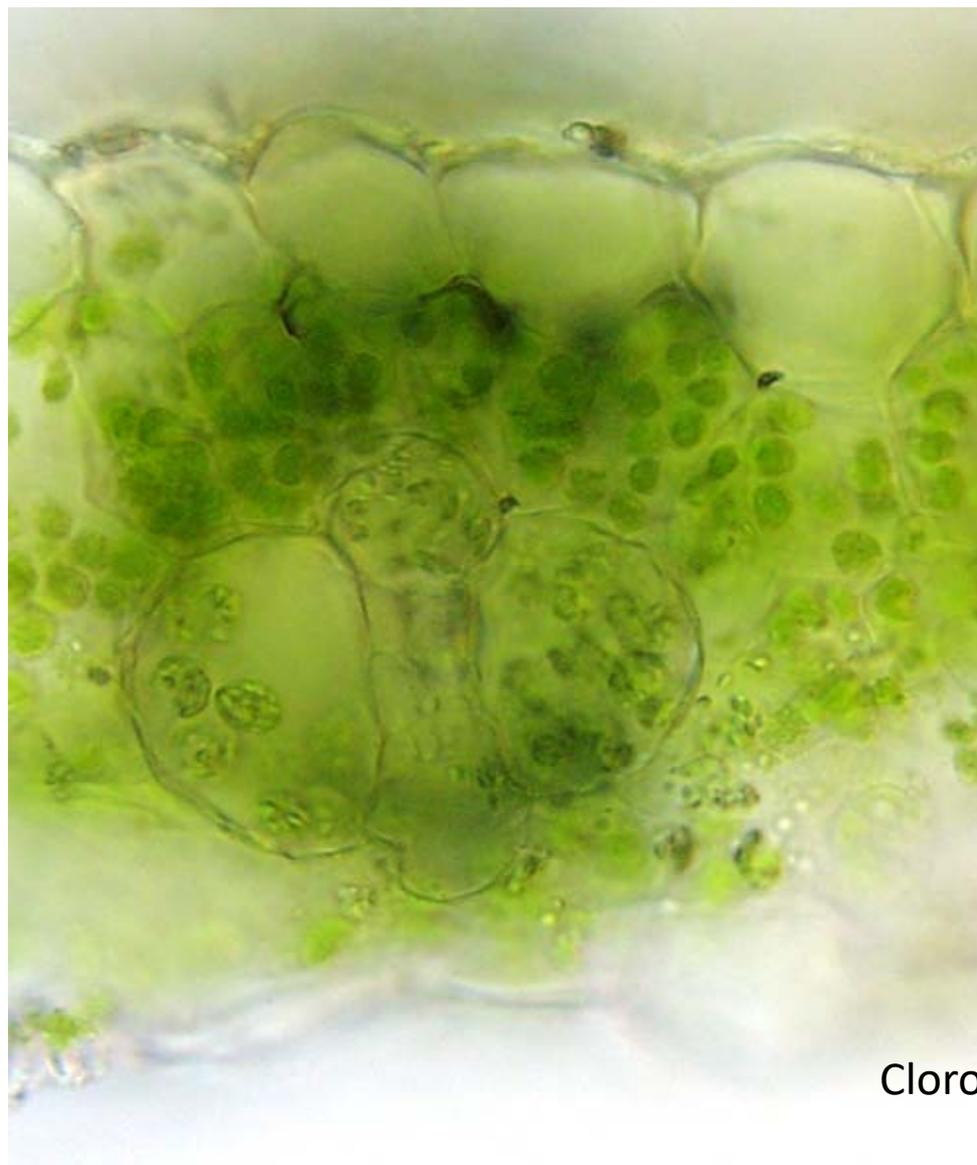
Cloroplastos en células del parénquima en empalizada de *Elodea*

Plastos o plastidios: Cloroplastos



Cloroplastos en *Elodea*

Plastos o plastidios: Cloroplastos



Cloroplastos orientados hacia el estímulo lumínico

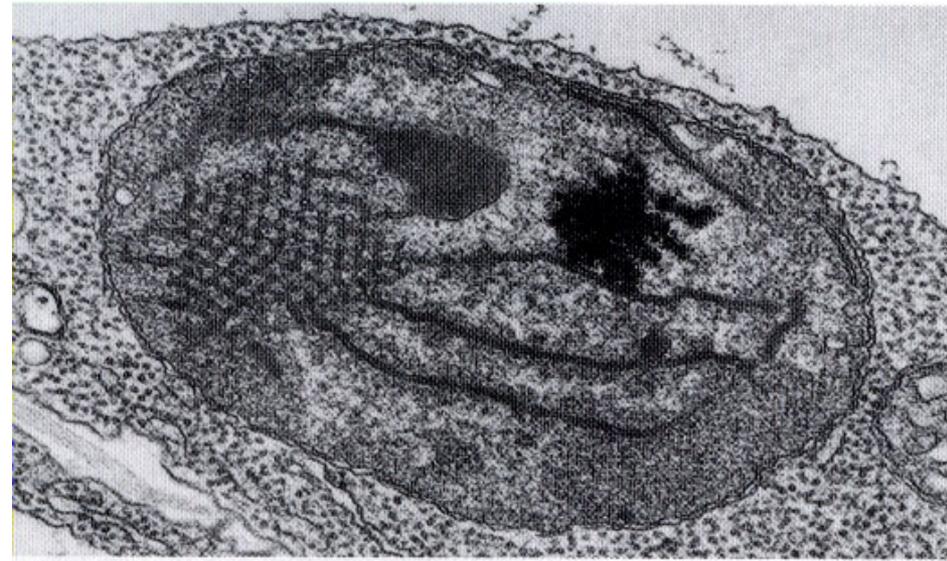
Plastos o plastidios

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

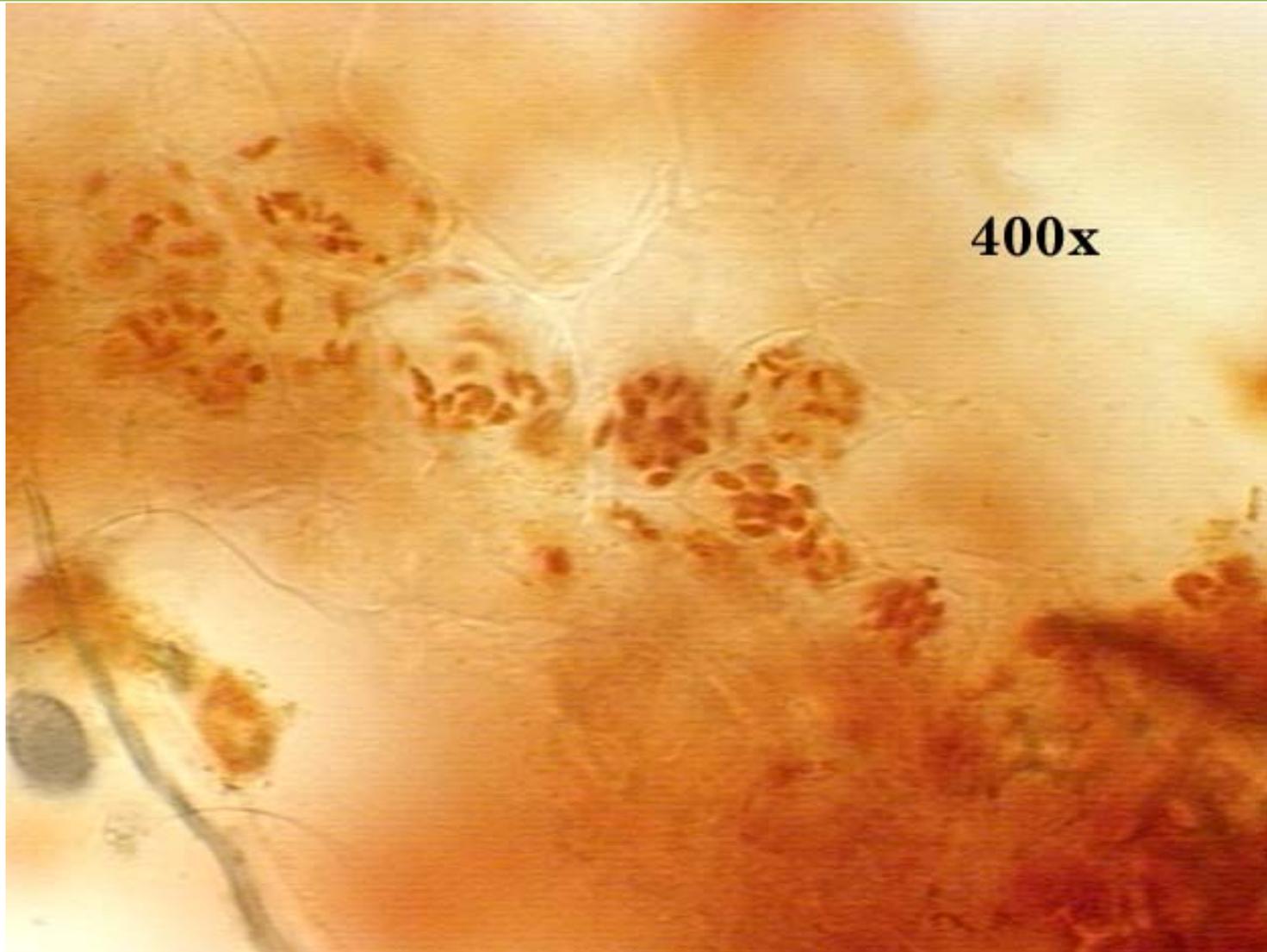
0.25 μm

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.

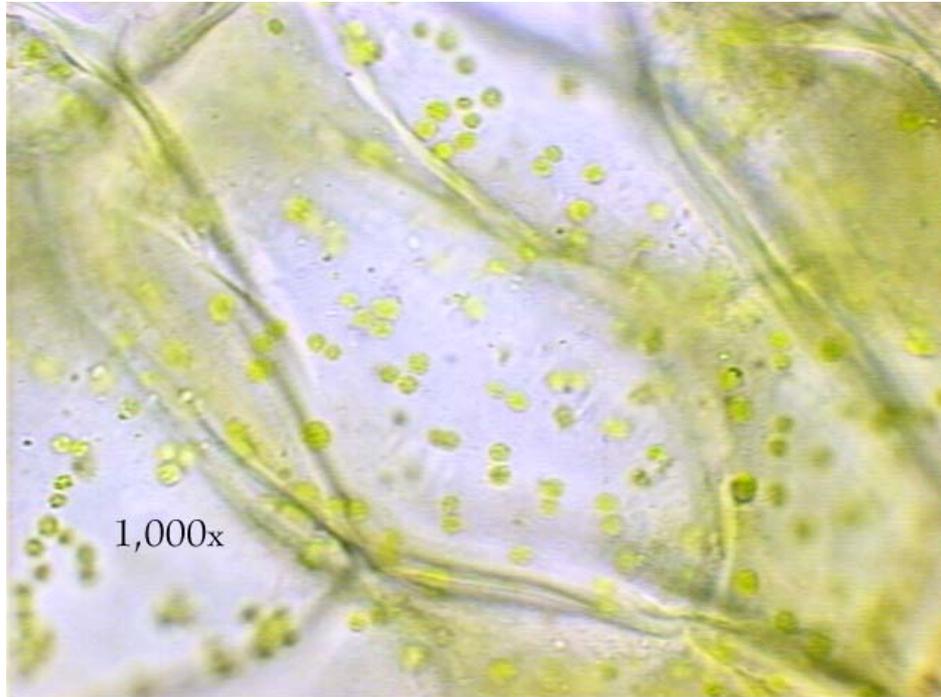
Plastos o plastidios: cromoplastos



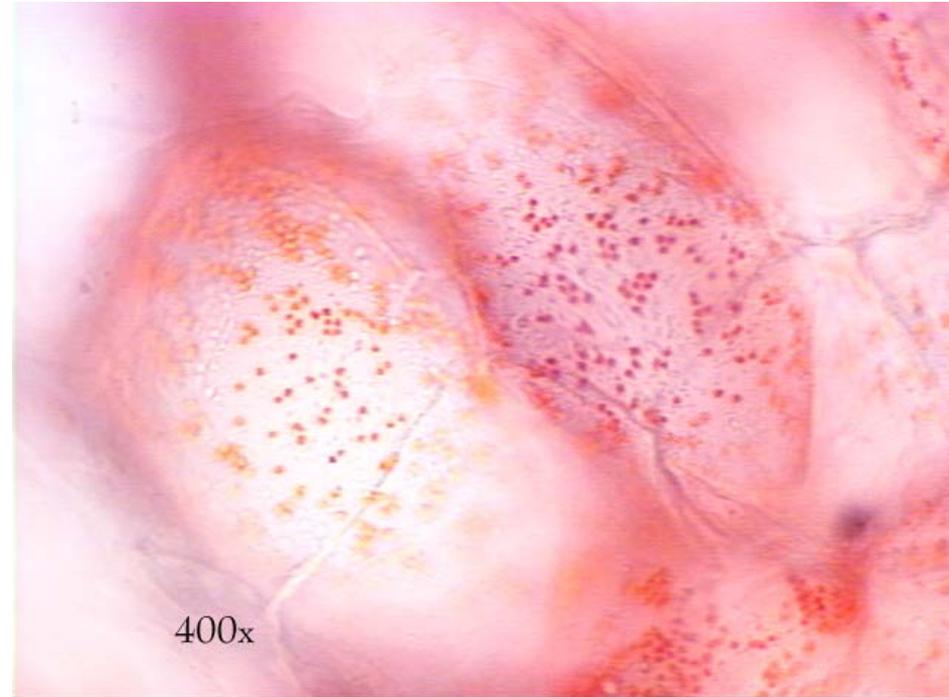
Cromoplastos con carotenoides

Plastos o plastidios: cromoplastos

Cloroplastos en pimiento



Cromoplastos en pimiento



Plastos o plastidios

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, ovoides, 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*)

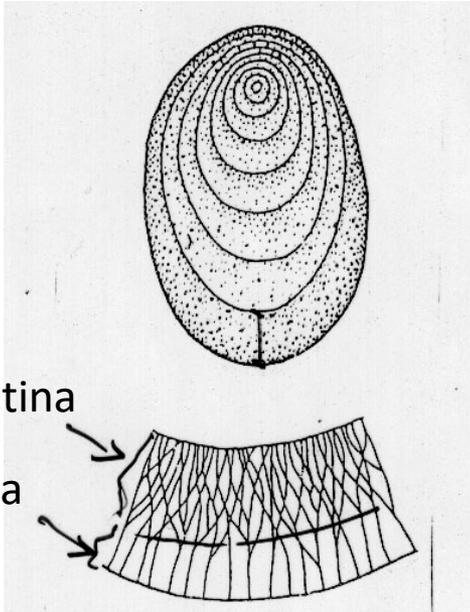
Proteinoplastos

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

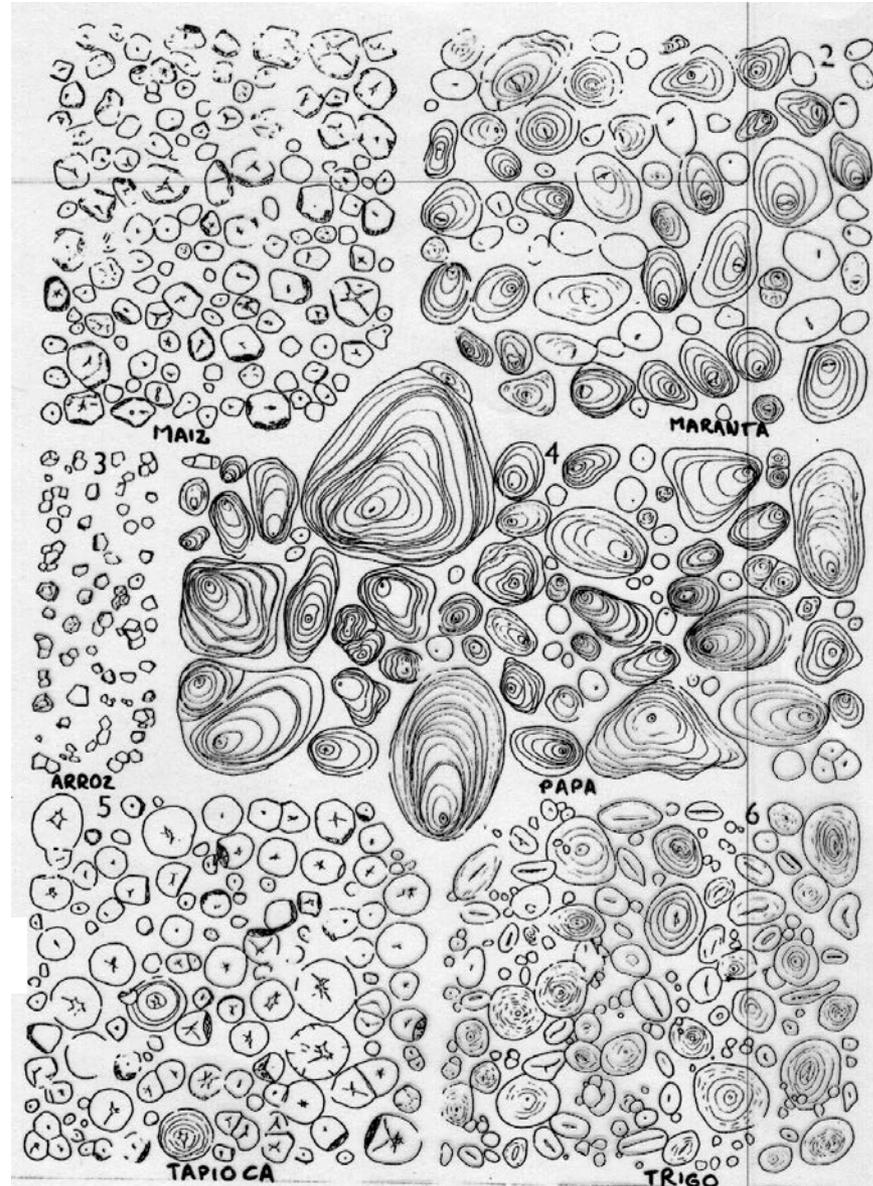
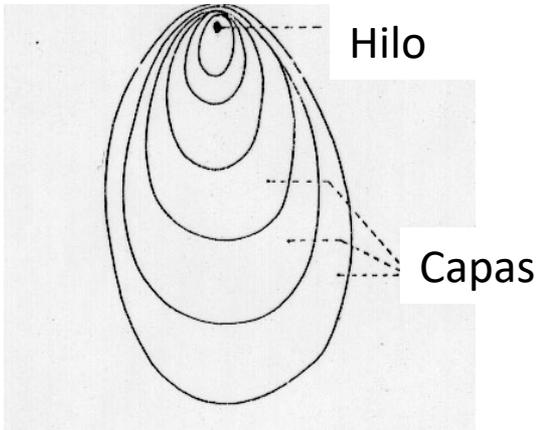
Plastos o plastidios: amiloplastos

Almidón
Amilopectina

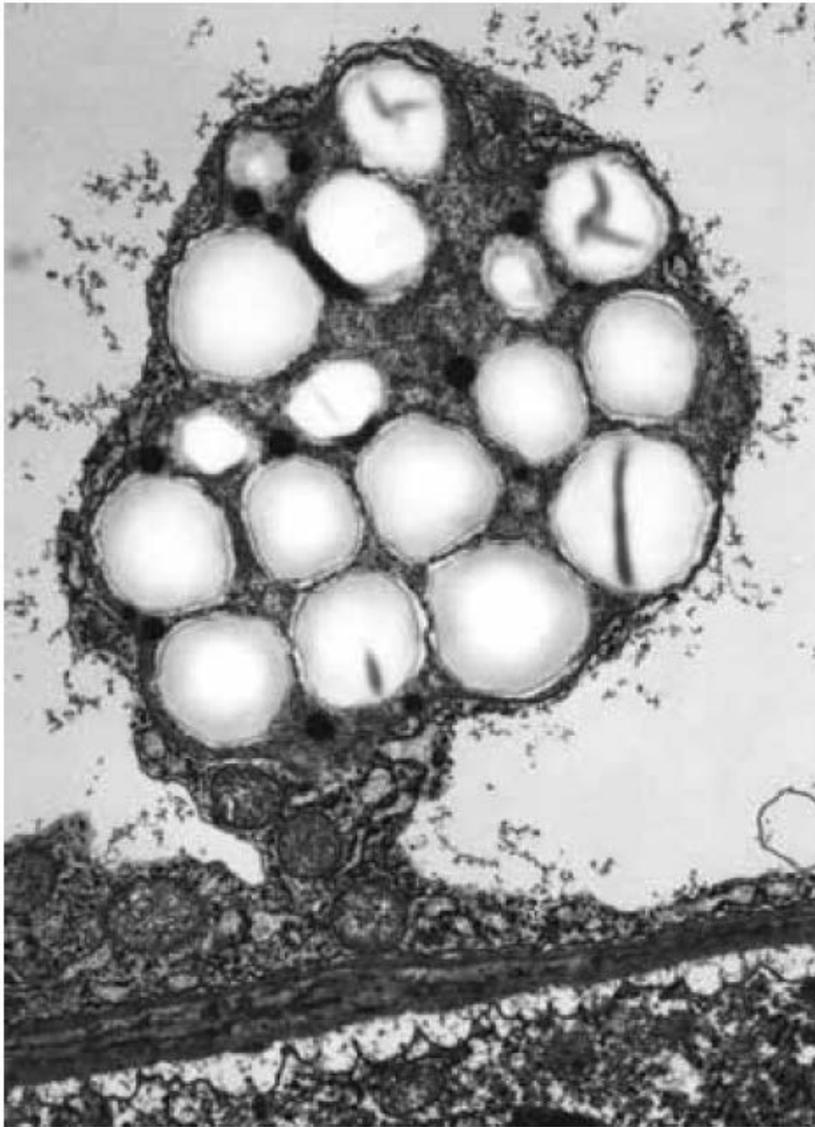
Amilosa



Amiloplasto de papa



Plastos o plastidios: amiloplastos



1 μ m

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

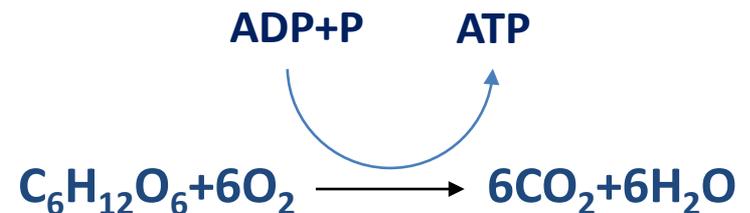
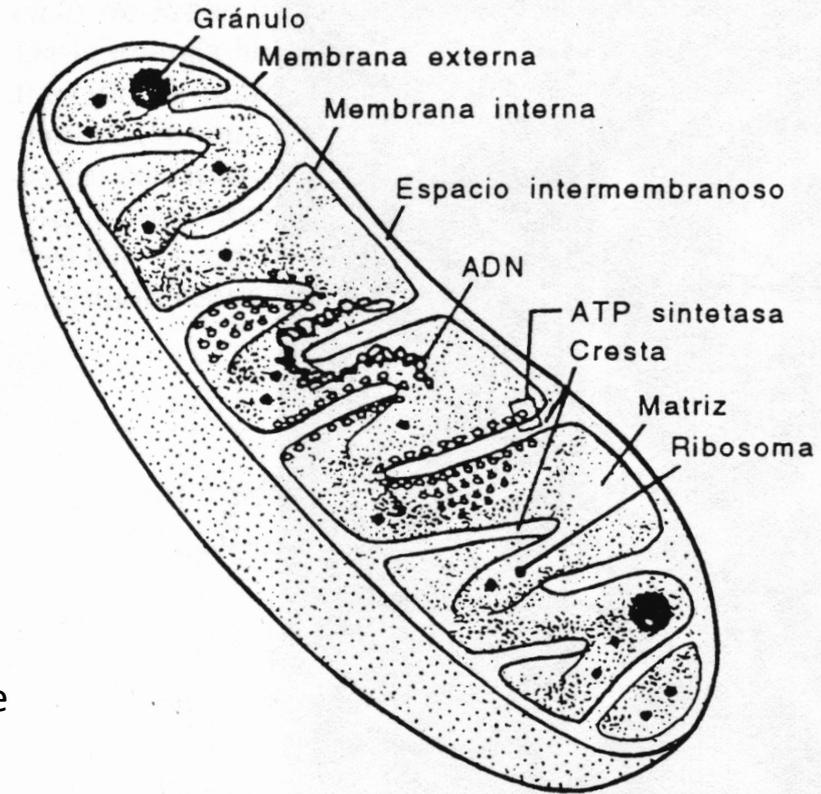
- Los cuerpos redondos y transparentes son granos de almidón.
- Los cuerpos más pequeños y oscuros son cuerpos de aceite.
- Implicados en la síntesis y almacenamiento a largo plazo de almidón en semillas y órganos de almacenamiento

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>

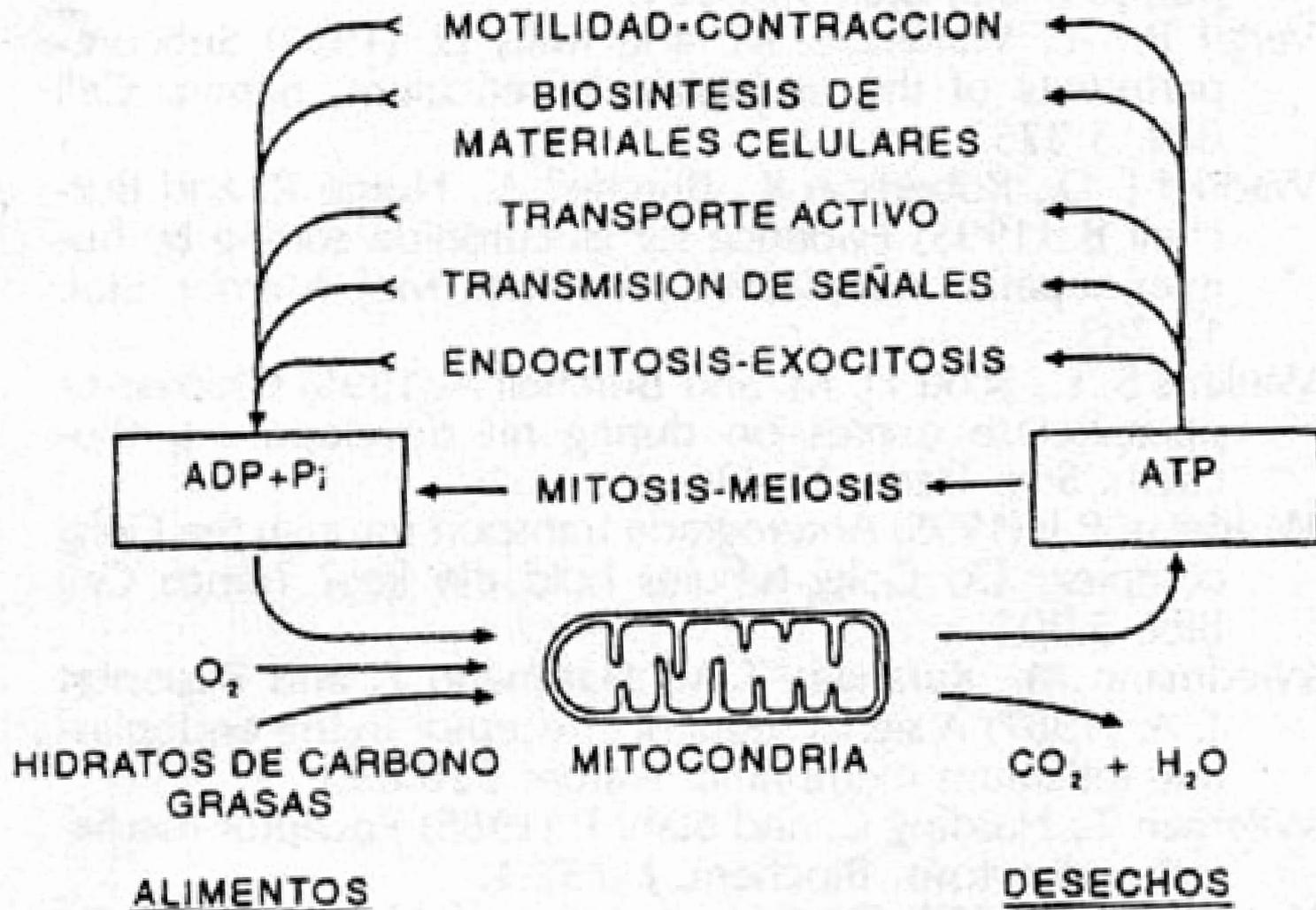
Mitocondrias

- 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)

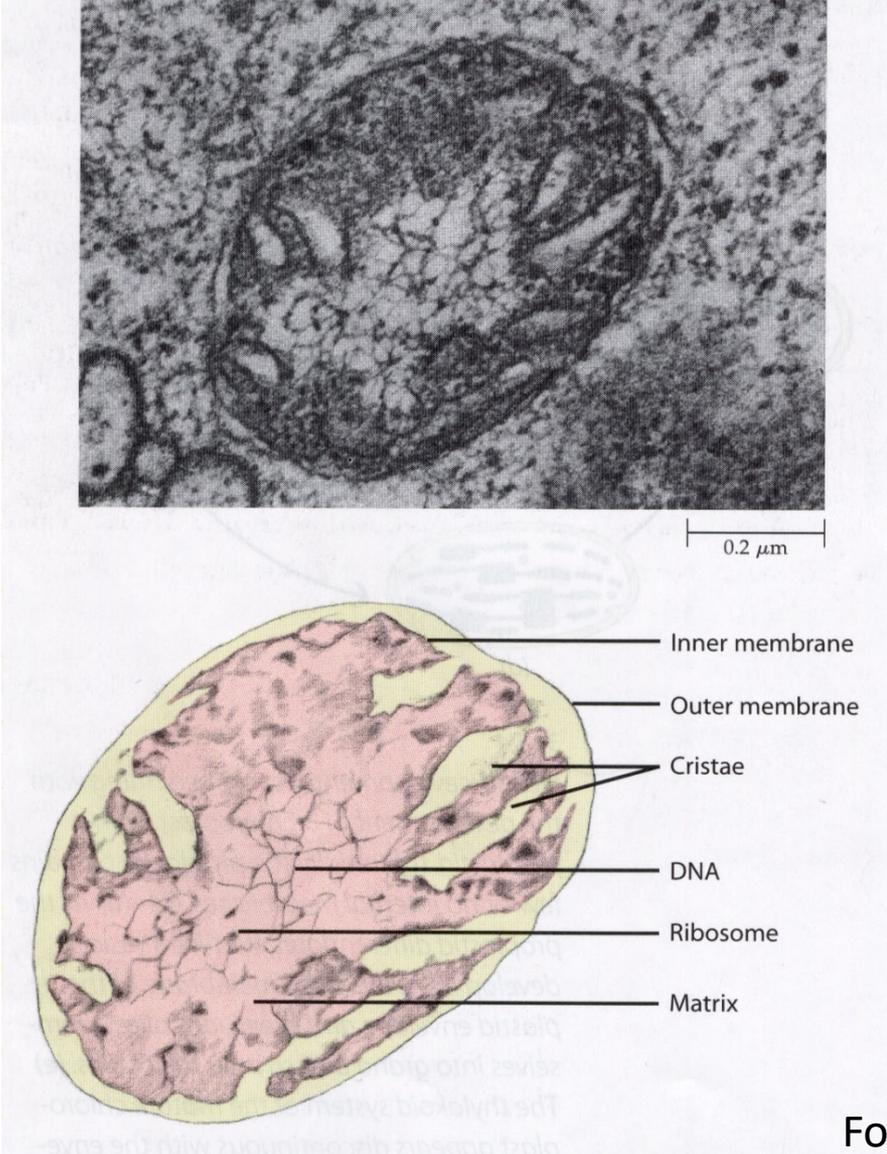


Mitocondria

FUNCIONES DE LA CELULA QUE REQUIEREN ENERGIA



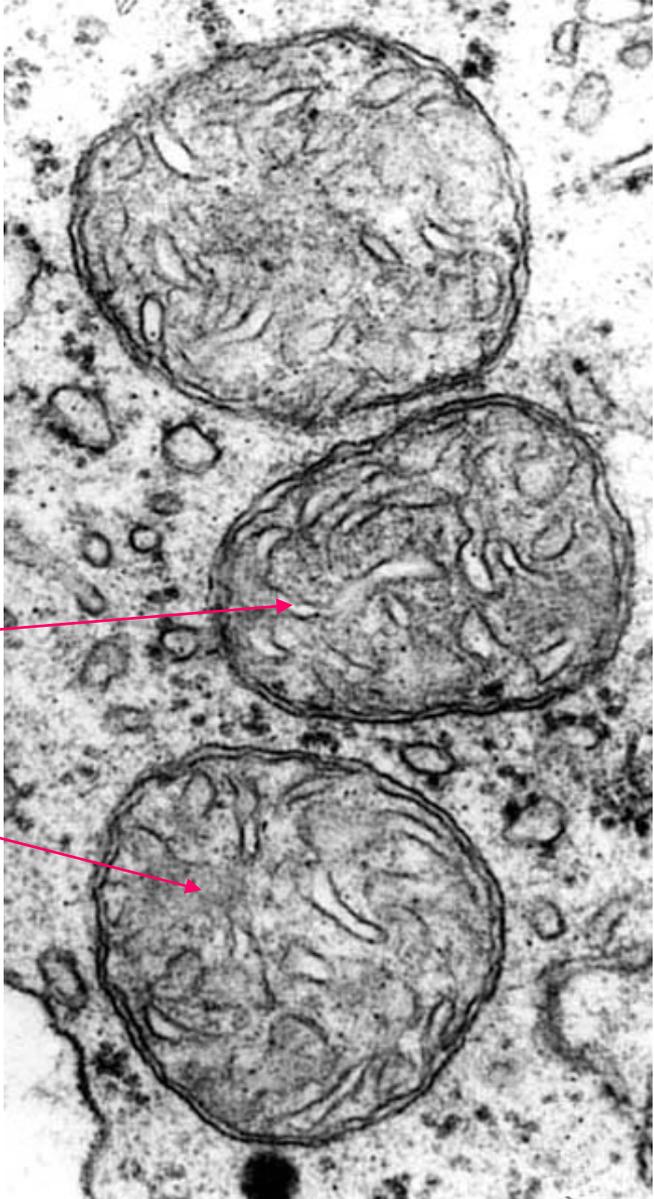
Mitocondria



Fotografías ME

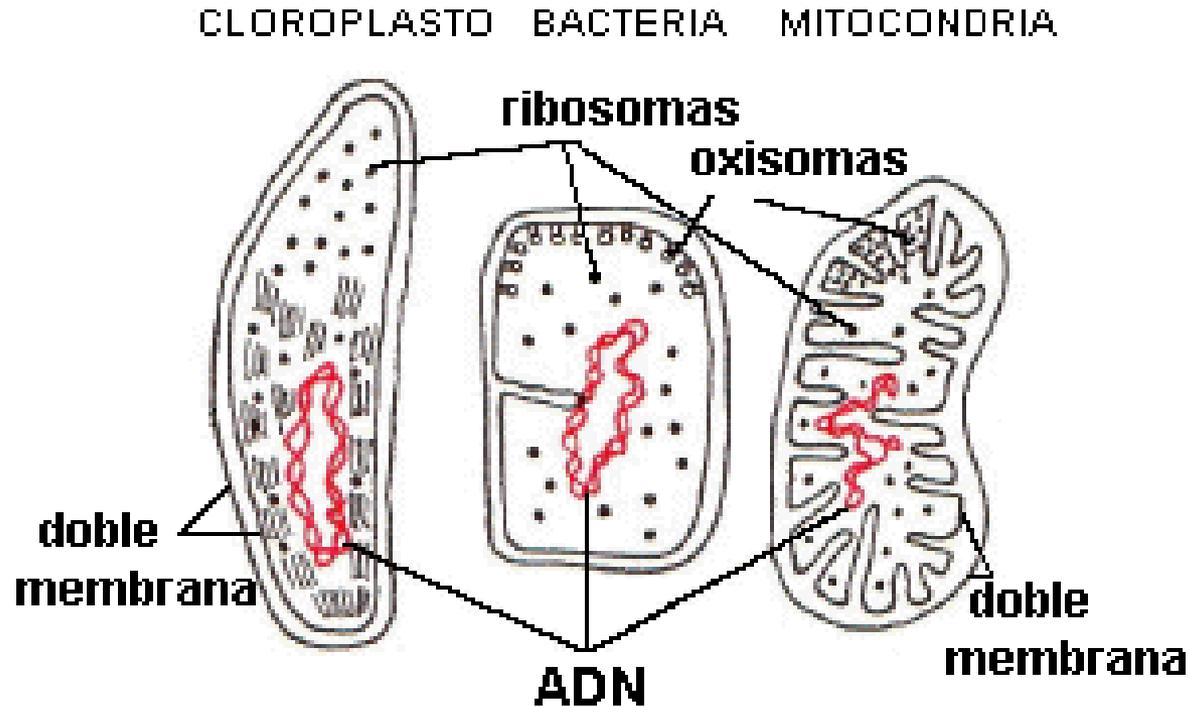
Túbulos

Estroma



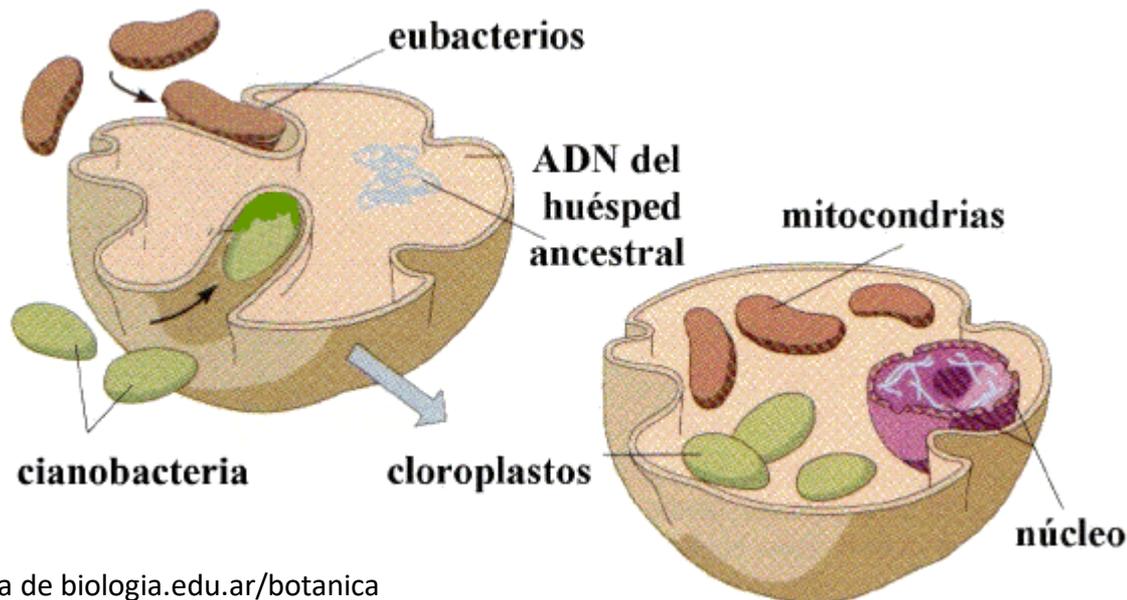
Teoría endosimbiótica

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



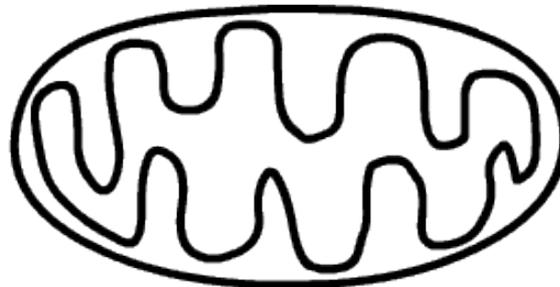
Teoría endosimbiótica

- 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

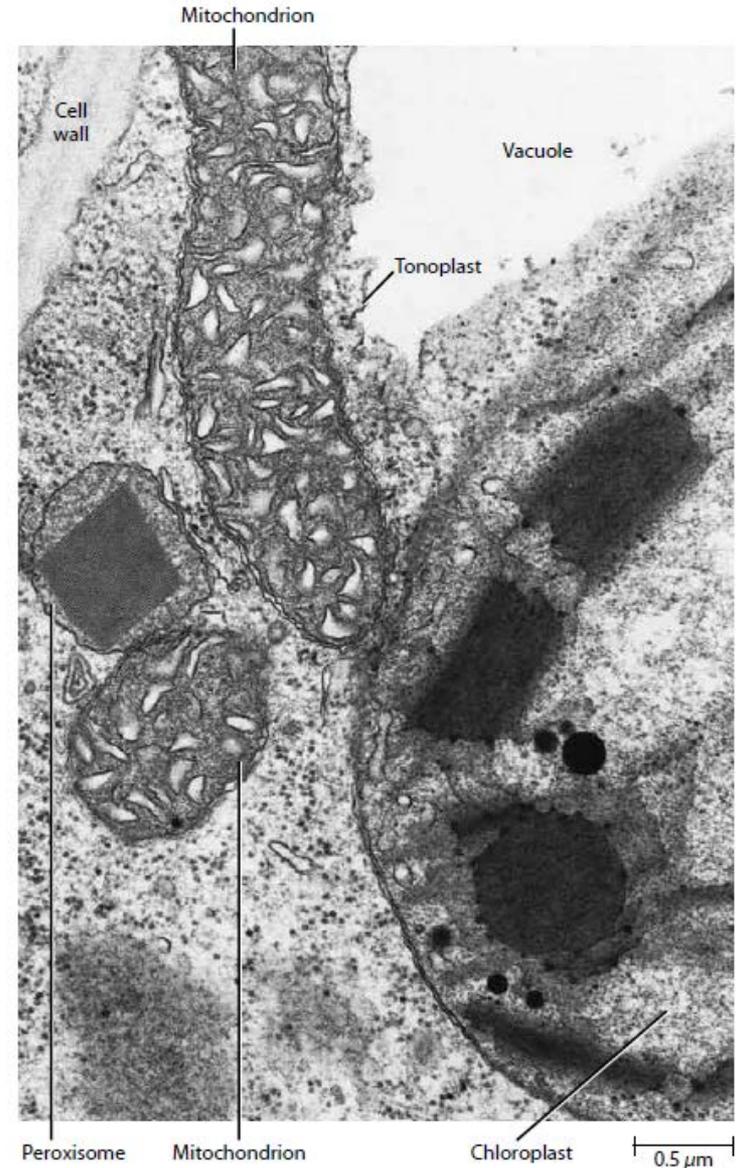
Peroxisomas

- 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

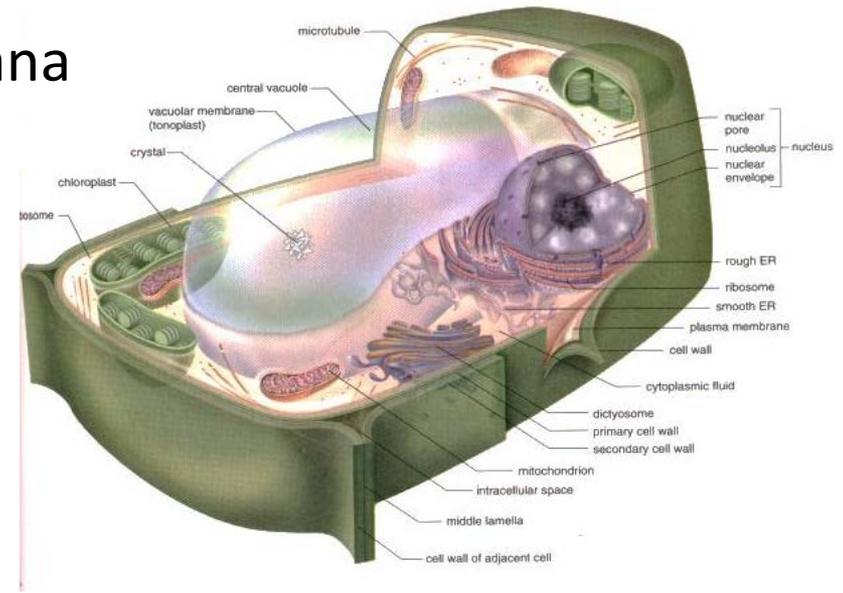
- poseen las enzimas necesarias para la **conversión de ácidos grasos en hidratos de carbono**, durante el proceso de germinación de semillas oleaginosas.

Figura de Evert y Eichorn 2013



Vacuolas

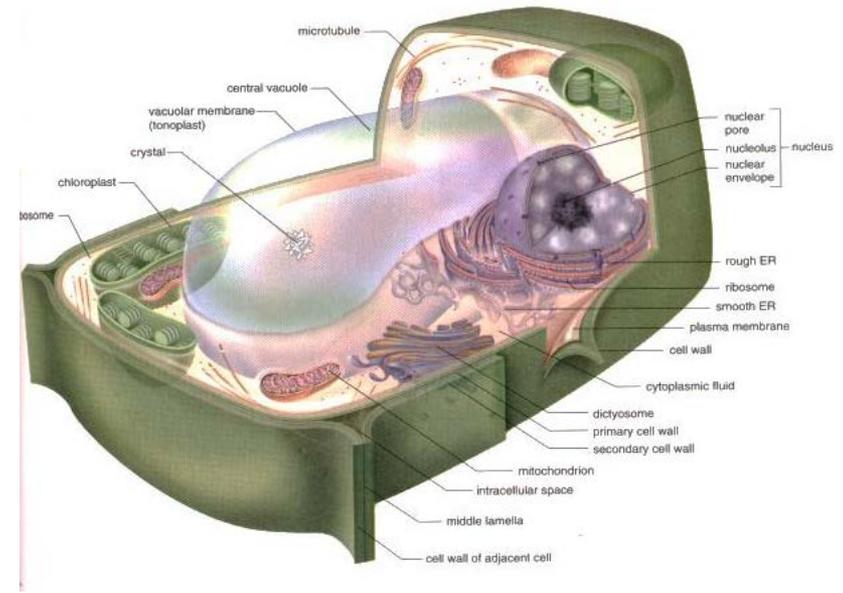
- Organela rodeada por una membrana: **tonoplasto** (membrana vacuolar)
- **Contenido** denominado: **jugo celular**
- **Origen:** a partir del retículo endoplasmático y del aparato de Golgi
- Una célula joven posee numerosas y pequeñas vacuolas,
- luego se unen formando una vacuola grande que se ubica 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

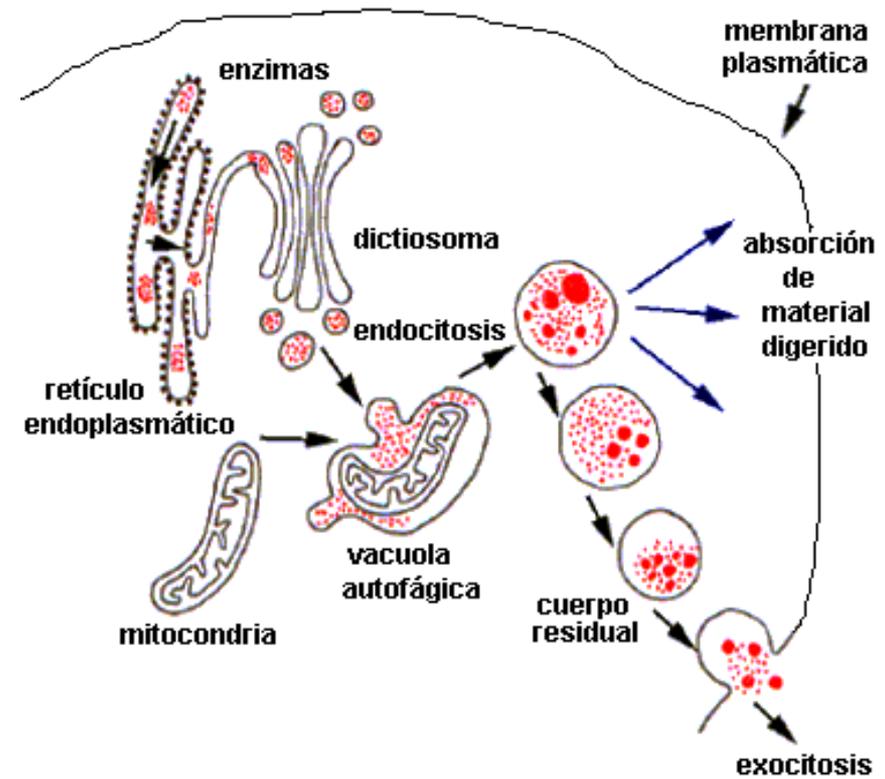
Jugo celular

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.

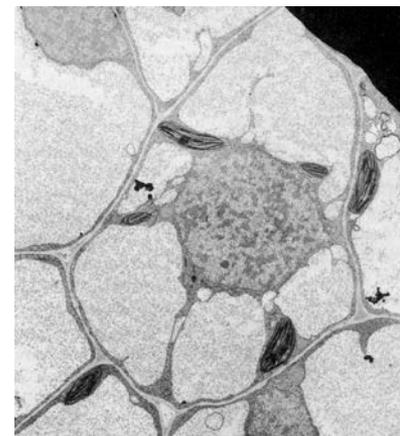
Vacuolas

- **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).

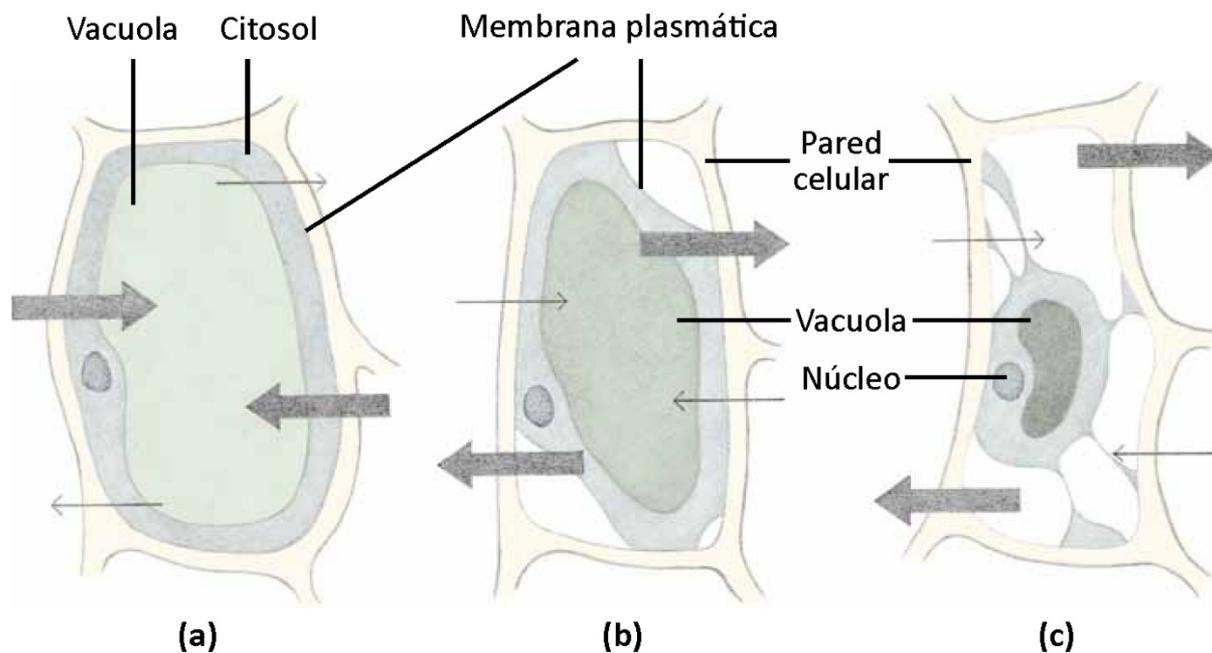


Vacuolas

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)

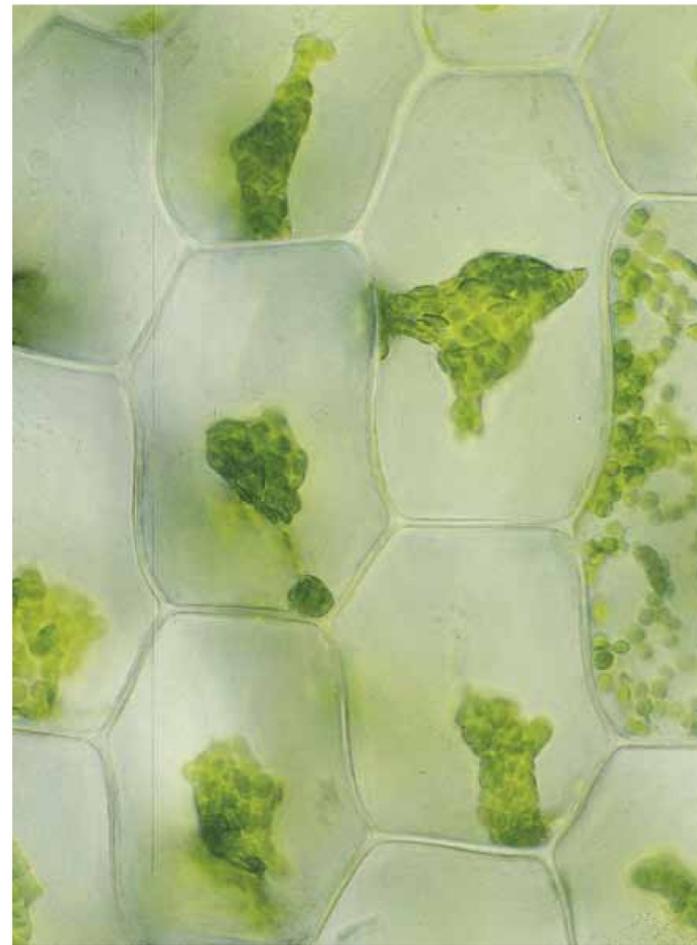


Vacuolas

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*)

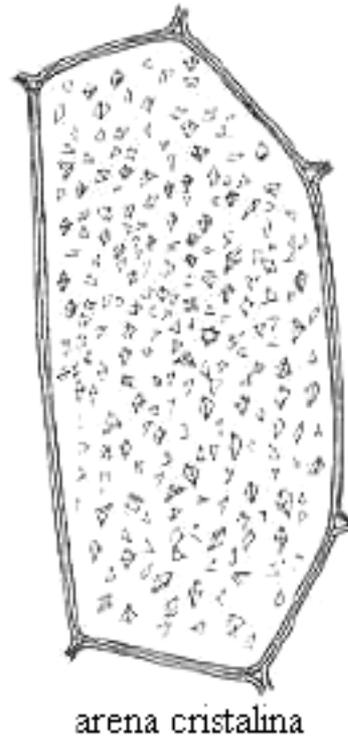
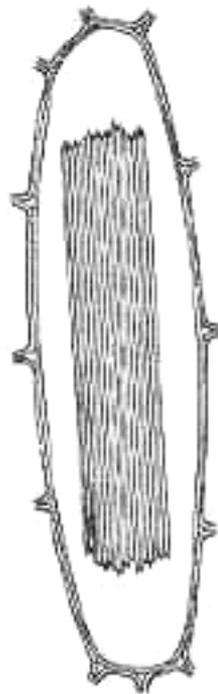
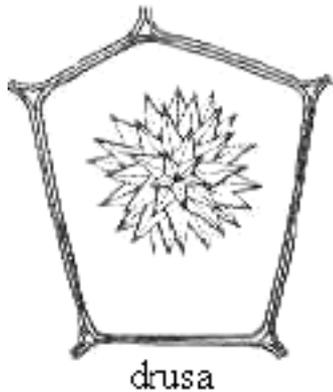
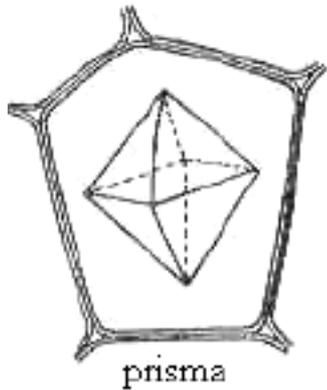
Sustancias ergásticas

Cristales:

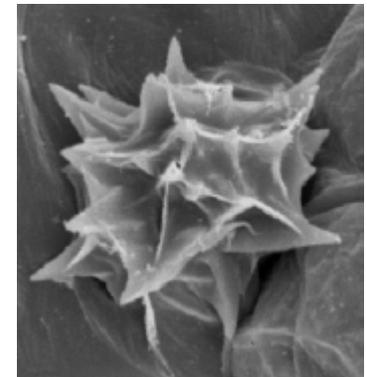
- Se forman generalmente **en las vacuolas**
- productos de excreción, aunque se ha comprobado que en ciertos casos el calcio es reutilizado.
- Oxalato de Ca es el componente más común de los cristales vegetales, y resulta de la acumulación intracelular de Calcio.
- formas
 - de arena cristalina,
 - 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*



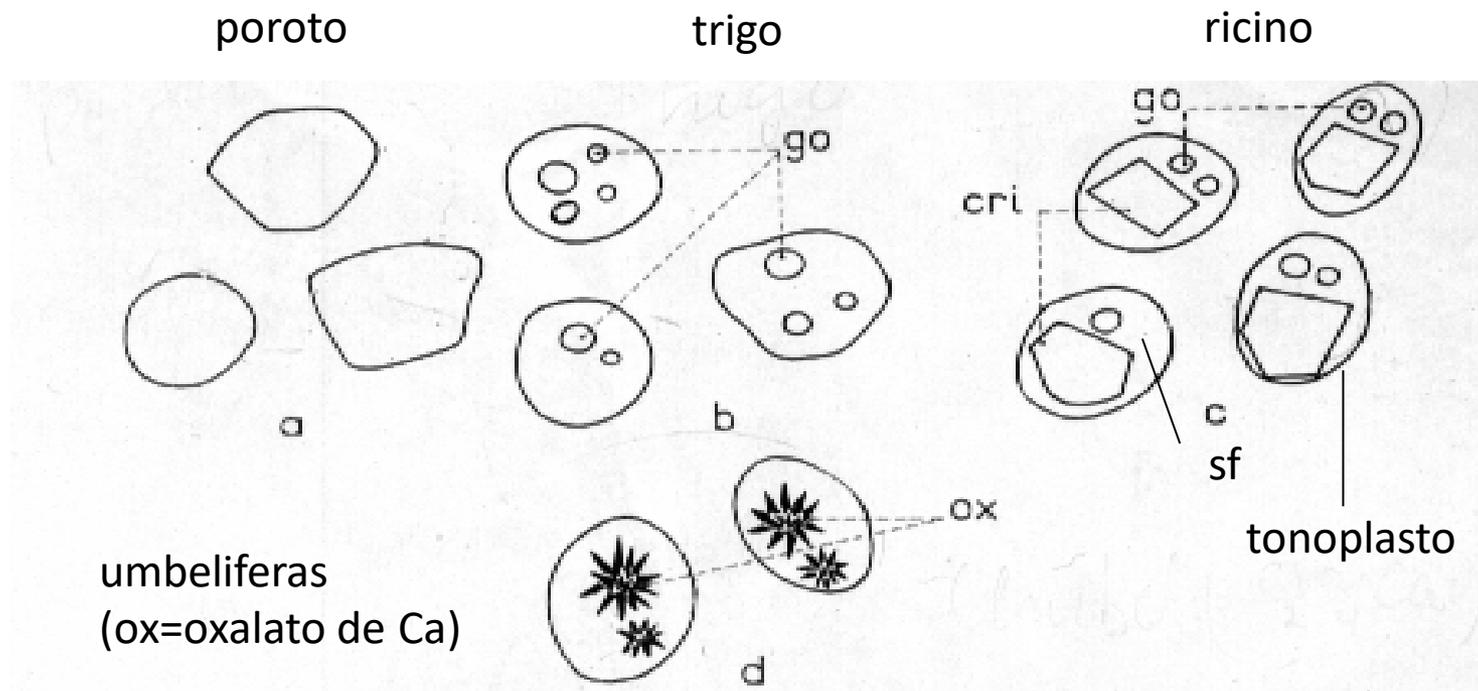
Sustancias ergásticas

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:



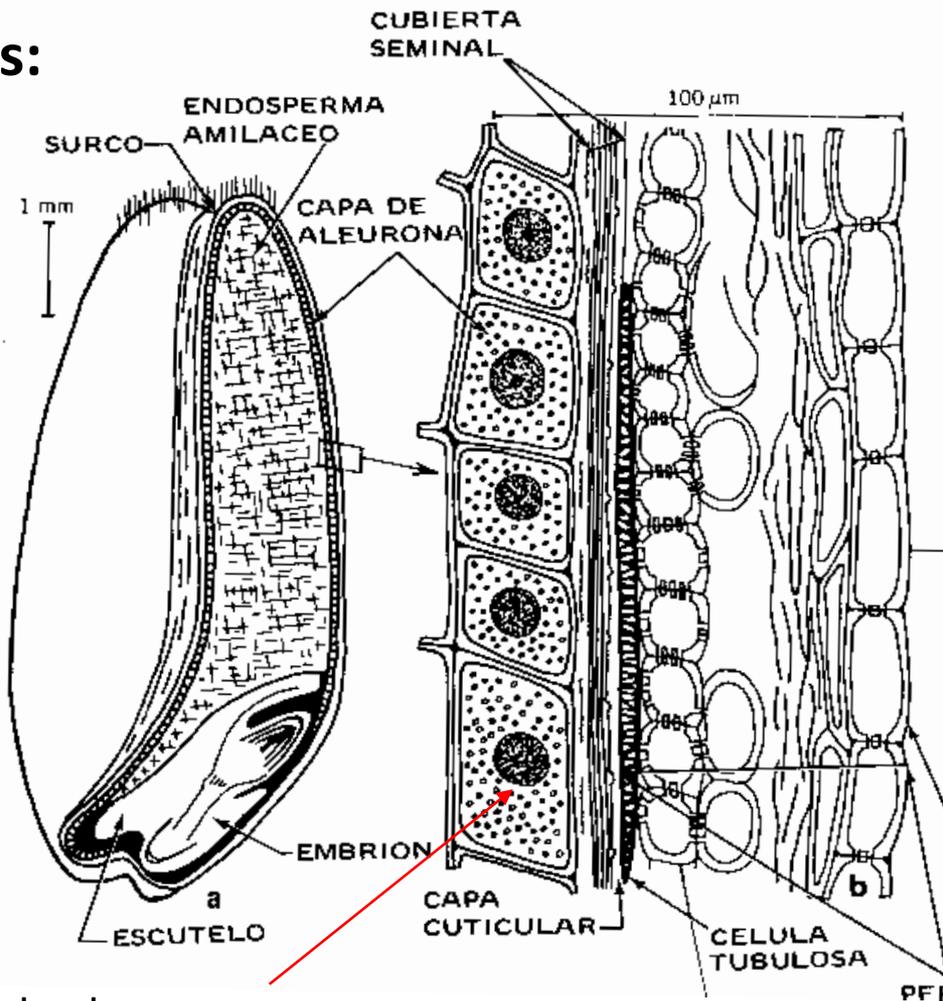
umbelíferas
(ox=oxalato de Ca)

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

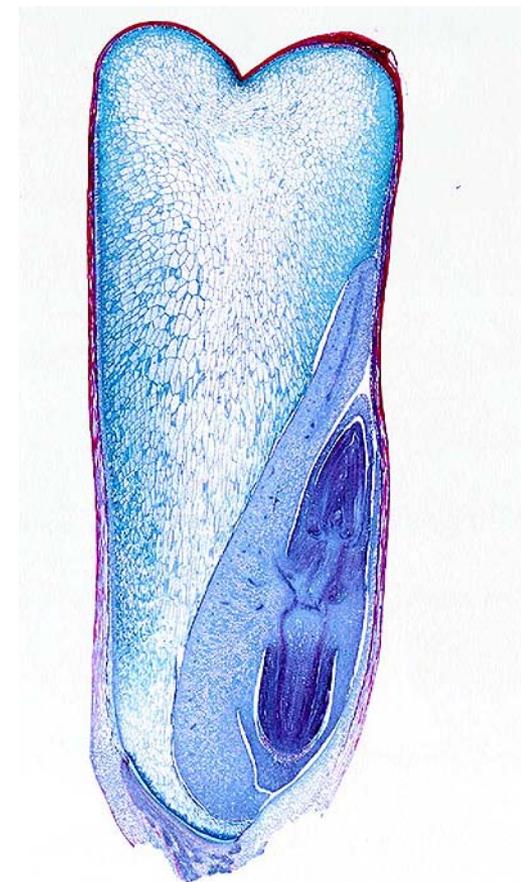
Sustancias ergásticas

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**.

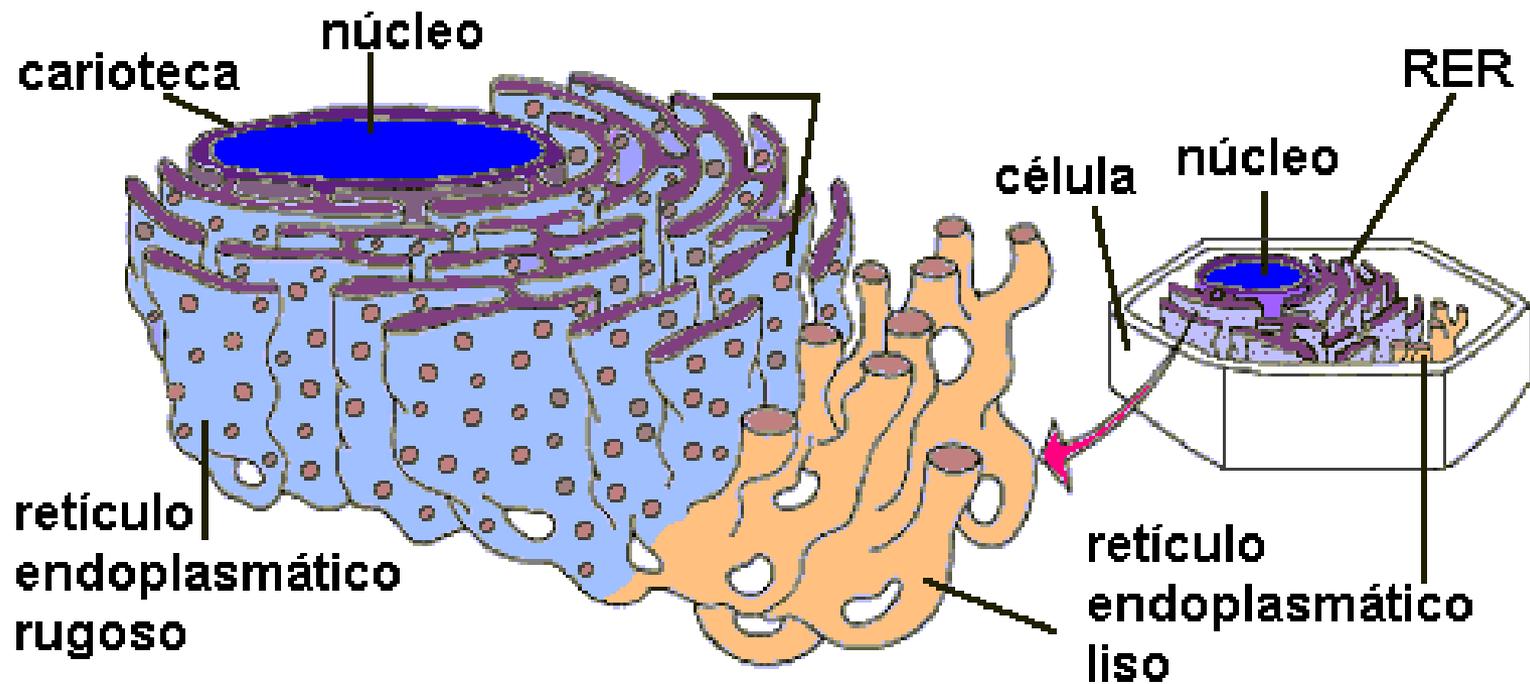
Célula vegetal: estructuras

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

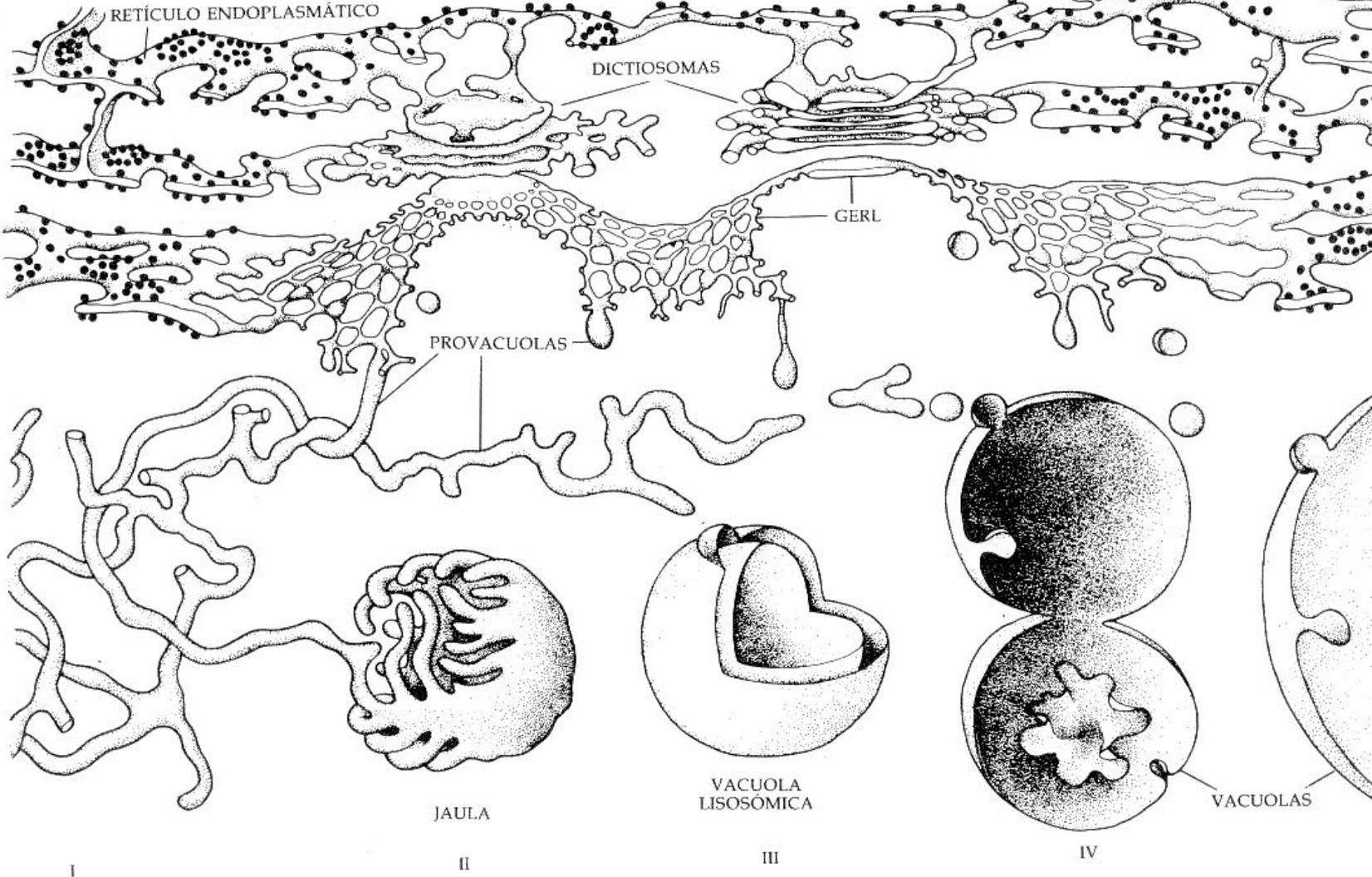


Esquema de biologia.edu.ar/botanica tomada de Moore *et al.* (1995)

Retículo endoplasmático

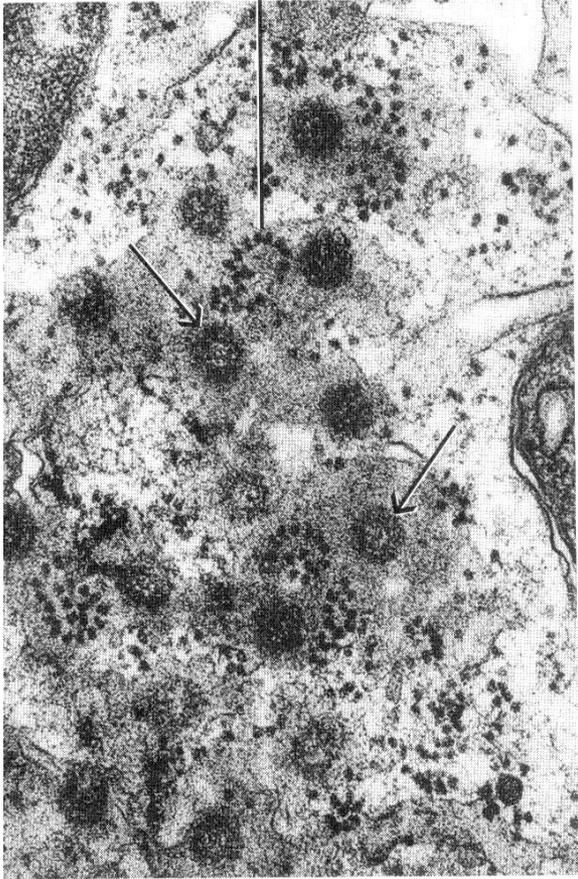
- funciona como un **sistema de comunicaciones dentro de la célula**, y existe continuidad con la parte externa de la membrana **nuclear o carioteca**.
- constituye un **sistema de conductos que transportan materiales, proteínas, lípidos a otras partes**. También interviene en la comunicación entre células 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

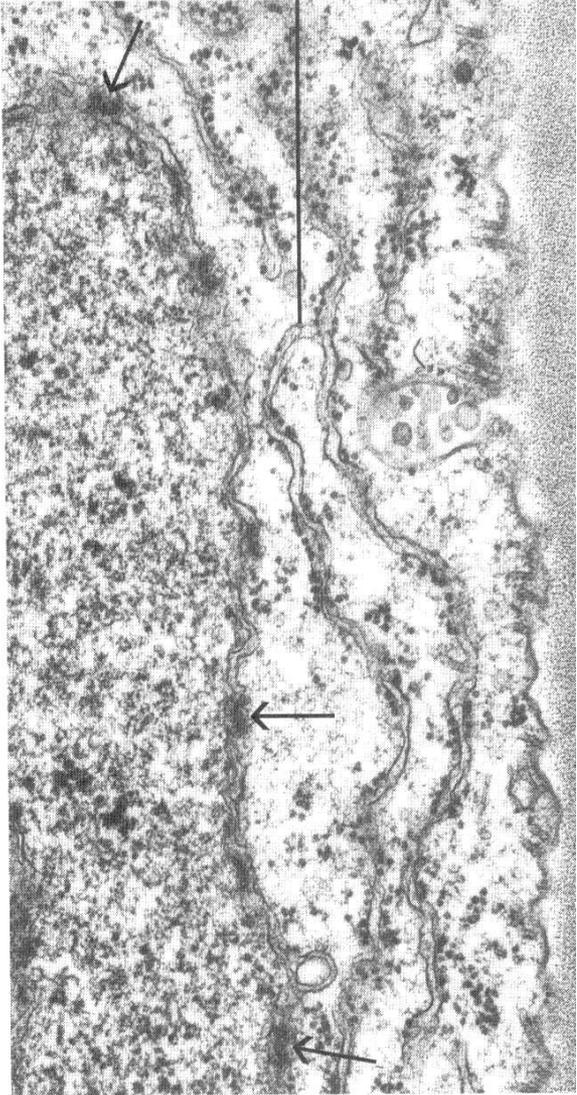
Polisomas



(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

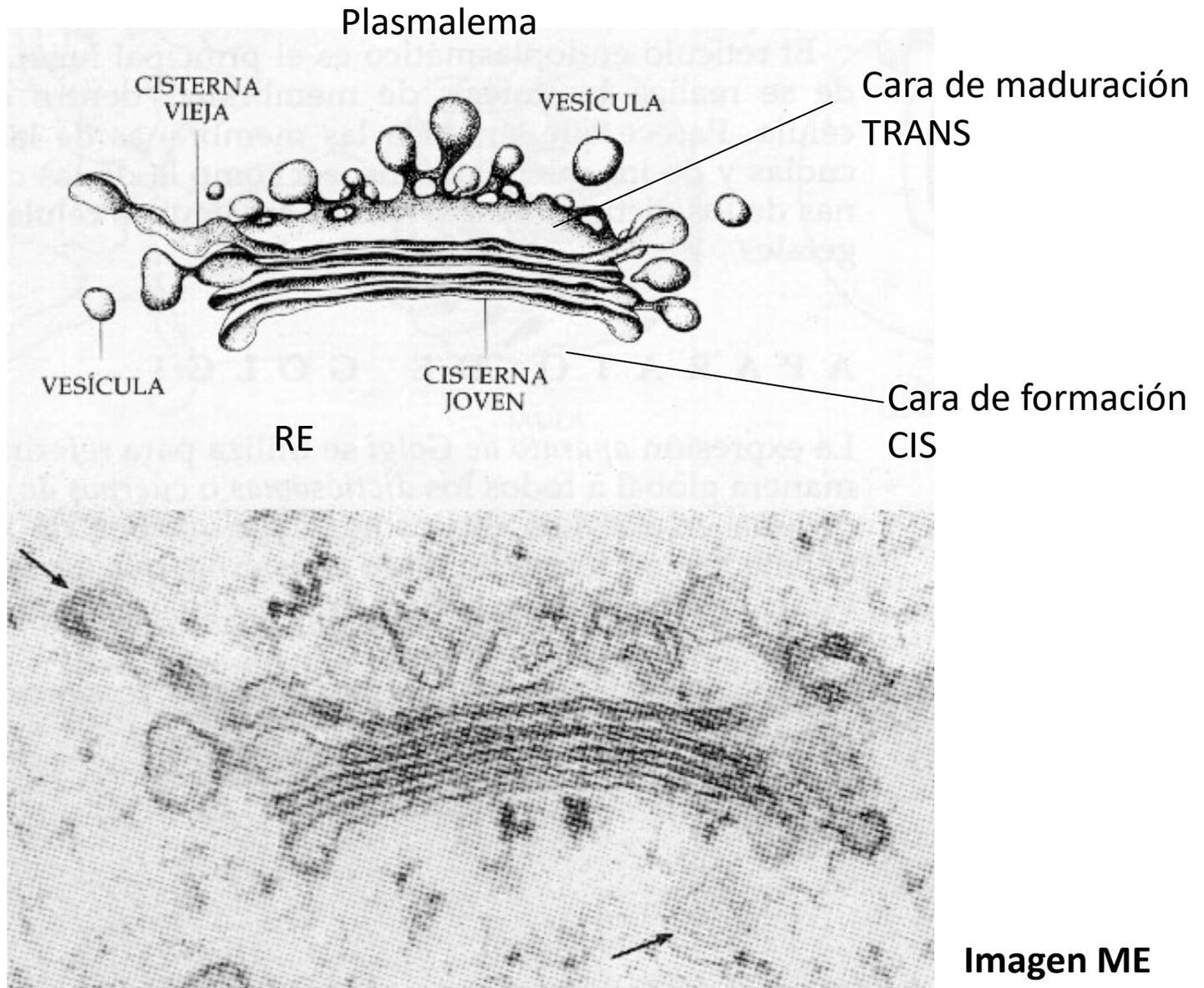


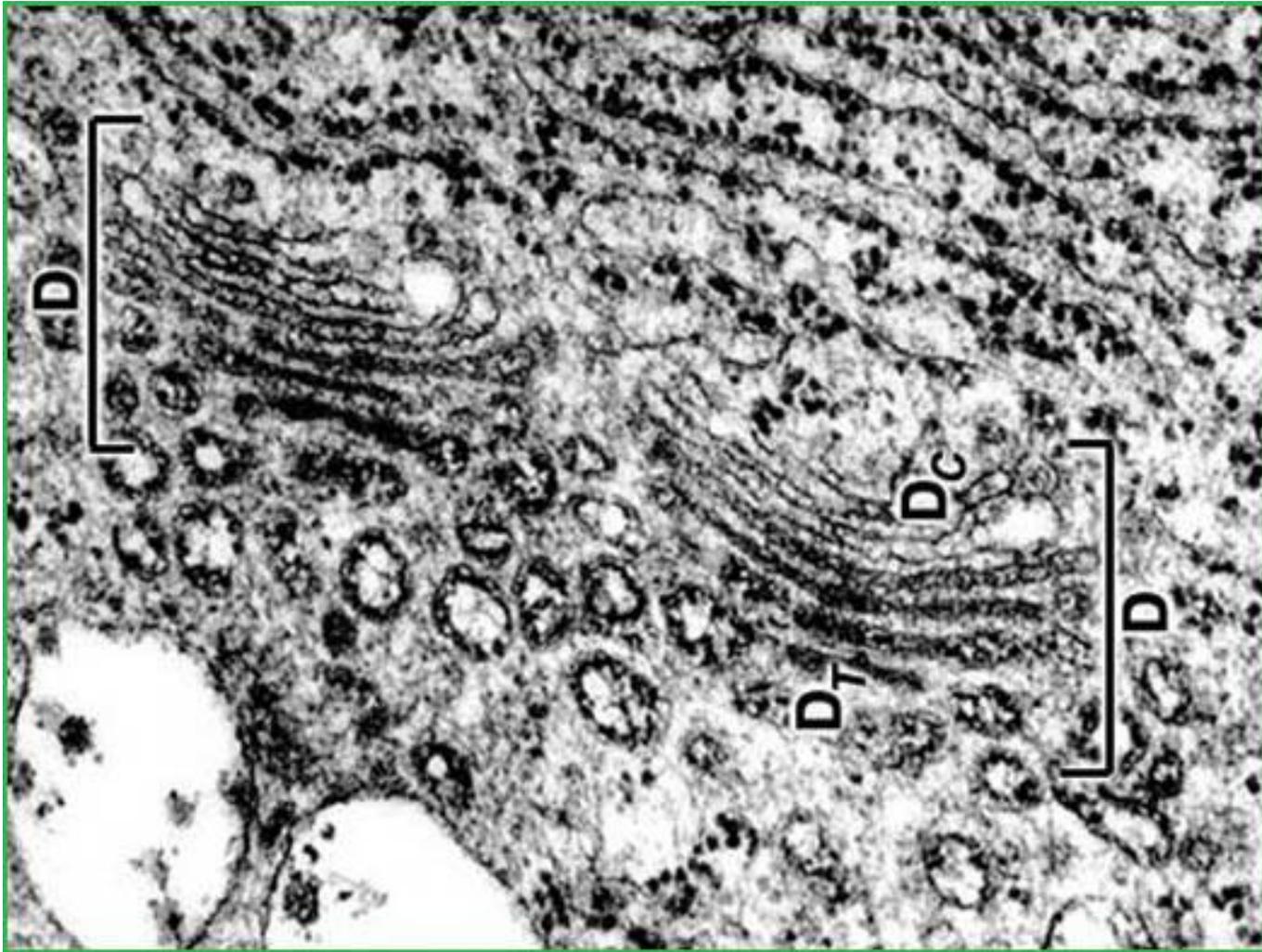
Imagen de
Raven et al.
1991

Imagen ME

Aparato de Golgi

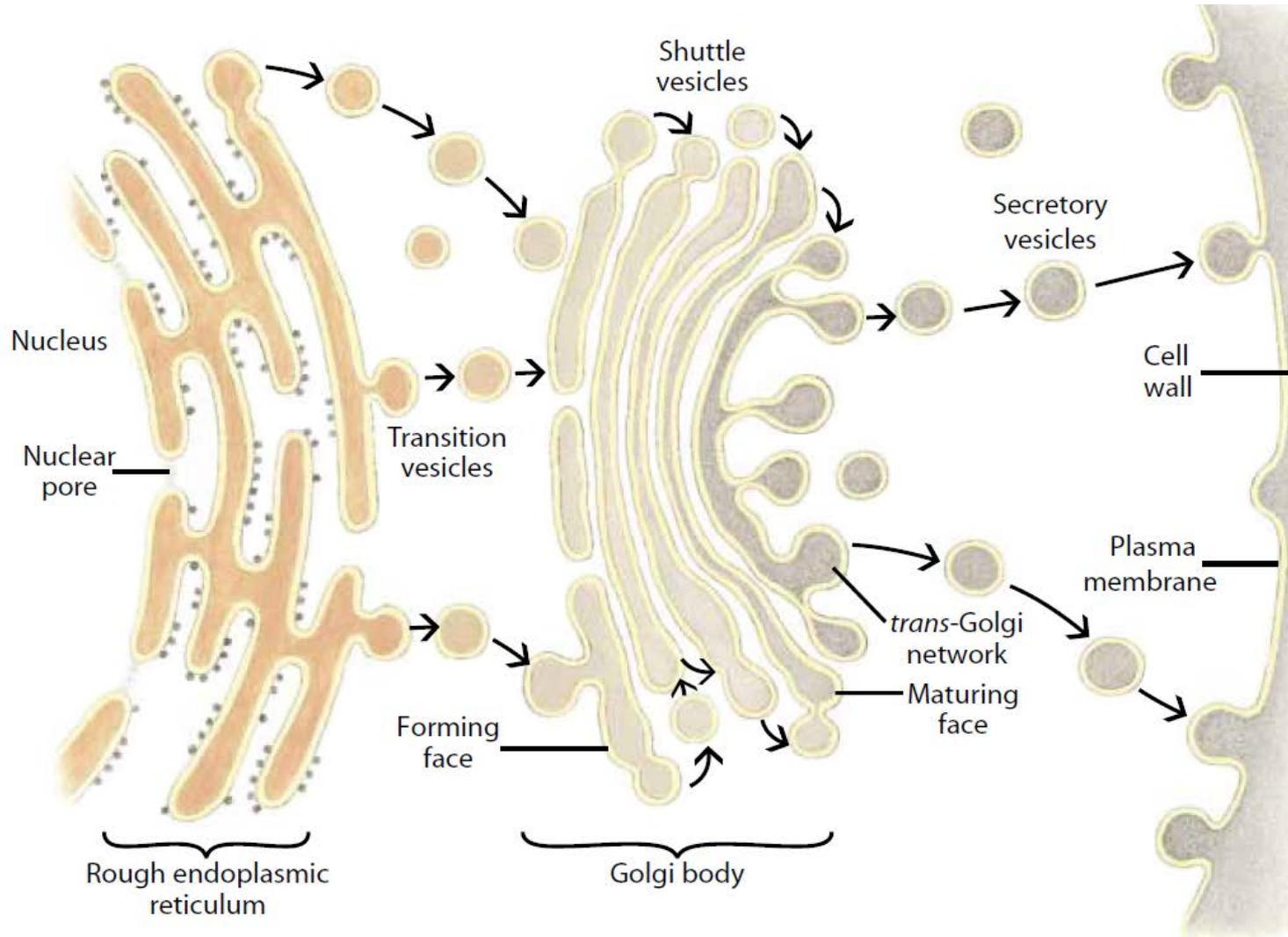
- interviene en la secreción de sustancias
- **relacionado con la síntesis la pared** (hidratos de carbono, celulosa). Las sustancias son transportadas por vesículas que se desprenden de la cara de secreción (trans) y se fusionan con el plasmalema, liberando los polisacáridos que formarán la pared (fenómeno 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

