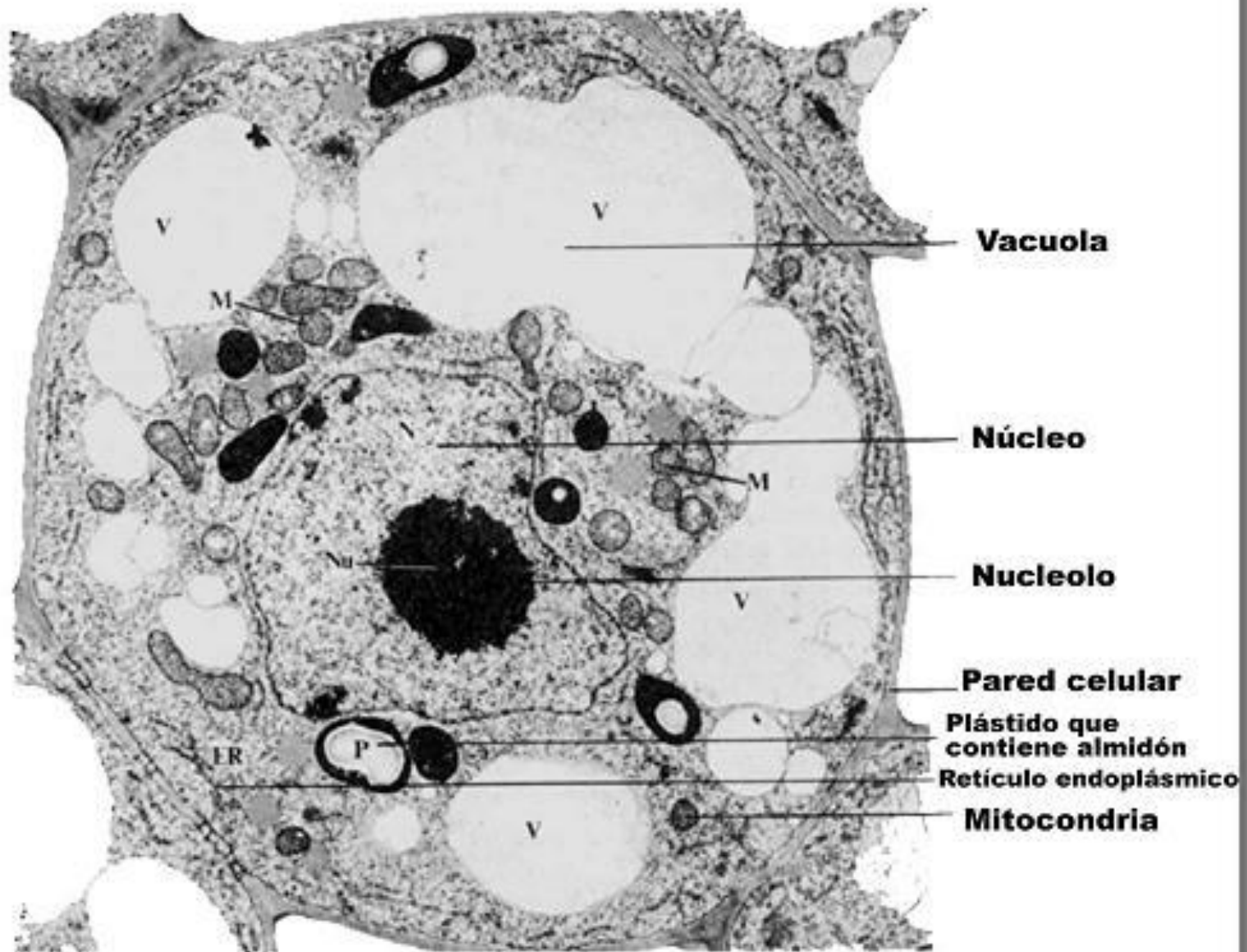


Célula Vegetal



CÉLULA

TEORÍA CELULAR :

- Todos los organismos vivos están formados por células y productos celulares.
- Sólo se forman células nuevas a partir de células preexistentes.
- La información genética que se necesita durante la vida de las células y la que se requiere para la producción de nuevas células se transmite de una generación a la siguiente.
- Las reacciones químicas de un organismo, esto es su metabolismo, tienen lugar en las células.

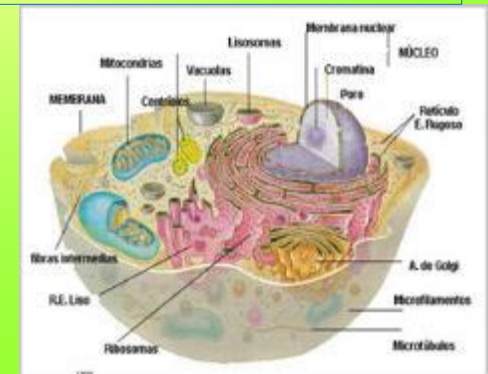
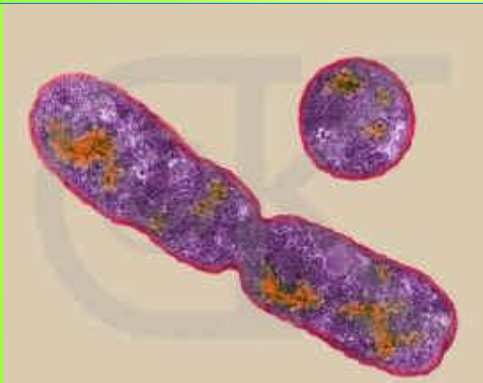
ORGANIZACIÓN CELULAR

Existen dos tipos de organización celular:

- La **célula procariota**: se caracteriza por su simplicidad ya que carece de membrana celular y de muchos de los orgánulos celulares.
- La **célula eucariota**: presentan un núcleo rodeado de una membrana y numerosos orgánulos celulares con una organización mucho más compleja que las procariotas.

Principales diferencias entre procariotas y eucariotas

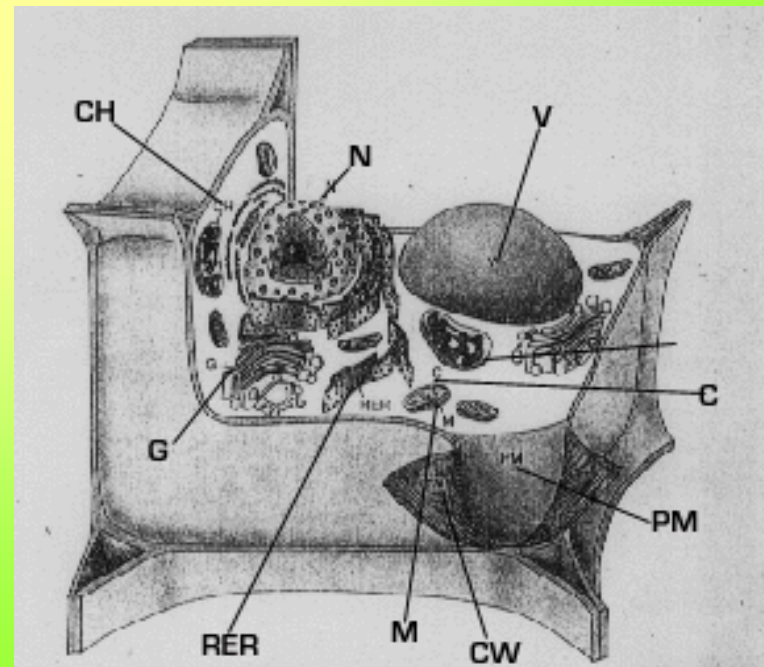
Carácter	PROCARIOTAS	EUCARIOTAS
tamaño de las células	dimensiones reducidas (1-10 μm)	dimensiones mayores (10-100 μm)
ADN	no rodeado por una membrana nuclear, sin cromosomas	rodeado por una membrana nuclear, cromosomas presentes
división nuclear	por fisión binaria, sin centriolos, ni huso mitótico ni microtúbulos	por mitosis, con huso mitótico algún sistema de microtúbulos
sexualidad	reducida, puede haber intercambio de material genético	presente, con meiosis y alternancia de fase haploide y diploide
formas multicelulares	escasas	máximo desarrollo (tejidos)
respiración	formas aerobias y anaerobias (estrictas o facultativas)	formas aerobias generalizadas (excepcionalmente anaerobias)
mitocondrias	ausentes	presentes
flagelos	simples de proteína flagelina	compuestos de 9+2 pares de fibrillas de tubulina (undilopodios)
fotosíntesis	con enzimas ligadas a la membrana celular, fotosíntesis aerobia y anaerobia, originado, S sulfato u O ₂	con enzimas en plastos, fotosíntesis siempre oxigénica



CÉLULA VEGETAL

- Robert Hooke en 1665, realizó cortes finos de una muestra de corcho y observó usando un microscopio rudimentario unos pequeños compartimentos, que no eran más que las paredes celulares de esas células muertas y las llamó células (del latín cellula, que significa habitación pequeña).
- Siglo XIX, científicos alemanes el botánico Matthias Jakob Schleiden y el zoólogo Theodor Schwann, enunciaron en 1839 la primera teoría celular :
"Todas las plantas y animales están compuestos por grupos de células y éstas son la unidad básica de todos los organismos vivos".

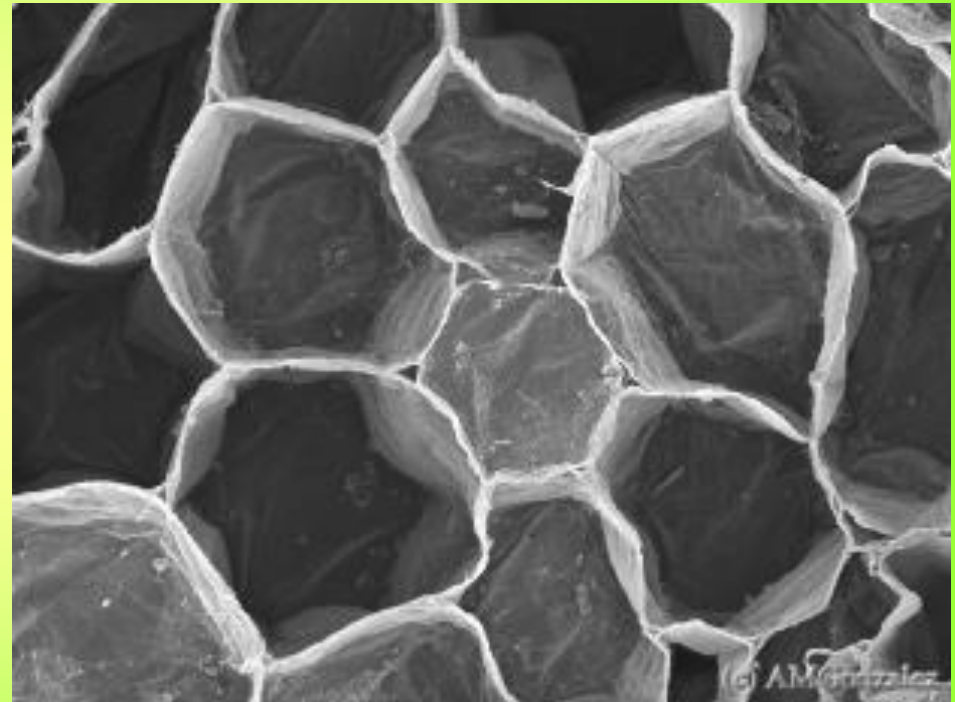
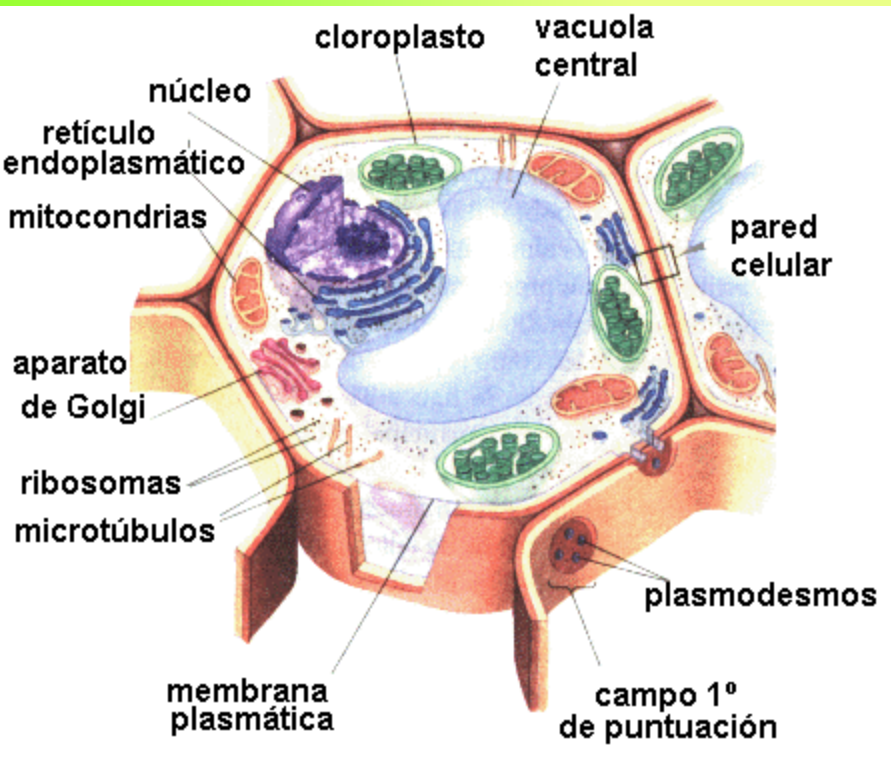
- Esta teoría fue completada en 1855, por Rudolph Virchow, quien estableció que las células nuevas se formaban a partir de células preexistentes (omni cellula e cellula). Las células no se pueden formar por generación espontánea a partir de materia inerte.



CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES CÉLULAS VEGETALES:

**Presentan: -cloroplastos -Vacuola central (plasmólisis)
– Pared celular**

Pared celular: Le confiere la forma a la célula, otorga protección y sostén .



Células vegetales observadas al MEB 270x

Célula vegetal. (Imagen modificada de Campbell)

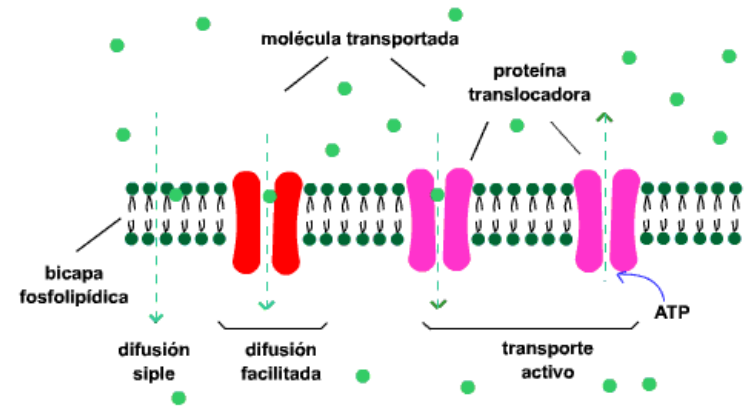
Membrana plasmática o plasmalema

Estructura laminar que limita al protoplasto y contribuye a mantener el equilibrio entre el interior y el exterior de éstas.

También constituye las membranas que delimitan los orgánulos de células eucariotas.

La membrana plasmática se encarga de:

- aislar selectivamente el contenido de la célula del ambiente externo
- regular el intercambio de sustancias entre el interior y exterior celular (lo que entra y sale de la célula);
- comunicación intercelular

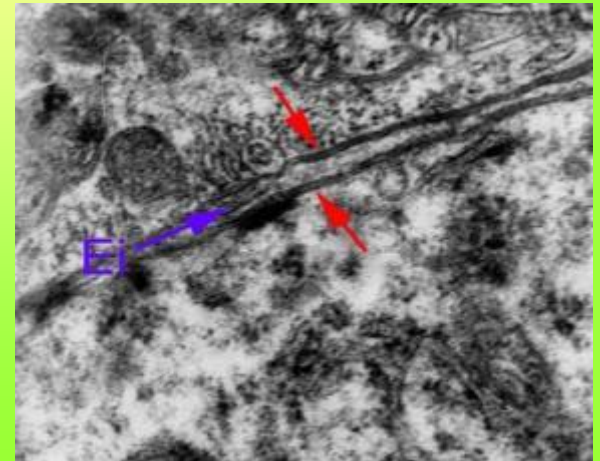


Importante característica: la **permeabilidad selectiva**, lo cual le permite "seleccionar" las moléculas que entran y salen de la célula.

Tiene un grosor aproximado de 75 Å. Visible al microscopio electrónico.

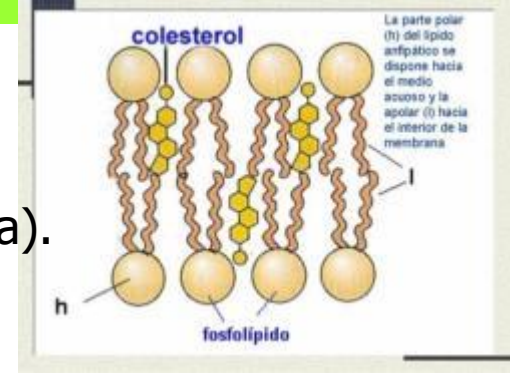
En las células procariotas y en las de eucariontes como plantas y hongos, se sitúa bajo otra capa, denominada pared celular.

Membranas biológicas (ESEM)



Membrana plasmática. Composición

Lípidos: el 98% son **anfipáticos** { **hidrófilo** (afin al agua)
hidrofóbico (no afin al agua).



Principales moléculas: **fosfolípidos, glicolípidos y esteroides.**

Relación lípido:proteína: 50 a 1. Las proteínas, de mayor tamaño, representan el 50% de la masa de la membrana.

En las membranas vegetales el esteroil más común es el estigmasterol.

- **Proteínas:** 80% intrínsecas
20% extrínsecas. 3 tipos:

{ **P catalíticas (enzimas)**
P. que forman canales de solutos
P. receptoras

- **Hidratos de carbono:** Pueden ser **polisacáridos** u **oligosacáridos**. Representan el 8% del peso seco de la membrana plasmática. Unidos covalentemente a proteínas: **glicoproteínas**, o a lípidos.
- Se encuentran en el exterior de la membrana formando el **glicocalix**. Las cadenas de oligosacáridos se hallan siempre en la cara externa, pero no en la interna.

Este modelo se presenta también en las membranas de diversos orgánulos de la célula: los del **sistema de endomembranas**, tales como **retículo endoplasmático, aparato de Golgi** y **envoltura nuclear**, y otros orgánulos, como las **mitocondrias** y los **plastos**.

El "mosaico fluido" (S.J. Singer, 1971). Explica el poder de difusión o movilidad lateral de lípidos y proteínas en la membrana. Consiste en una bicapa lipídica complementada con diversos tipos de proteínas. La estructura básica se mantiene unida mediante uniones no covalentes.

Las proteínas (en rojo y naranja) serían como "icebergs" que navegarían en un mar de lípidos (en azul). Las cadenas de oligosacáridos (en verde) se hallan siempre en la cara externa, pero no en la interna.

Cara externa

GLYCOLIPID

ALPHA-HELIX PROTEIN

OLIGOSACCHARIDE
SIDE CHAIN

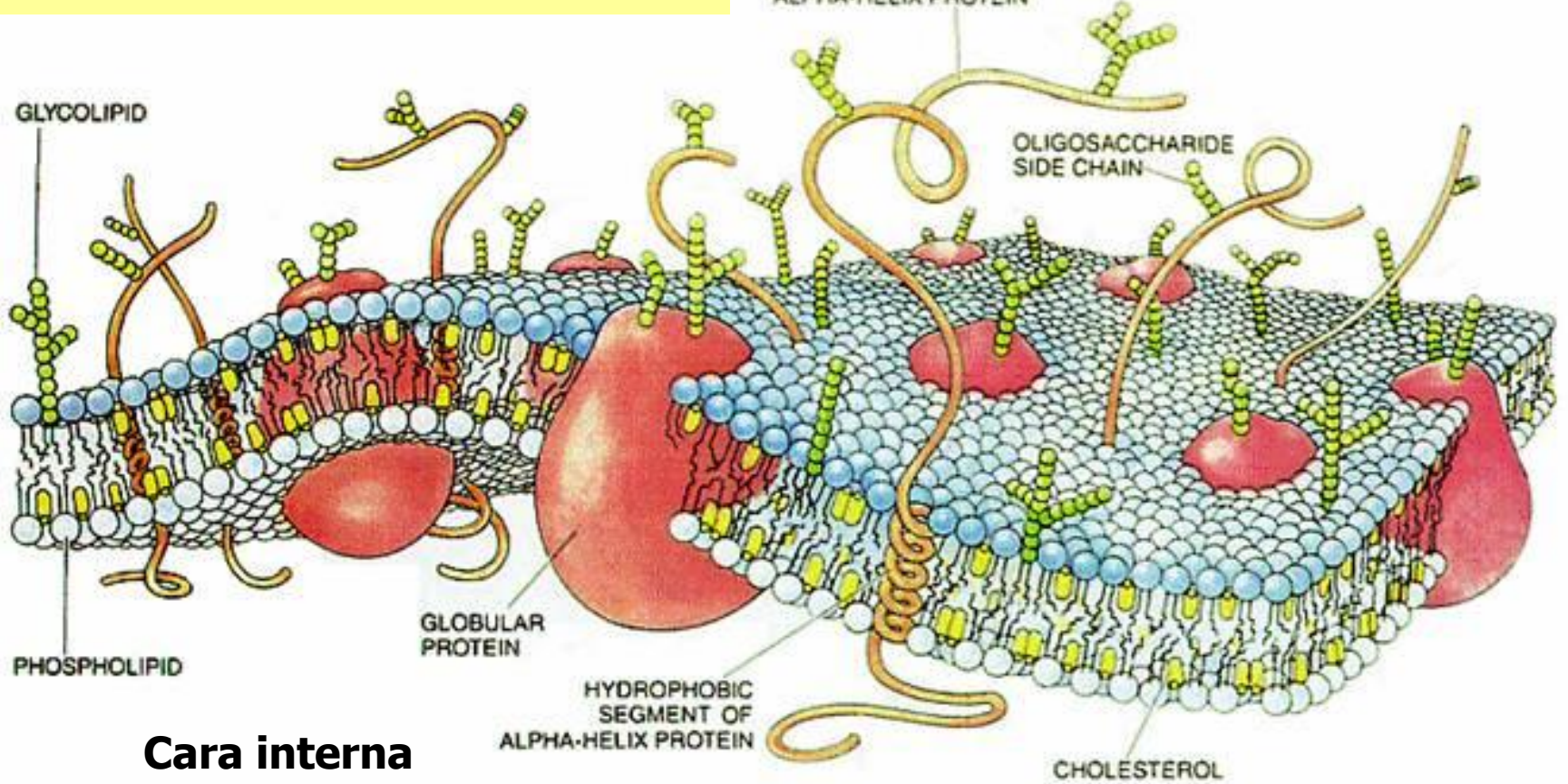
PHOSPHOLIPID

GLOBULAR
PROTEIN

HYDROPHOBIC
SEGMENT OF
ALPHA-HELIX
PROTEIN

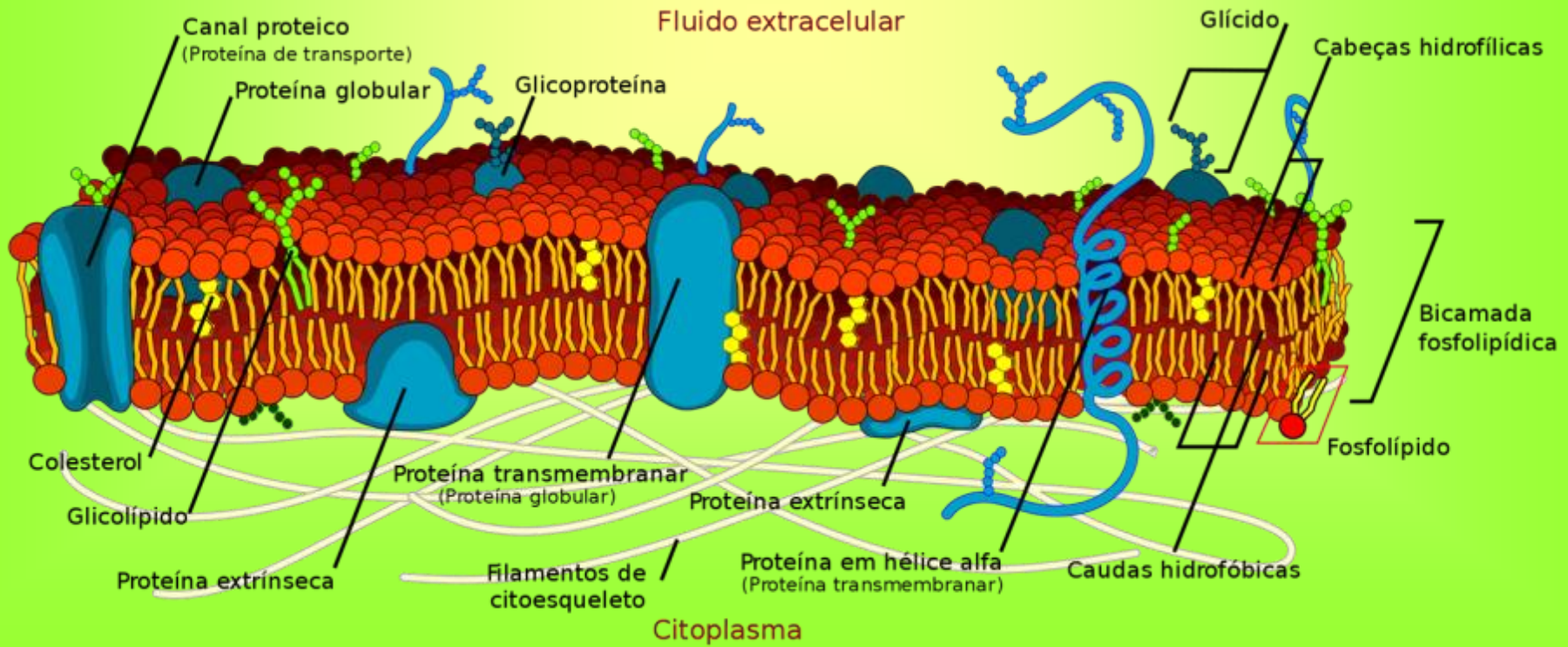
CHOLESTEROL

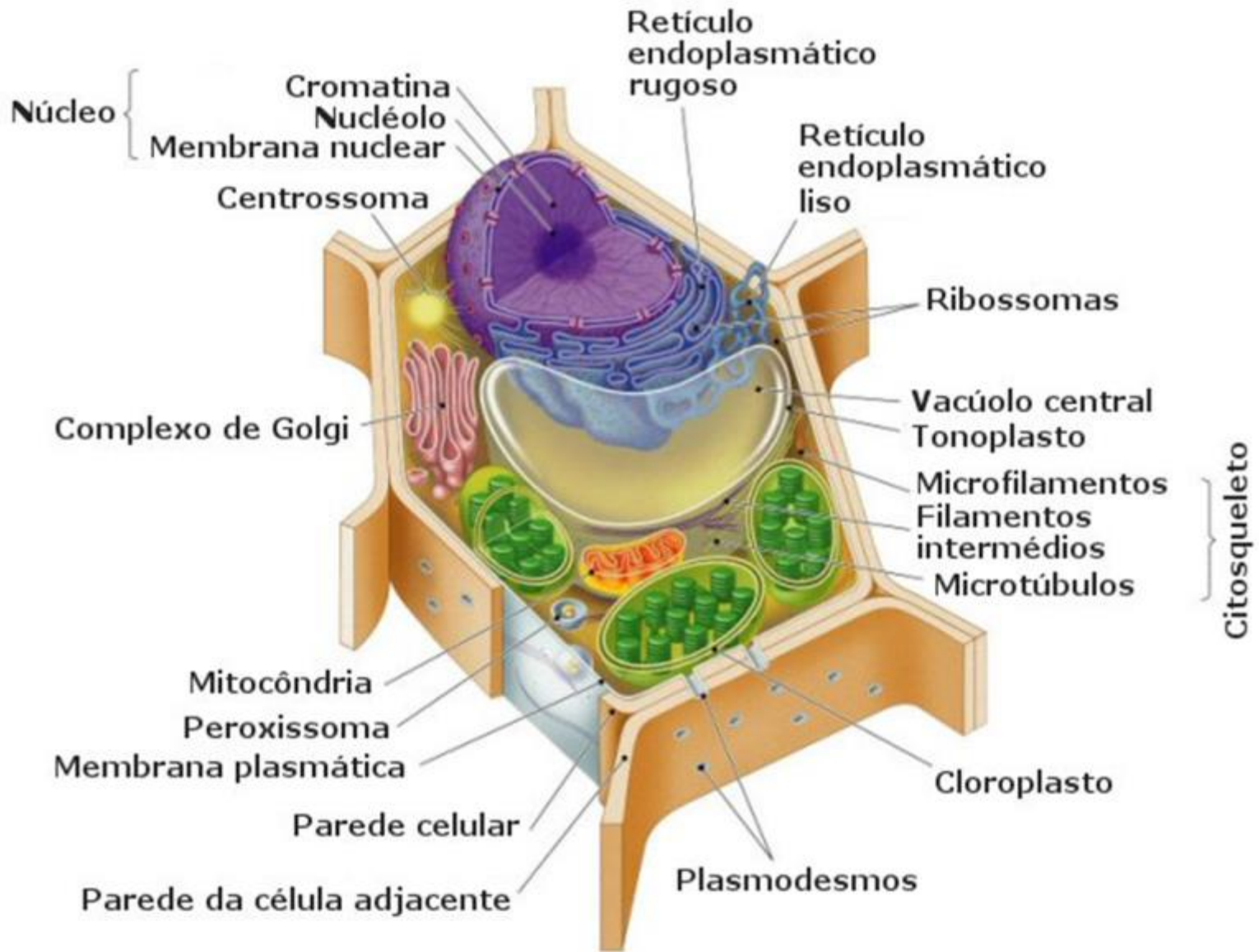
Cara interna



CARACTERÍSTICAS DE LAS MEMBRANAS PLASMÁTICAS

- Son la base de la compartimentación celular
- Son impermeables a sustancias polares
- Presentan asimetría
- Difieren en su composición
- Permiten el establecimiento de diferentes compartimentos

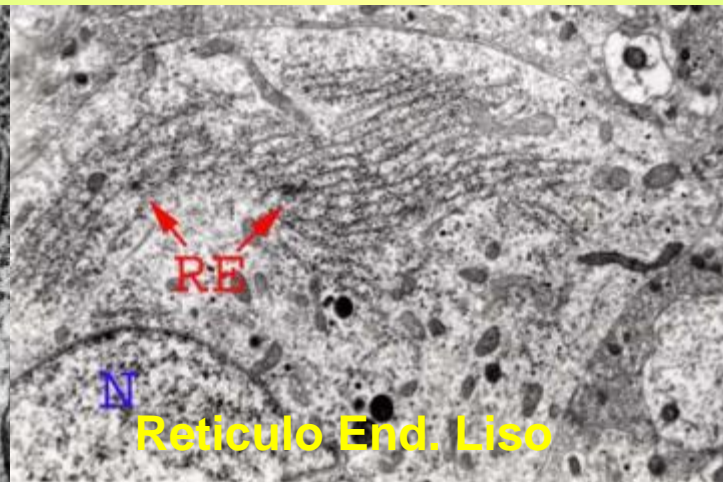
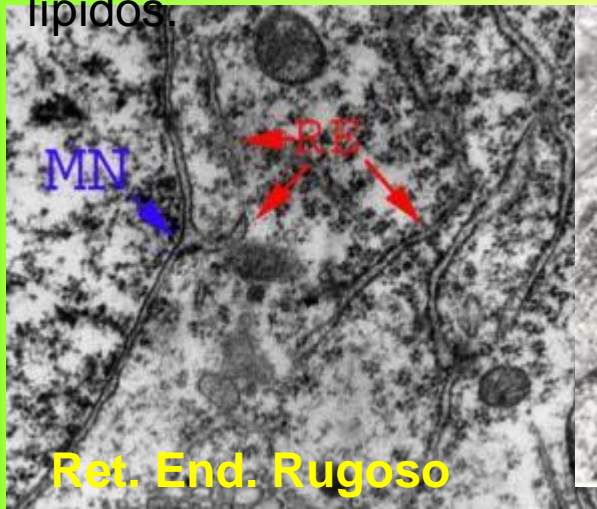




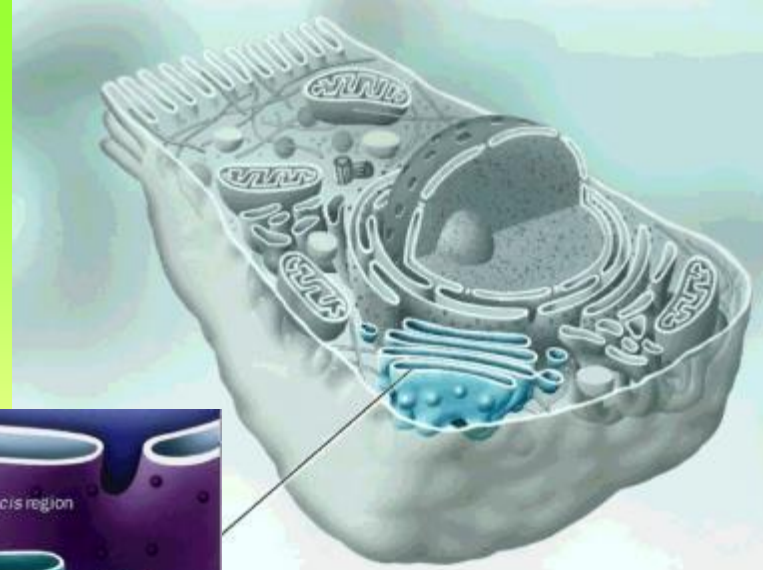
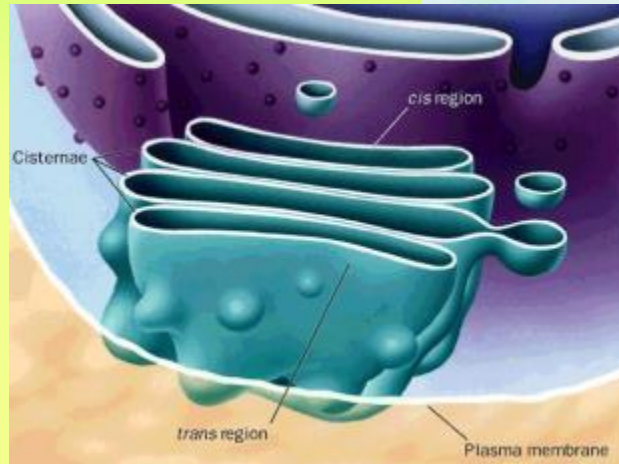
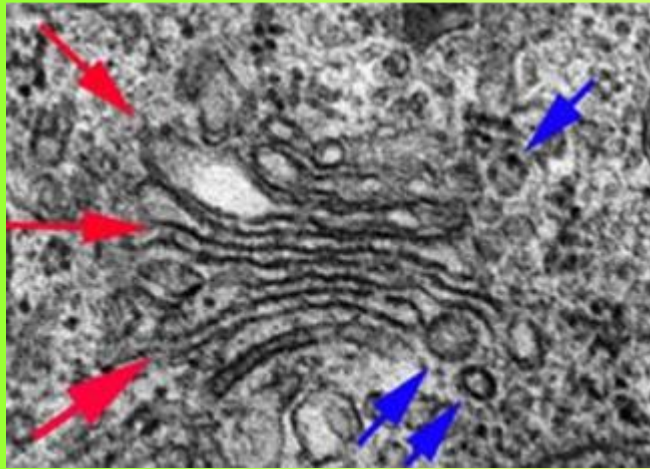
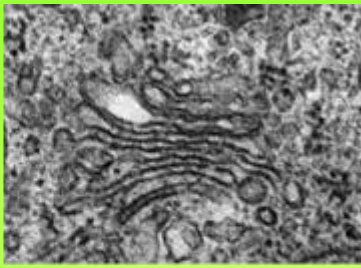
Sistema de membranas

RETÍCULO ENDOPLÁSMICO (RE) sistema de membranas tridimensional que divide el citoplasma en compartimientos y canales. Determina un notable aumento de las superficies de reacción intracelulares en las que se realizan los procesos bioquímicos de intercambio y síntesis y participa en el transporte intracelular de compuestos.

- ✓ Función: servir como sistema de comunicación dentro de la célula (intracelular)
- ✓ responsable de la comunicación entre células adyacentes (comunicación intercelular) a través de plasmodesmos. Se lleva a cabo la síntesis de membrana dentro de la célula.
- ✓ **a.- Retículo endoplásmico rugoso:** contiene ribosomas adheridos en la superficie externa. Este retículo interviene en la secreción, almacenamiento y síntesis de proteínas.
- ✓ **b. - Retículo endoplásmico liso:** posee forma tubular y participa en la secreción de lípidos.



Ap. de Golgi

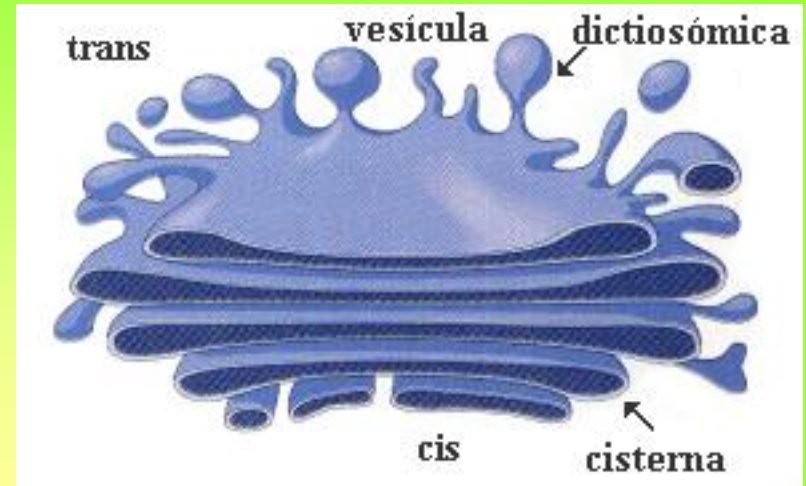


cisternas de 0,5-4 μm de diámetro, membrana simple. Sin continuidad entre ellas, conservan una distancia mínima entre sí.

El **aparato de Golgi** es un conjunto de dictiosomas (de 4 a 8 sáculos aplanados rodeados de membrana y apilados unos encima de otros). Funciona como una planta empaquetadora, modificando vesículas del retículo endoplasmático rugoso. El material nuevo de las membranas se forma en varias cisternas del Golgi. Se encuentra en el citoplasma de la célula. Dentro de las funciones que posee el aparato de Golgi se encuentran la glicosilación de proteínas, selección, destinación (targeting), glicosilación de lípidos y la síntesis de polisacáridos de la matriz extracelular

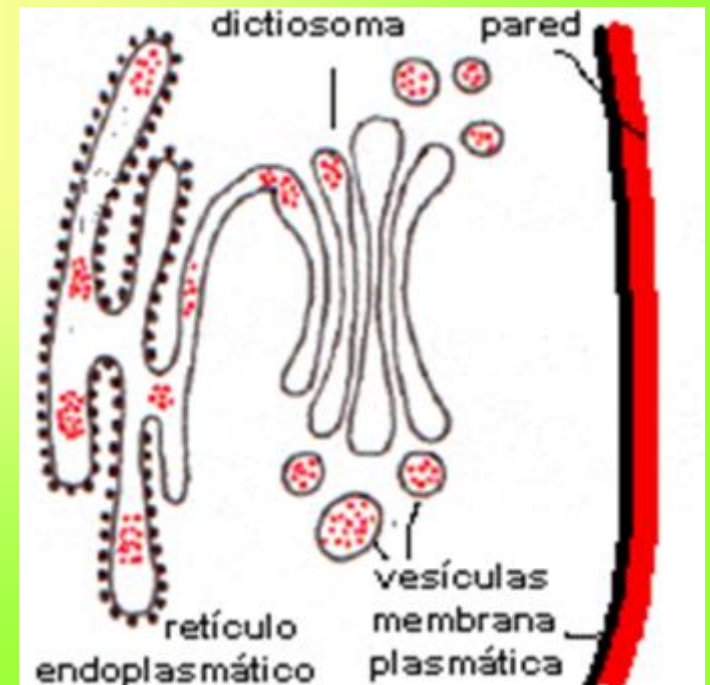
Su estructura es visible solamente con microscopio electrónico.

Los dictiosomas muestran una polaridad en su funcionamiento. Tienen una cara distal o secretora o trans donde constantemente se producen vesículas hasta la fragmentación total de la cisterna; en la cara proximal o formativa o cis se produce la adición de nuevas cisternas generalmente a partir del RE



Las vesículas dictiosómicas sintetizan en parte productos del metabolismo y los transportan a los lugares de excreción o acumulación

Los productos se acumulan en las vesículas dictiosómicas, y cuando éstas llegan a la membrana plasmática, su contenido es liberado al exterior por exocitosis, y su membrana se fusiona con la membrana plasmática.



Citosomas: Organelos esféricos rodeados de membrana unitaria. Se caracterizan por tener enzimas

PEROXISOMAS: degradan ácido glicólico producido en la fotosíntesis.

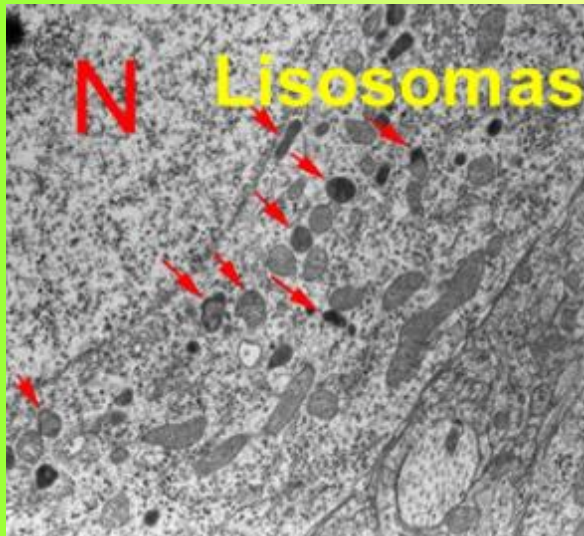
GLIOXISOMAS: degradan las grasas transformándolas en H de C durante y después de la germinación de las semillas.



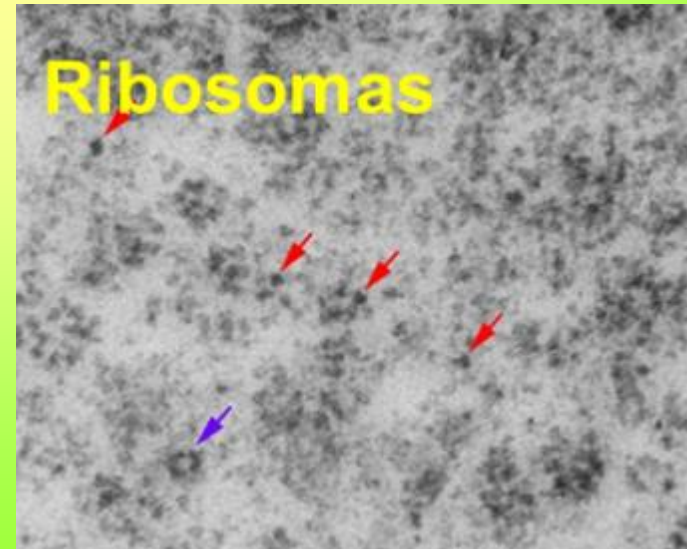
Microcuerpos:

Oleosomas: Cuerpos lipídicos: principalmente en semillas

Lisosomas: son vesículas, formadas por el complejo de Golgi y contienen enzimas hidrolíticas y proteolíticas. El fraccionamiento de macromoléculas, por ej. proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos se realiza en los lisosomas.

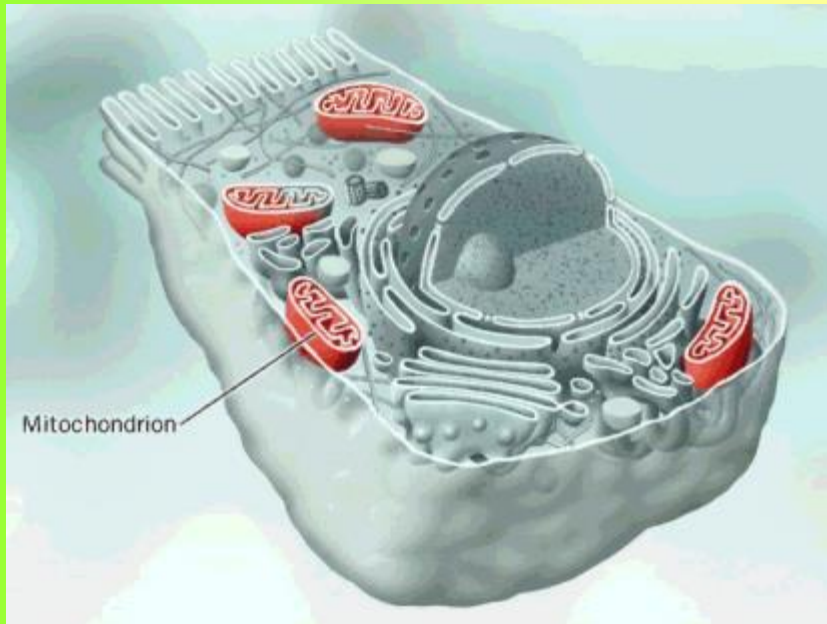


Ribosomas en el citoplasma, mitocondrias, en RE y en cloroplastos. Sintetizan proteínas. Formados por ARNr y proteínas. Pueden estar aislados o formando grupos (polisomas). Las proteínas que sintetizan actúan en el citosol; también pueden aparecer asociados a la membrana nuclear,

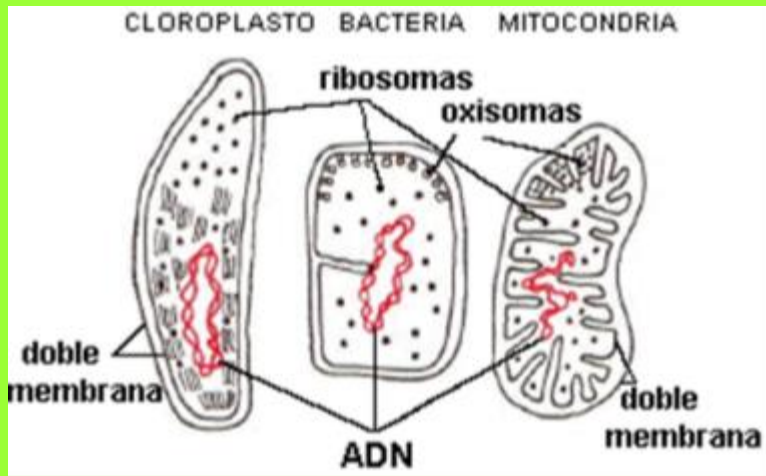


Mitocondria

- Las mitocondrias son los orgánulos celulares encargados de suministrar la mayor parte de la energía necesaria para la actividad celular, actúan por tanto, como *centrales energéticas* de la célula y sintetizan ATP a expensas de los carburantes metabólicos (glucosa, ácidos grasos y aminoácidos).
- La ultraestructura mitocondrial está en relación con las funciones que desempeña: en la matriz se localizan los enzimas responsables de la **oxidación** de los ácidos grasos, los aminoácidos, el ácido pirúvico y el ciclo de krebs.

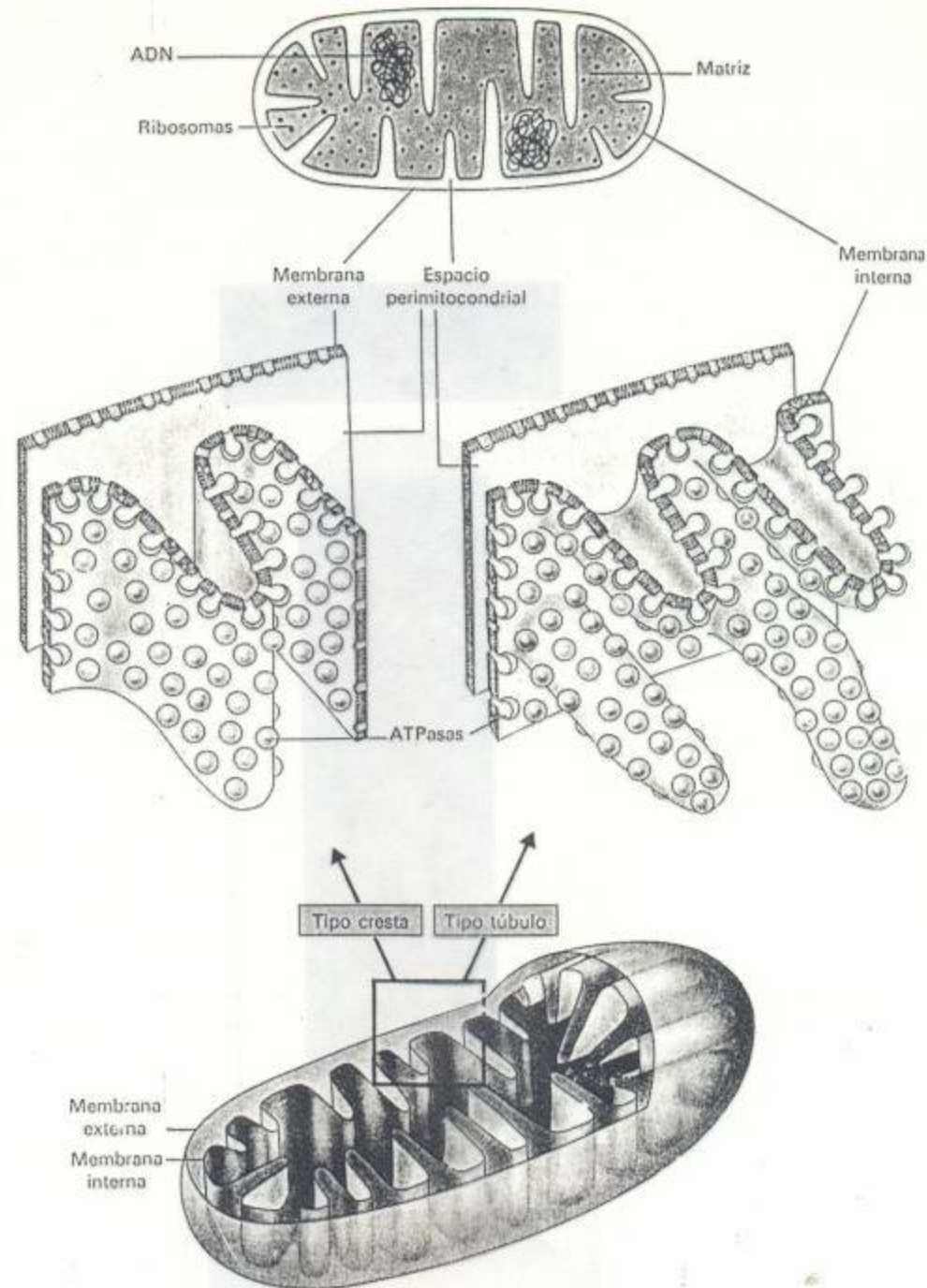


Esta energía se consume en las reacciones celulares: síntesis, transporte activo de membrana, desplazamiento, etc.



Tienen doble membrana, la externa es lisa y la interna presenta estructuras membranosas llamadas crestas que son repliegues en forma de dedos de guante. El espacio interno se denomina matriz o estroma mitocondrial; allí se encuentran dos o más moléculas circulares de ADN y ribosomas.

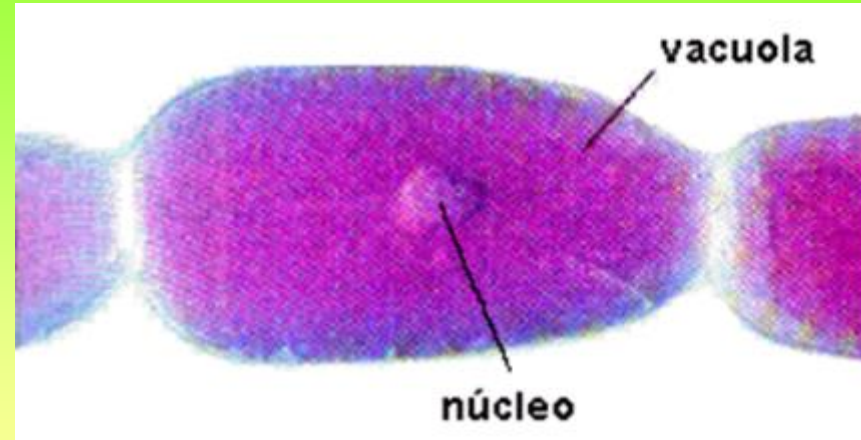
Las ATP-sintasas se localizan sobre las crestas, en los **oxisomas**



VACUOLAS

En la célula adulta las vacuolas ocupan casi todo el interior de la célula limitando el protoplasma a una delgada capa parietal. A veces hay varias vacuolas. Las únicas células vegetales conocidas que carecen de vacuolas son las células del tapete en las anteras.

La membrana que limita la vacuola, el **tonoplasto** es selectivamente permeable, e interviene especialmente en el mantenimiento de la **turgencia** celular y en el crecimiento. La habilidad de las vacuolas de captar y almacenar agua permite crecer a las plantas, con muy poco gasto de material.



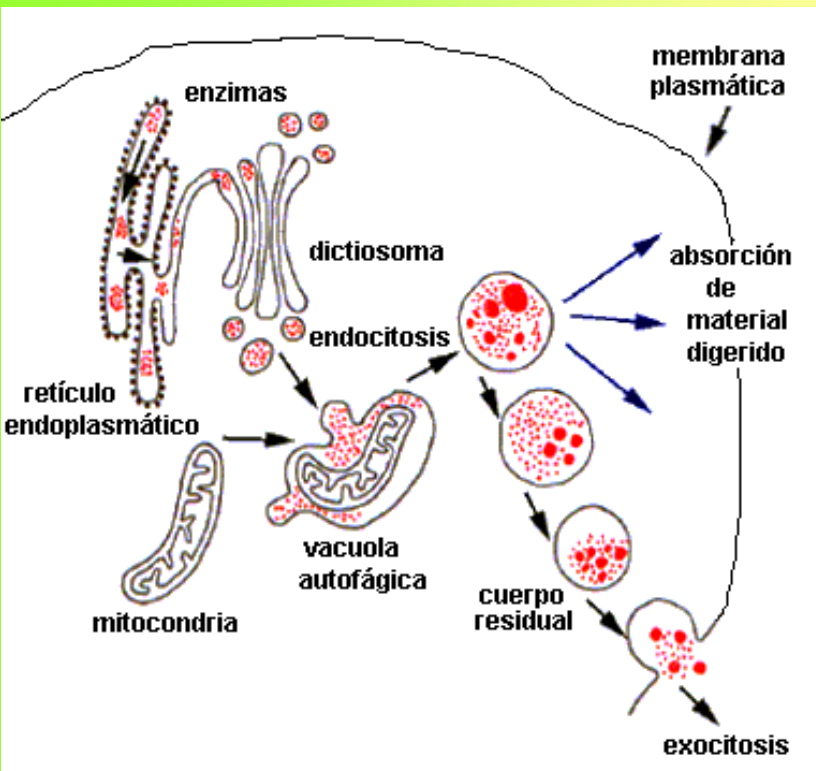
El contenido de la vacuola es el **jugo celular** está constituido por agua y una variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos:

- a) **de reserva** como azúcares y proteínas;
- b) **de desecho** como 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:

1. **antocianos**: de amplia distribución, (rojo, violeta, azul), 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.

2. **betacianinas** (restringidas al Orden Caryophyllales) dan colores rojizos a las Chenopodiaceae, Cactaceae, etc. Sirven para atraer a los insectos polinizadores y son protectores frente a la radiación.



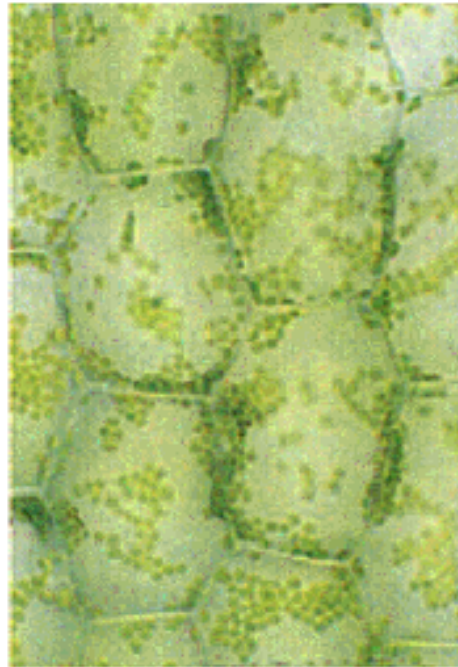
Las vacuolas actúan también como **lisosomas**, orgánulos digestivos capaces de descomponer y reciclar los componentes de orgánulos innecesarios.

Pequeñas vacuolas se fusionan con los orgánulos que deben desaparecer, y los digieren por medio de las **enzimas proteolíticas e hidrolíticas** que contienen. Este proceso se llama **endocitosis**. Las vacuolas autofágicas se originan a partir de vesículas desprendidas del RE. También participan los dictiosomas

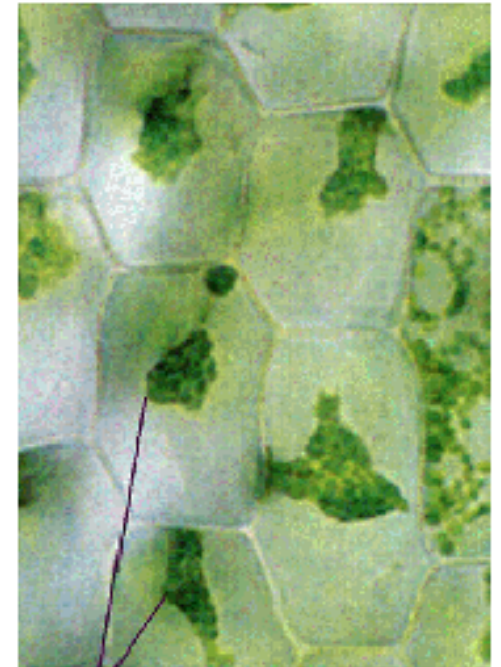
Interacciones de la pared celular vegetal

Durante el fenómeno conocido como **plasmólisis**, que es la separación del protoplasto vivo de la pared celular por un efecto hiperosmótico, la interacción física entre la pared celular y el protoplasto se hace evidente, cuándo esta interacción física se pierde la célula es incapaz de responder al ataque de patógenos y pierde su diferenciación celular

Células turgentes



Células plasmolizadas



plasmalema

50 μm



SUSTANCIAS ERGÁSTICAS

Su nombre proviene del griego "*ergon*", trabajo, es decir que son **productos del metabolismo celular, de reserva o de desecho, que se acumulan en la pared celular, en las vacuolas o en plástidos.**

Carbohidratos.

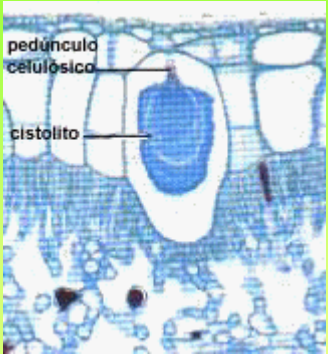
La hemicelulosa se acumula en la fase amorfa de la pared celular.

El almidón es el carbohidrato de reserva de las plantas superiores, es el más abundante en el mundo vegetal después de la celulosa; se acumula en los amiloplastos. Es el alimento básico más importante de la humanidad.

El almidón se encuentra 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. Se obtiene almidón comercial de *Manihot esculenta* (mandioca), *Solanum tuberosum* (papa) y del tronco de la palmera sago, *Metroxylon sago*.

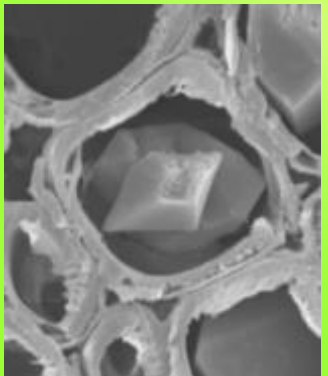
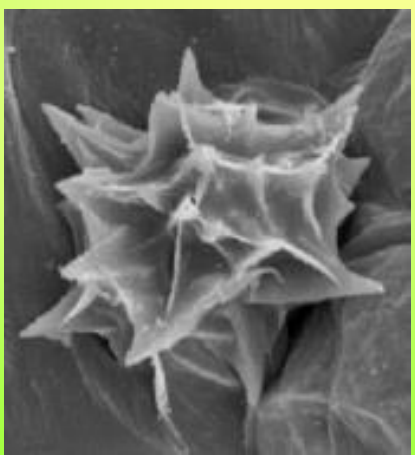
Cristales. Se forman generalmente en las vacuolas, y se los considera como productos de excreción, aunque se ha comprobado que en ciertos casos el calcio es reutilizado.

Carbonato de Calcio



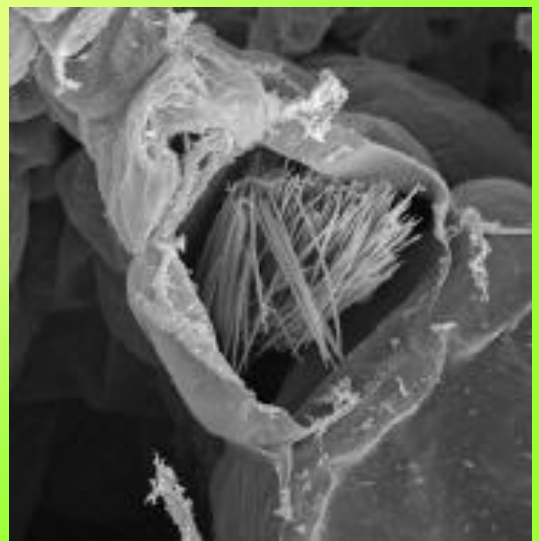
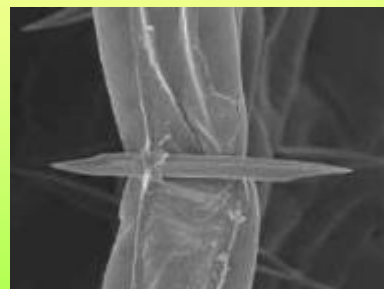
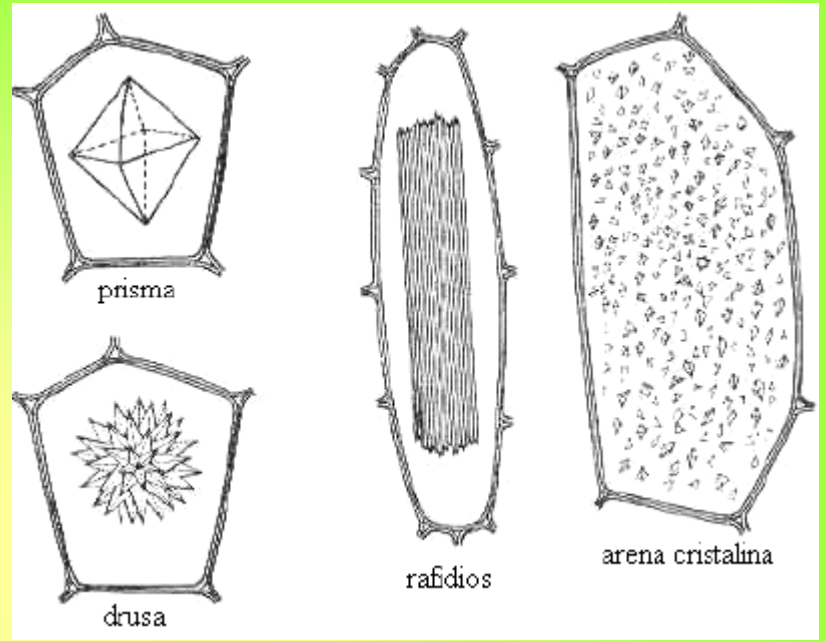
CISTOLITOS: engrosamientos centrípetos pared celular

LITOCISTO: Pedicelo silicificado, cuerpo arracimado de celulosa y calosa impregnado de carbonato cálcico.



CRISTALES

Oxalato de Calcio



PLÁSTIDOS

Son orgánulos característicos de las células eucarióticas vegetales . Tienen pigmentación, forma y tamaño variados, están envueltos por una doble membrana y tienen ribosomas semejantes a los de los procariontes. Se forman a partir de **proplastos**, que son los plástidos de células jóvenes.

1. Pigmentados:

Cloroplastos

Cromoplastos

almacenan pigmentos carotenoides: carotina (amarillo o anaranjado), licopina (rojo), xantofila (amarillento).

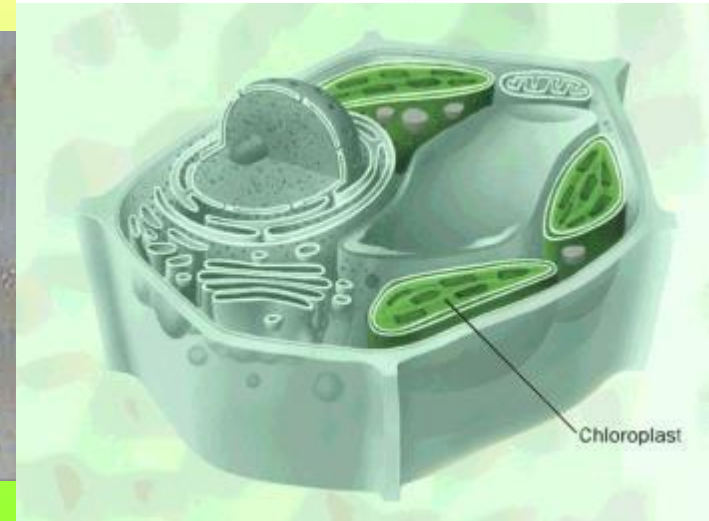
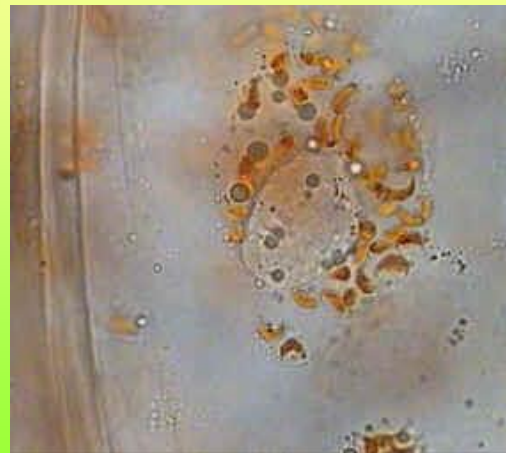
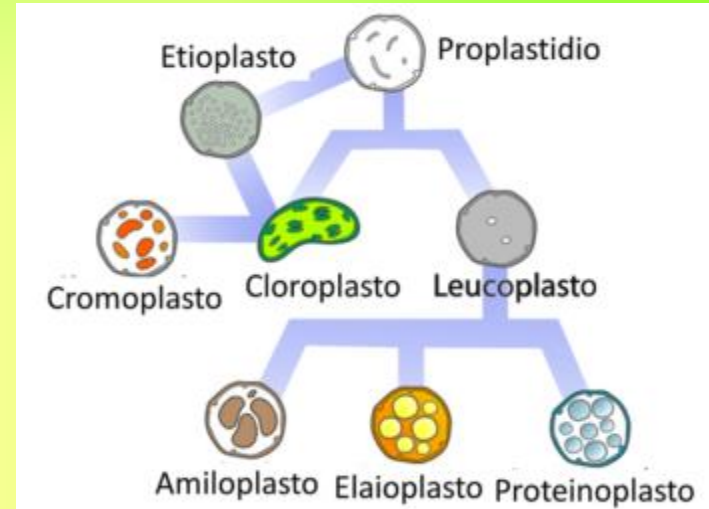
2. No pigmentados:

Leucoplastos:

Amiloplastos

Proteinoplastos

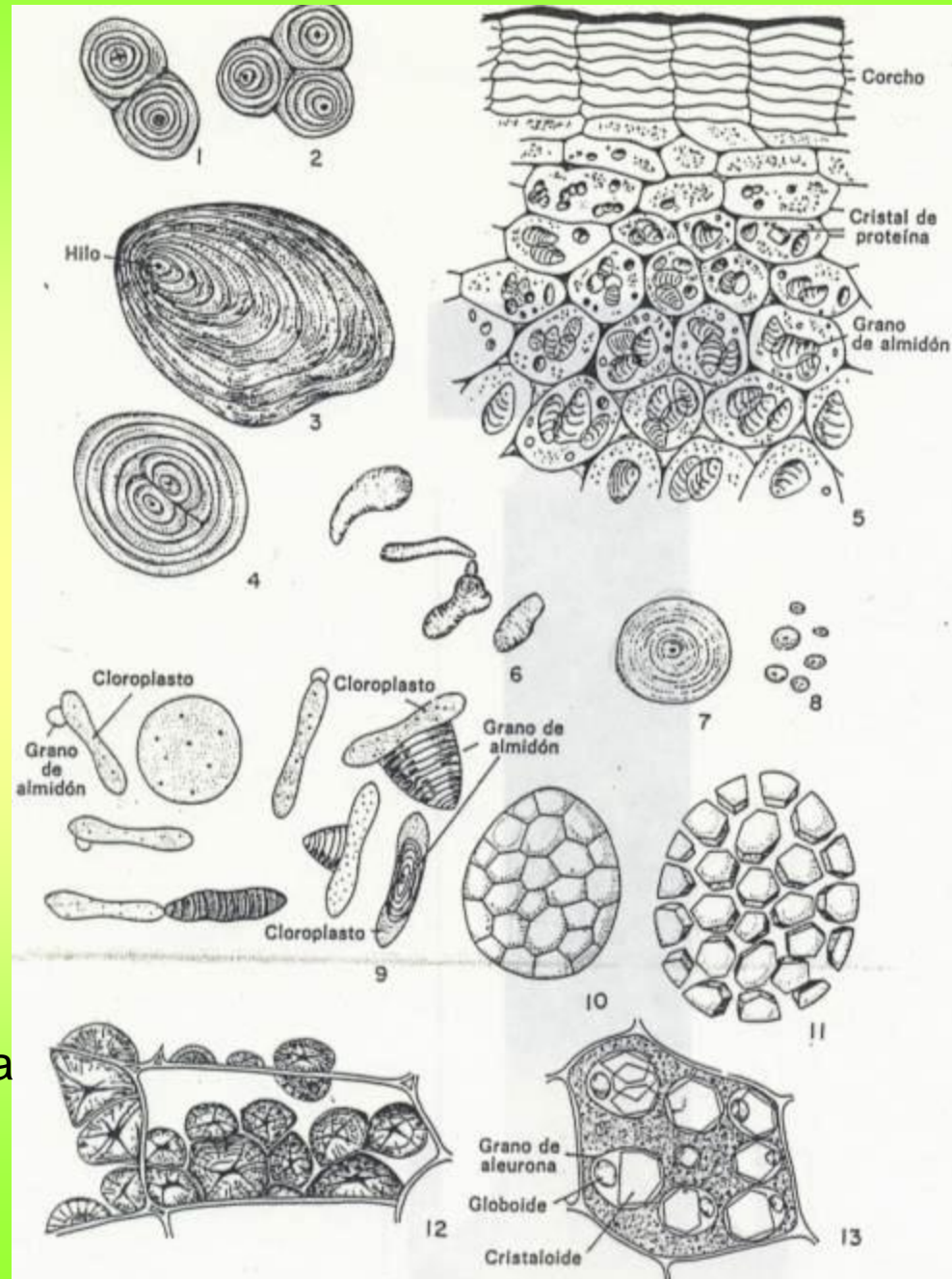
Oleoplasto



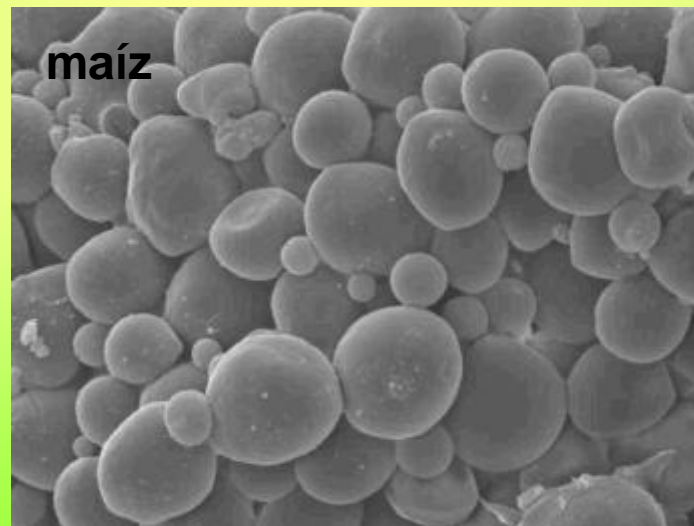
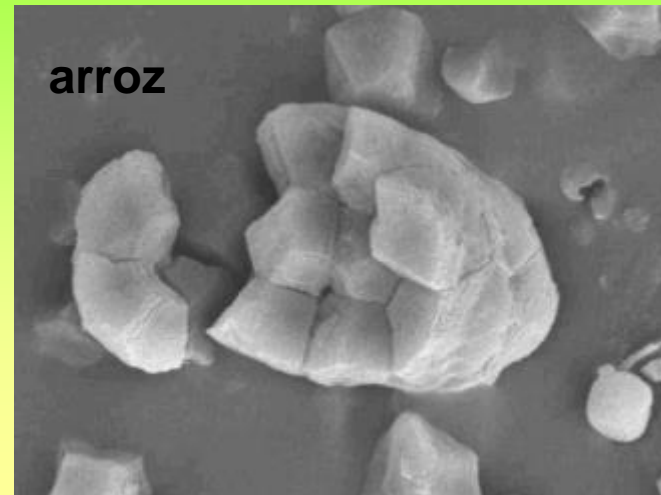
AMILOPLASTOS

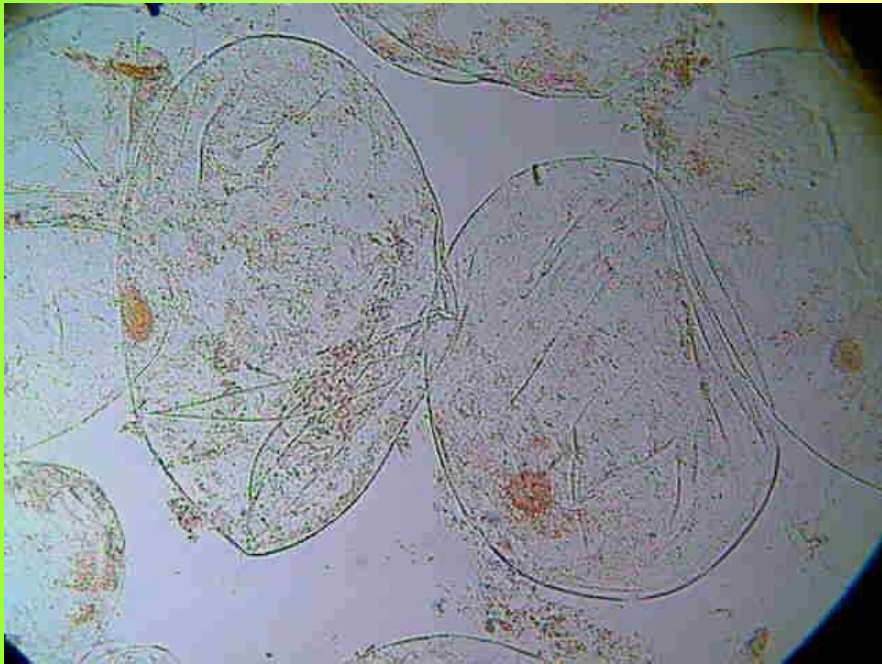
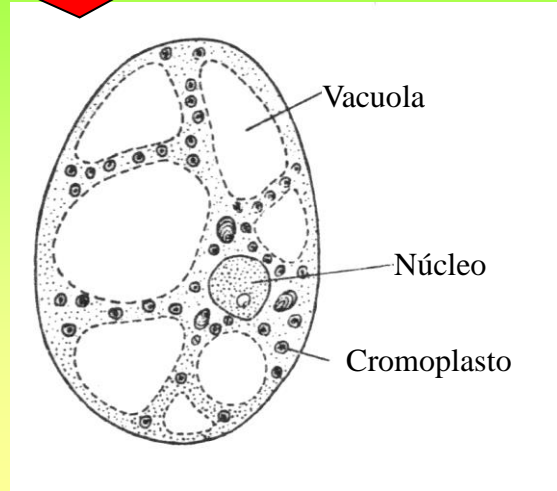
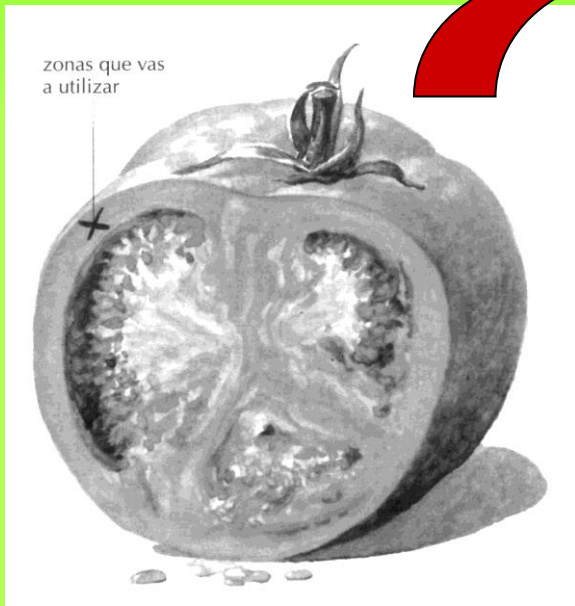
- 1-4) Grano de almidón de papa.
- 1 y 2) Compuestos.
- 3) Grano de almidón simple.
- 4) Grano de almidón semicompuesto.
- 5) Sección transversal de la porción exterior de un tubérculo de papa.
- 6) Granos de almidón de banana.
- 7y 8) G. de alm. de *Triticum durum*.
- 9) Desarrollo de G. de A. en cloroplastos de *Phaius maculata*
- 10 y 11) G. de A. compuesto de *Avena*.
- 12) Esferocristales de inulina en tubérculo de *Dahlia*.
- 13) Granos de aleureona en endosperma de *Ricinus communis*, incluido en glicerina diluída.

(Adaptación de Strasburger, Palladín y Troll).

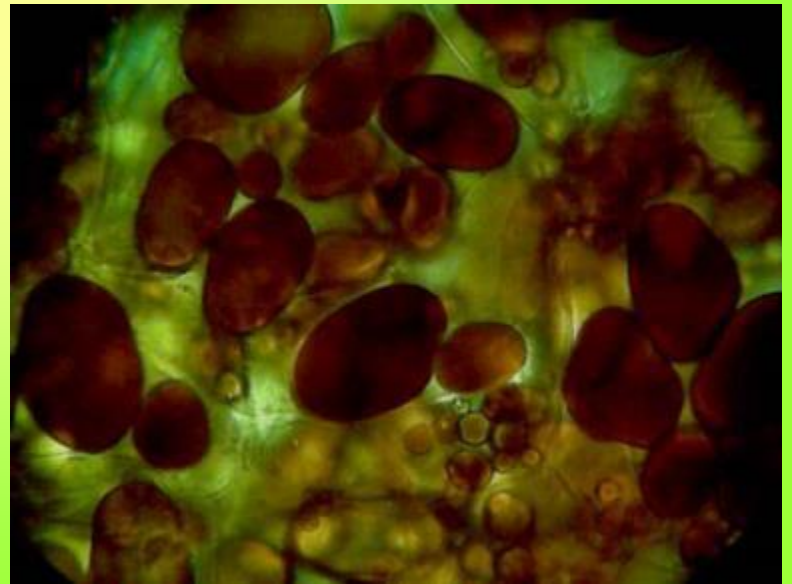


almidón



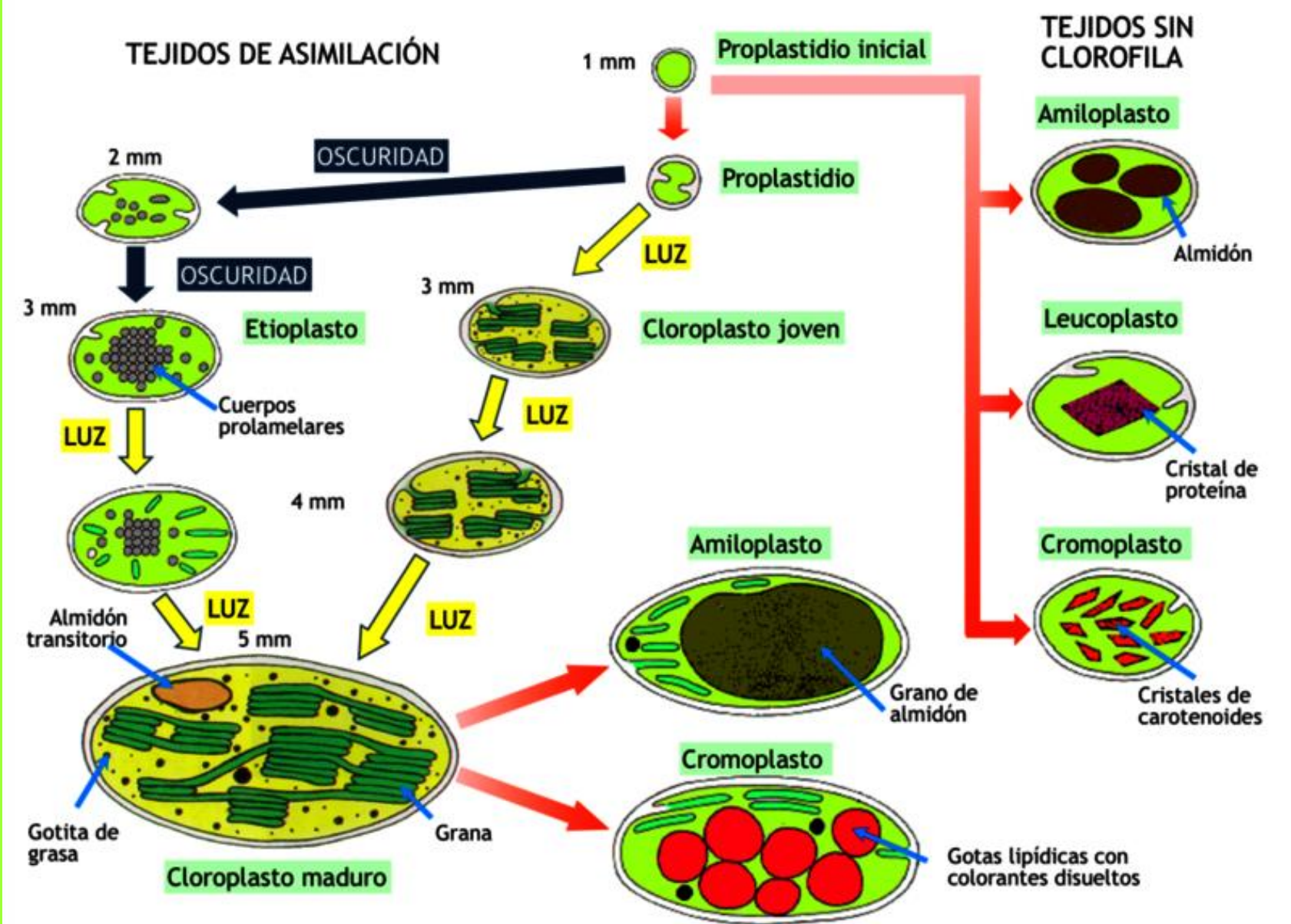


cromoplasto

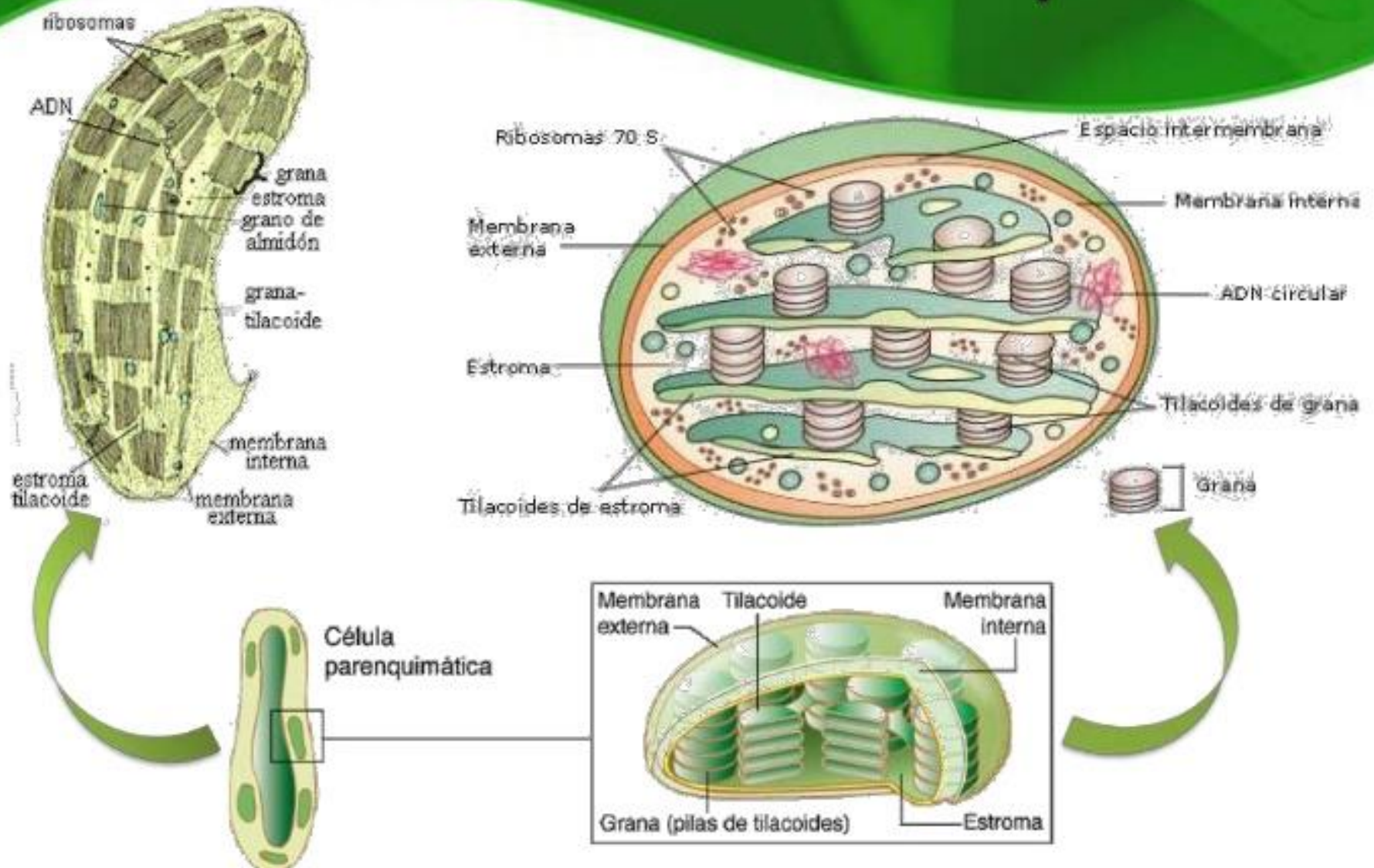


amiloplasto

Los diversos plastidios pueden diferenciarse por su estructura y función. Todos se originan de los PROTOPLASTIDIOS presentes en células meristemáticas y cada clase puede transformarse en cualquiera de las otras.



Esquema de un Cloroplasto con sus partes



Cloroplastos

Polifuncionales. Estroma: Síntesis de aminoácidos y ácidos grasos.

Síntesis de fosfolípidos, carotenoides –flavonoides, terpenos y quinonas

Lenticulares (algas distintas formas).

Función: es llevar a cabo la fotosíntesis.

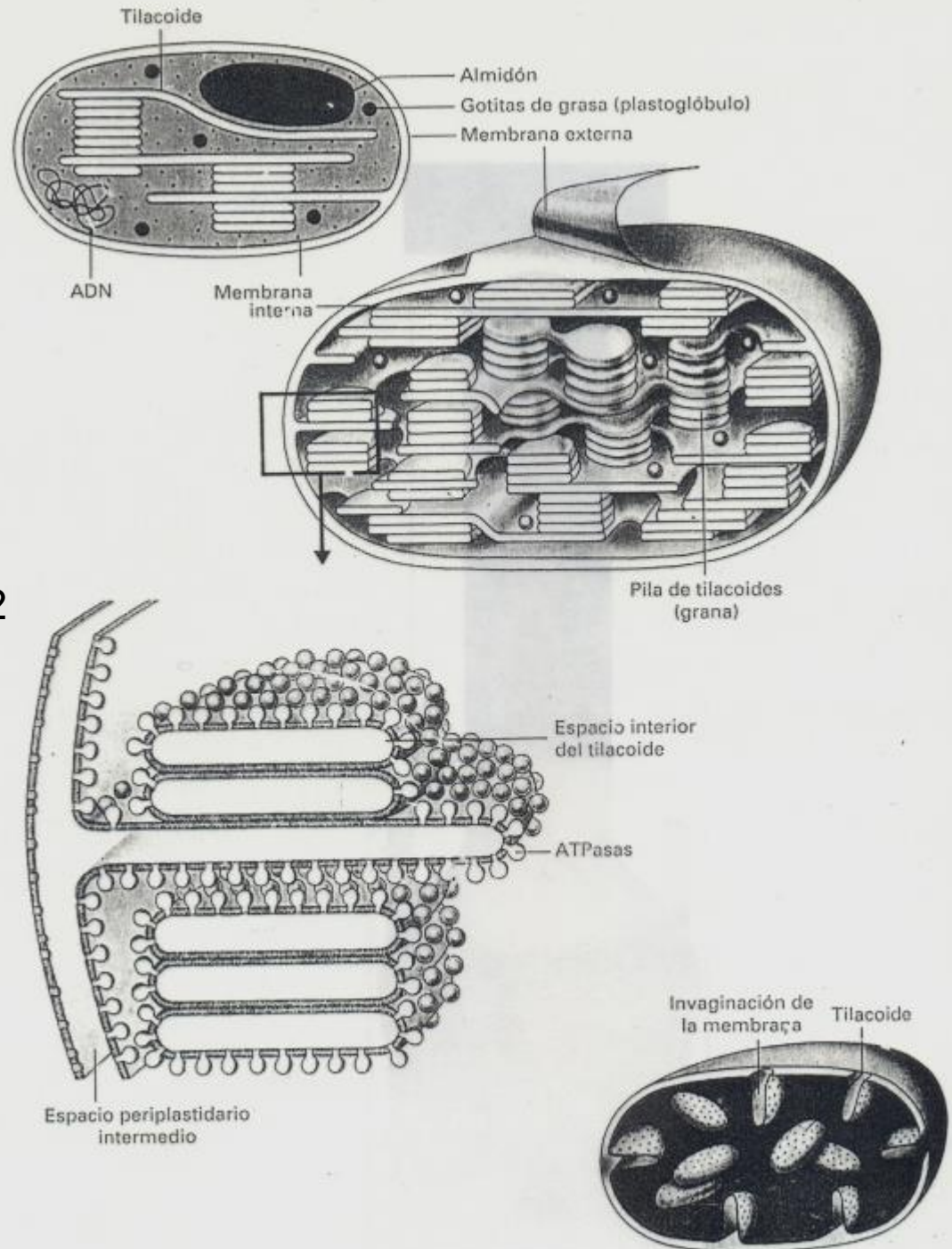
Poseen una doble membrana e internamente están diferenciados en 2 componentes principales: un **sistema de membranas** y una **matriz o estroma**.

El estroma está compuesto por proteínas, contiene ARN y ADN concentrado en nucleoides, con 2-5 moléculas circulares de ADN, fijadas a la membrana.

M. Ext. permeable

M. Int. Mayor selectividad molecular

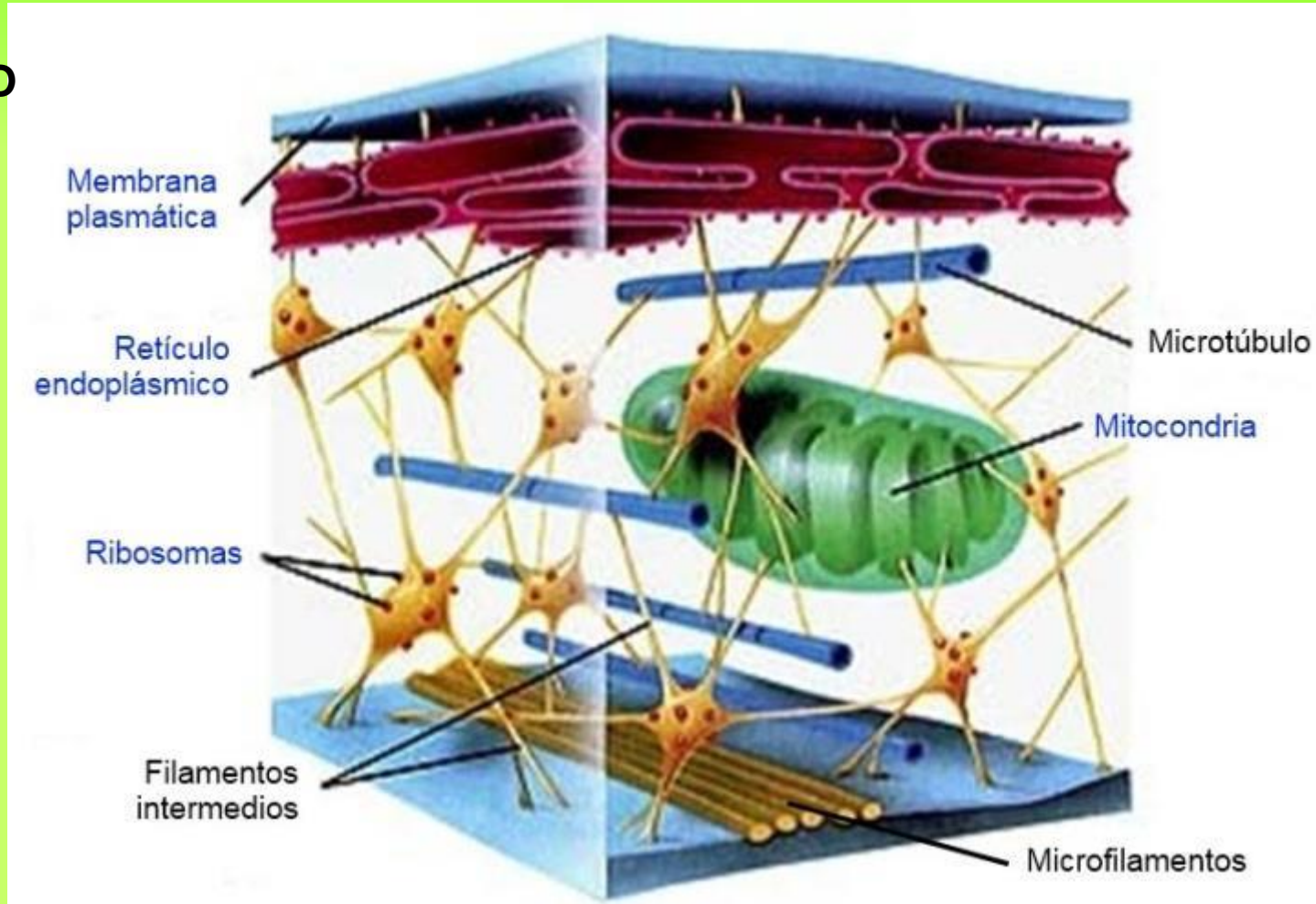
M. tilacoidal: con aparato fotoquímico.



Estructuras de soporte y locomoción

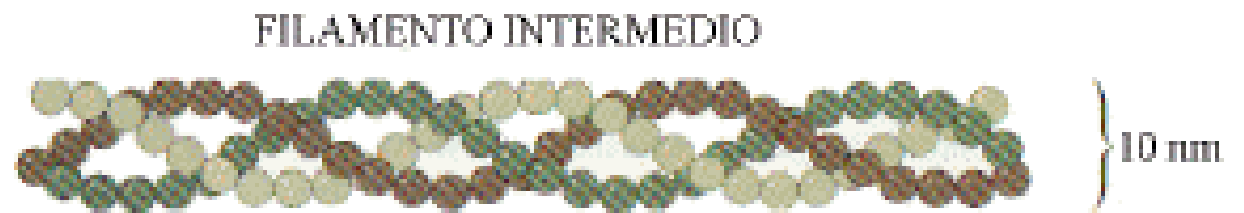
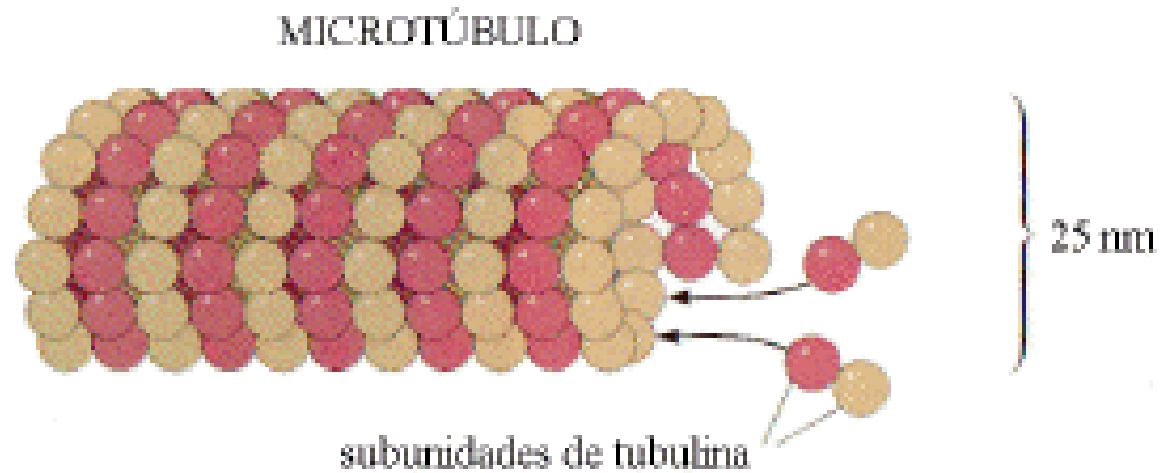
CITOESQUELETO

Conjunto de filamentos que sirven de soporte a los orgánulos y da forma a la célula.



Permite el desplazamiento de orgánulos por el citoplasma. y coordinación de la mayoría de los procesos celulares.

El citoesqueleto está formado por una compleja red de **microfilamentos de actina**, proteína arrollada en doble hélice.



Los **microtúbulos** también intervienen como componentes del citoesqueleto para determinados procesos. Formados por proteínas alfa y beta tubulina

El complejo membranas-citoesqueleto es un sistema dinámico cuyas funciones principales son mantener y modificar la forma y distribución de los componentes celulares

Pared celular

La **pared celular** es matriz extracelular en: bacterias, hongos, algas y plantas.

- Se localiza en el exterior de la membrana plasmática y actúa como compartimiento celular mediando en todas las relaciones de la célula con el entorno.
- **Pared celular**: protege, da rigidez a la célula. Actúa como una barrera protectora en respuesta a los desequilibrios osmóticos que el ambiente celular pueda presentar. Además, posee un papel en la comunicación entre las células.

En las **plantas**, la pared celular está compuesta en un 90 % de su peso seco de carbohidratos y un 10 % por proteínas.

- Por su composición química y su estructura microscópica, es capaz de **incorporar y retener fácilmente agua**.

✓ **Carbohidratos:**

✂ **Protopectina**

✂ **Hemicelulosa**

✂ **Celulosa**

✂ **Proteínas** de la pared celular: **glucoproteínas**.

- Se caracterizan porque a la cadena polipeptídica se unen cadenas laterales de azúcares.

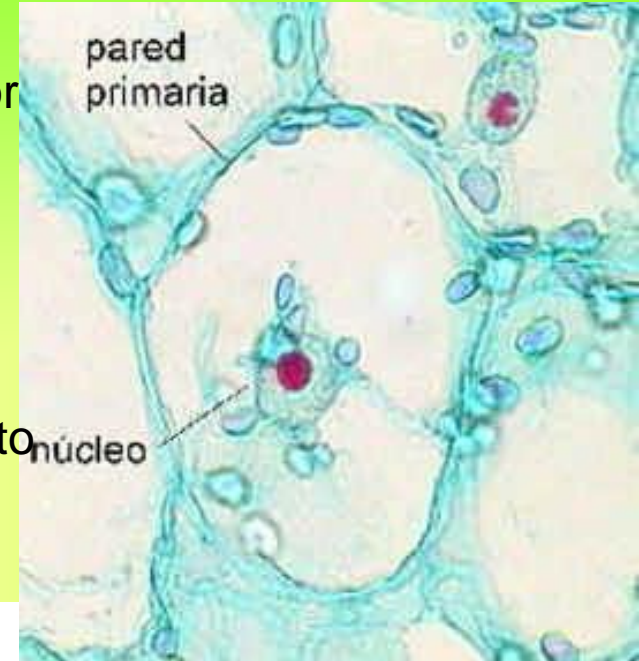
- ❖ En las **bacterias**, pared celular de peptidoglicano.
- ❖ Las **archaea**: con distintas composiciones químicas, incluyendo capas S de glicoproteínas, pseudopeptidoglicano o polisacáridos.
- ❖ Los **hongos** presentan paredes celulares de quitina.
- ❖ Las **Algas**, típicamente constituidas de glicoproteínas y polisacáridos.
- ❖ Algunas especies de **algas** pueden presentar una pared celular compuesta por dióxido de silicio.

A menudo se presentan otras moléculas accesorias integradas.

Estructura

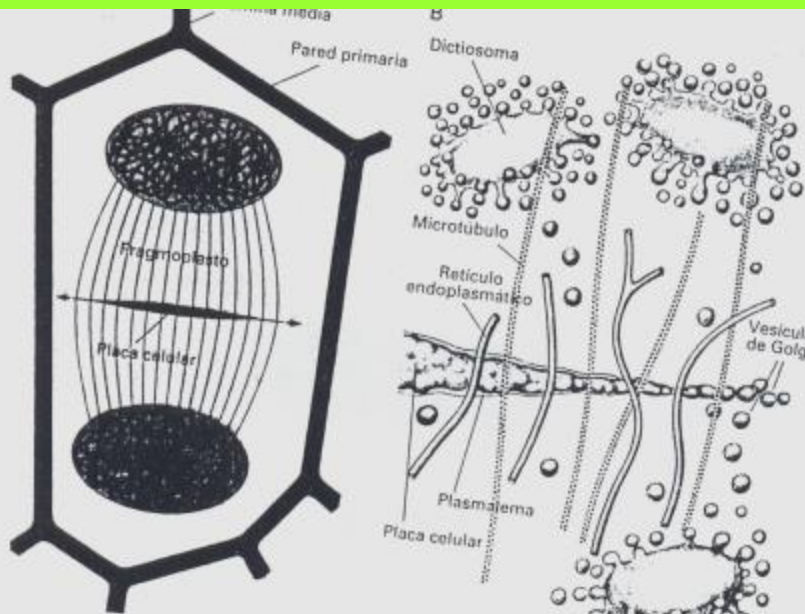
La pared celular vegetal tiene tres partes fundamentales:

Pared primaria. Está presente en todas las células vegetales, usualmente mide entre 100 y 200 nm de espesor y es producto de la acumulación de 3 o 4 capas sucesivas de **microfibrillas de celulosa** compuesta entre un 9 y un 25% de celulosa. La pared primaria se crea en las células una vez está terminando su división, generándose el **fragmoplasto**, una pared celular que dividirá a las dos células hijas. La pared primaria está adaptada al crecimiento celular, las microfibrillas se deslizan entre ellas produciéndose una separación longitudinal mientras el protoplasto hace presión sobre ellas.



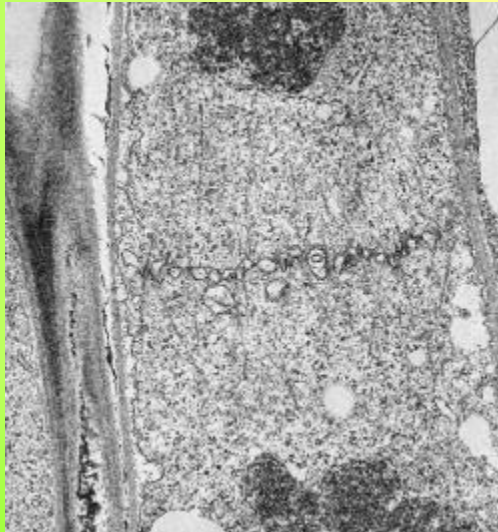
Pared secundaria. Cuando existe, es la capa más adyacente a la membrana plasmática se forma en algunas células una vez se ha detenido el crecimiento celular y se relaciona con la especialización de cada tipo celular. A diferencia de la pared primaria, contiene una alta proporción de celulosa, lignina y/o suberina.

Lámina media. Es el lugar en la que se unen una célula con otra, es rica en **pectina** y otras sustancias adhesivas. Se inicia como "placa celular", en el momento de la división celular. Se compone principalmente de **compuestos pécticos** (ácido péctico: unión de moléculas de ácido galacturónico; pectatos: ácido péctico + iones metálicos, como Ca o Mg). Se descompone con facilidad, y cuando esto sucede el tejido se separa en células individuales. Ejemplos: cuando las manzanas se vuelven "harinosas"



Biogénesis de la pared celular vegetal

La pared es secretada por la célula viva, de manera que la capa más vieja está hacia afuera, y la capa más joven hacia adentro junto al protoplasma, demarcando el lumen o cavidad celular



✓ Placa celular: protopectina

La pared está constituida por dos fases: fase fibrilar o esqueleto, y fase amorfa o matriz.

Fase fibrilar.

Composición

En general está compuesta por una red de carbohidratos y proteínas estructurales embebidos en una matriz gelatinosa compuesta por otros carbohidratos y proteínas.

Carbohidratos

El principal componente es la **celulosa**, polisacárido fibrilar que se organiza en microfibrillas y representa entre el 15% y el 30% del peso seco de las paredes vegetales.

Las microfibrillas de celulosa se encuentran atadas por carbohidratos no fibrilares a los que se denomina genéricamente **hemicelulosa**.

La pectina es otro componente importante. Es un polisacárido no fibrilar, rico en ácido D-galacturónico. La matriz de pectina determina la porosidad de la pared y proporciona cargas que modulan el pH de la pared.

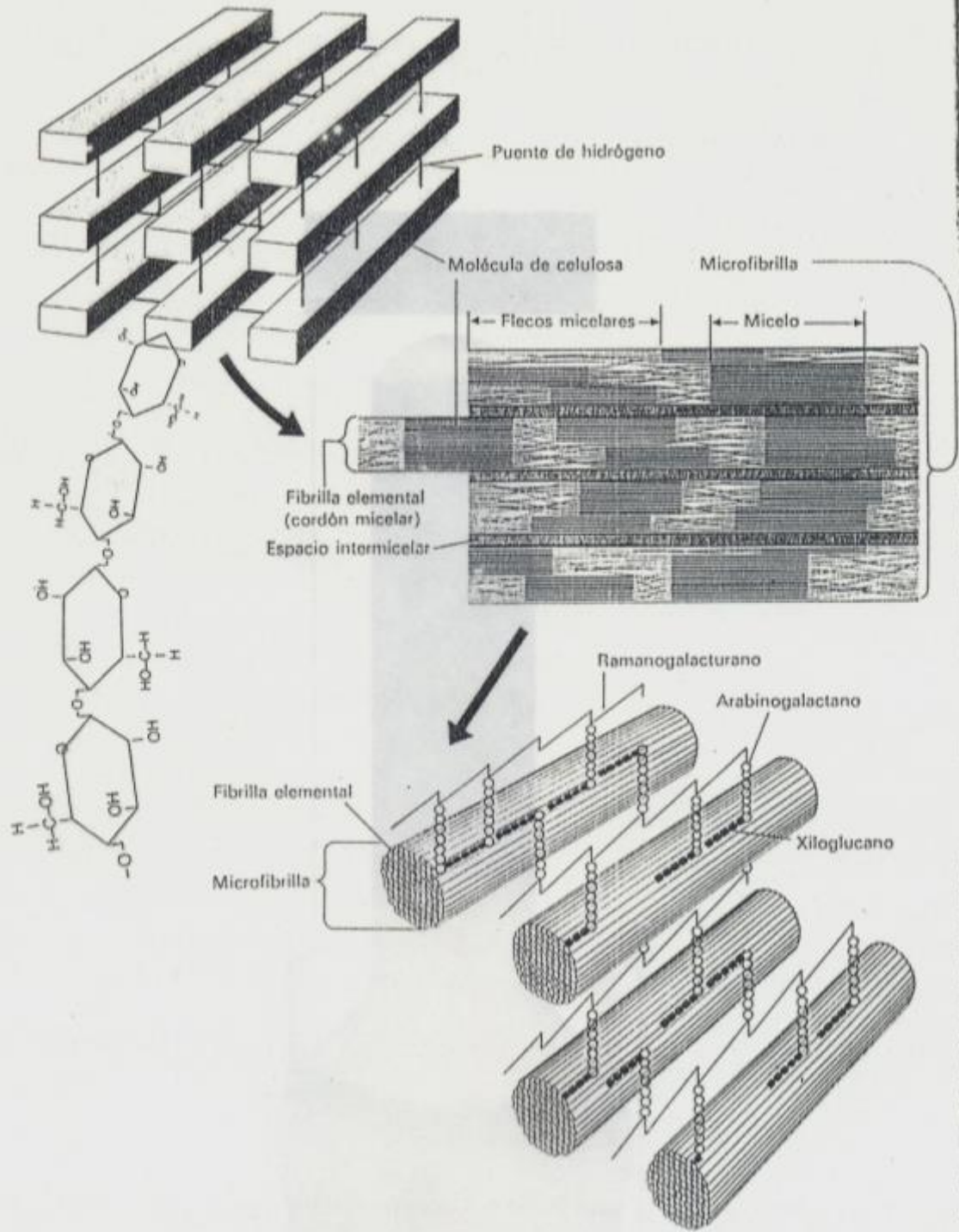
✓ En la base de las estructuras fibrilares están las **cadenaas moleculares de celulosa**: aproximadamente 100 de estas moléculas se disponen en paralelo formando una estructura llamada **fibrilla elemental** (con **puentes hidrógenos** entre las moléculas)

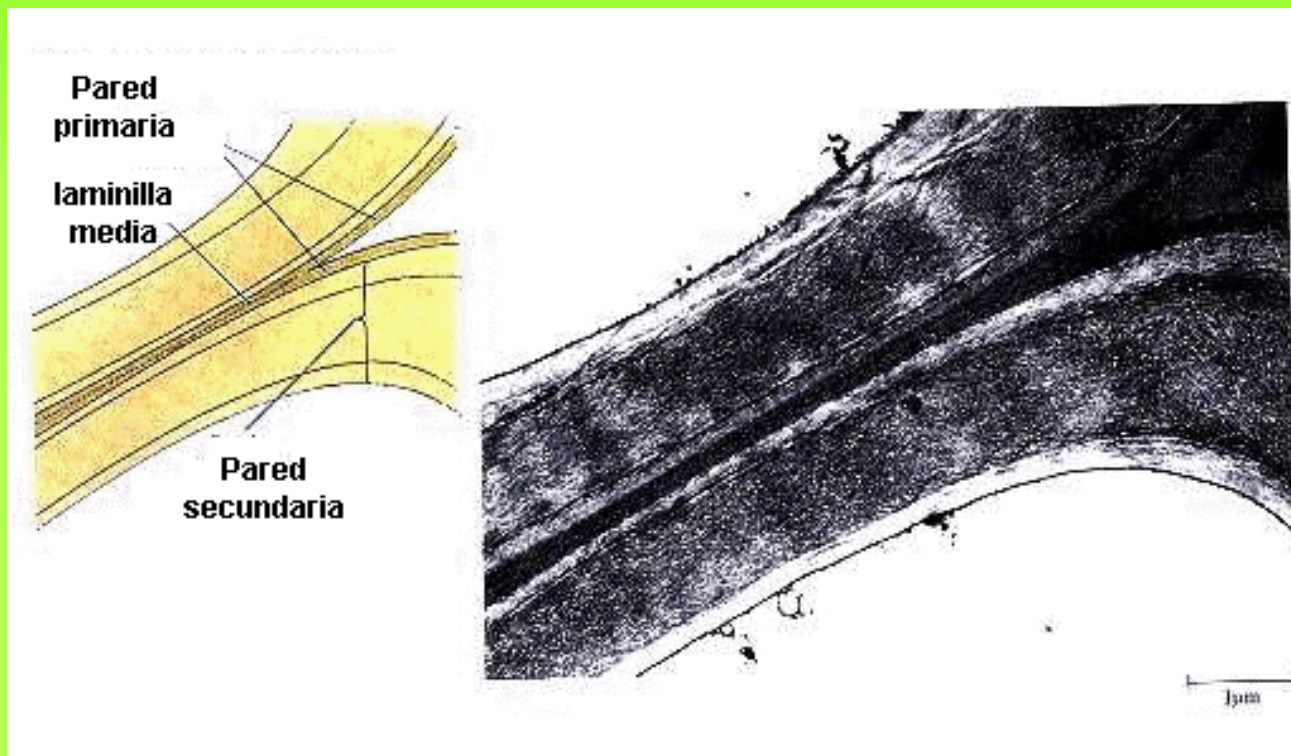
✓ Aproximadamente 20 **fibrillas elementales** se unen para formar una **microfibrilla**.

✓ **Espacios intermicelares** (agua y otras pequeñas moléculas pueden penetrar)

✓ **microfibrilla** → **macrofibrillas**.

✓ Entre microfibrillas espacios interfibrilares: almacenan agua y moléculas de hemicelulosa y lignina

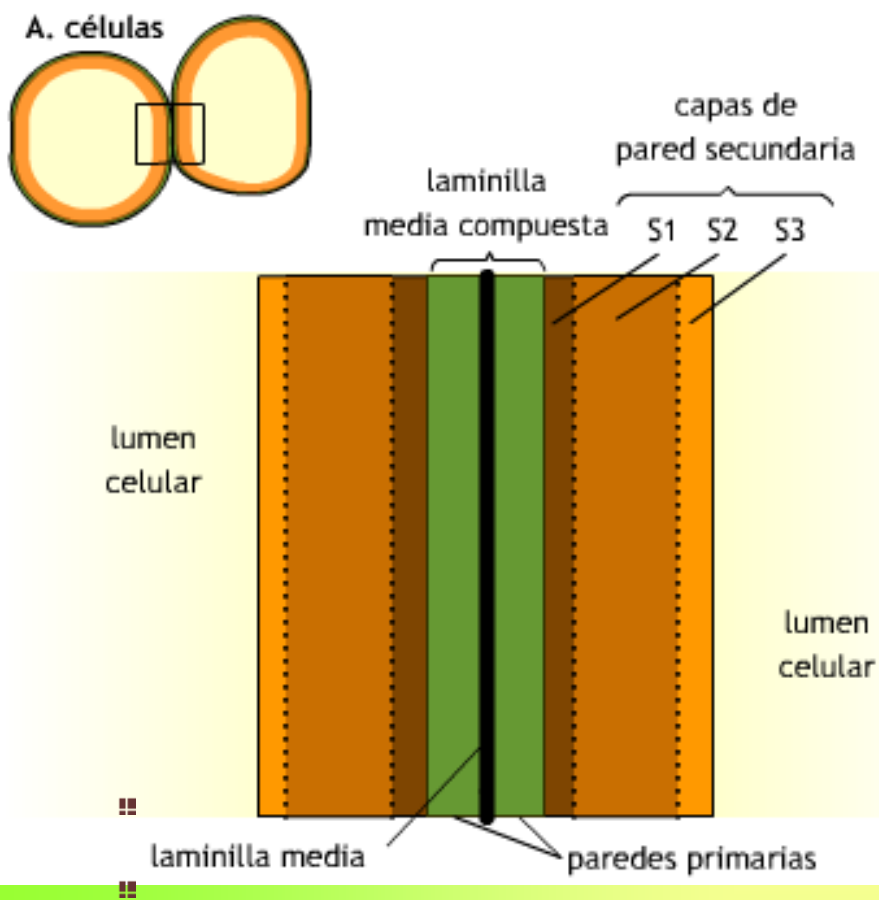




Pared primaria: en células jóvenes y áreas en activo crecimiento, fina y flexible, en parte por presencia de sustancias pépticas y por la **disposición desordenada de las microfibrillas de celulosa**.

Las células que poseen este tipo de pared tienen la capacidad de volver a dividirse por mitosis: **desdiferenciación**.

Pared secundaria aparece hacia el interior de la célula, cuando la célula ha detenido su crecimiento y elongación. Asociadas al **sostén y conducción**, el protoplasma de estas células generalmente muere a la madurez.



Puede llegar a tener 3 subcapas con características físicas y químicas diferentes, que se denominan de afuera hacia adentro: **S1** (capa externa), **S2** (capa medial o central) y **S3** (capa interna).

Son birrefringentes: las microfibrillas se disponen de forma ordenada en varios planos.

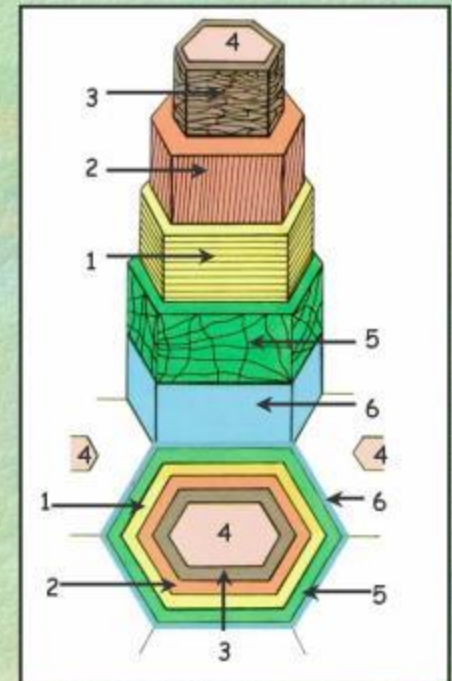
En cada plano todas las microfibrillas son paralelas, cambiando la orientación de las mismas de un plano al siguiente

Pelos de la semilla del algodónero (*Gosypium hirsutum*)

Gran parte de las características mecánicas de los diferentes materiales textiles de origen vegetal tienen su explicación en la orientación de estas unidades estructurales.

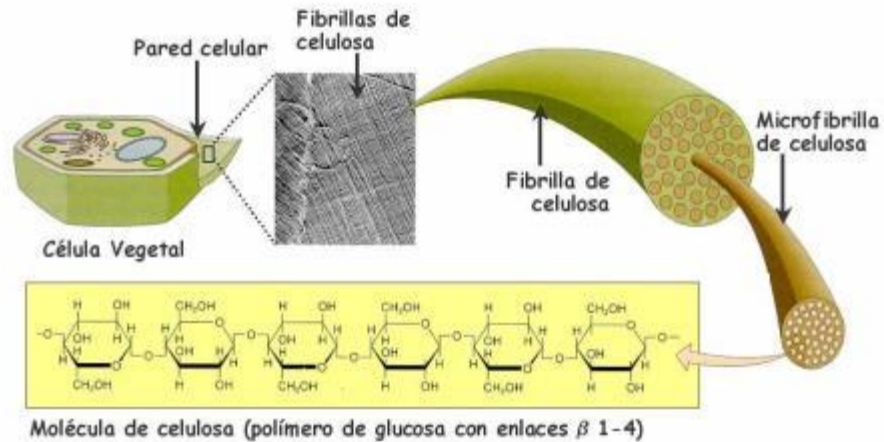
La Pared 2ª: capas

1. Capa S1
 2. Capa S2
 3. Capa S3
 4. Lumen celular
 5. Pared Primaria
 6. Lamela Media
- Pared Secundaria

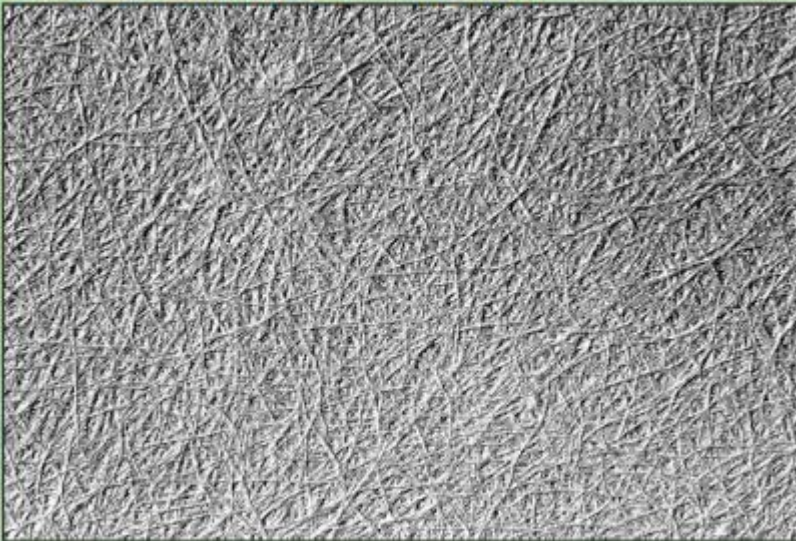


Los diseños formados por las microfibrillas son muy variables. En la pared primaria las fibrillas están entrelazadas, dispuestas aparentemente al azar en la pared secundaria están dispuestas paralelamente

Estructura de la pared celular

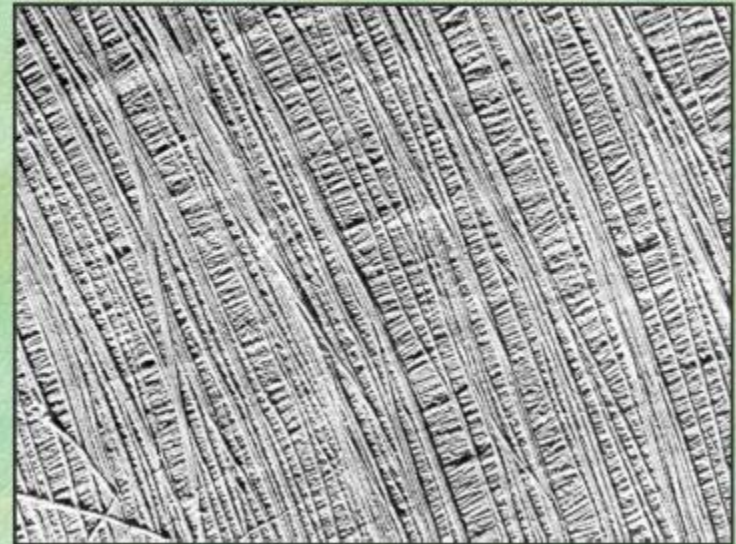


Pared Celular 1^º: M.E.



Macrofibrillas de celulosa (disposición desordenada y entrecruzada)

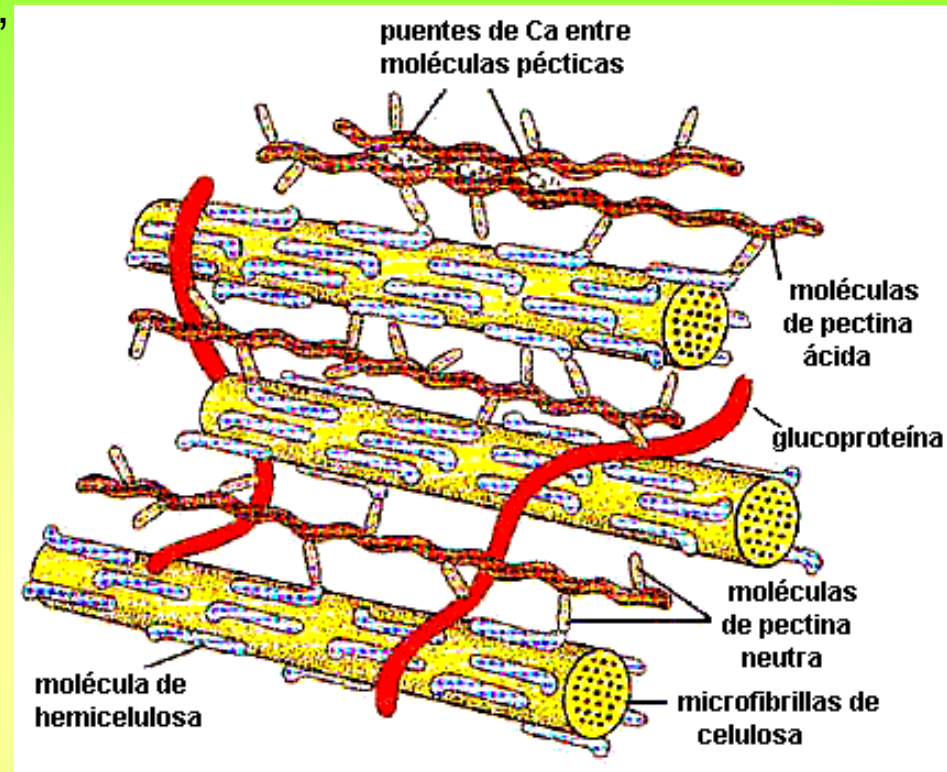
Pared celular 2^º: M.E.



Macrofibrillas de celulosa (disposición ordenada)

Fase amorfa. Formada por hemicelulosas, polisacáridos no celulósicos [xilana, glucana, galactana, manana, fructana], compuestos pécticos y glucoproteínas. Puede lignificarse.

Las hemicelulosas revisten las fibrillas de celulosa y cristalizan con ella, uniéndolas. Los mucílagos de la pared celular (por ejemplo del episperma de *Linum*) son especialmente ricos en polisacáridos no celulósicos. Los compuestos pécticos están formados por moléculas de ácido péctico unidas entre sí mediante puentes de Ca^{++} .



En la **pared primaria** es dominante la matriz amorfa, formada por hemicelulosas y polisacáridos no celulósicos. La fase fibrilar está reducida al 8-25%. En la **pared secundaria** domina la fase fibrilar (celulosa, 60%) y la matriz amorfa está formada por hemicelulosas y lignina (30%), los compuestos pécticos y las proteínas prácticamente desaparecen.

MODIFICACIONES DE LA PARED CELULAR

Las modificaciones de la pared no afectan la apariencia de las células sino las propiedades físicas y químicas de las paredes. Las sustancias adicionales se depositan por **incrustación** o por **adcrustación**.

INCRUSTACIÓN (= intususcepción). Es la intercalación de nuevas partículas entre las existentes en la pared. La celulosa es resistente a la tensión pero no aguanta la compresión. Esto se soluciona en las células de sostén mediante la incrustación de la matriz o fase amorfa con sustancias que la endurecen, por ejemplo: lignina y compuestos minerales.

Lignina. Es uno de los componentes más importantes de la pared secundaria, y después de la celulosa, el polímero vegetal más abundante. La pared secundaria tiene 2/3 de celulosa y 1/3 de lignina.

Aumenta la resistencia mecánica.

Responsable de la gran dureza de algunas paredes.

Aparece en células conductoras, mecánicas y de sostén.

Maderas blandas y maderas duras.

Pueden lignificarse paredes secundarias, primarias y laminilla media.

Se denomina **lignificación** al proceso de impregnación de la pared celular con **lignina**.

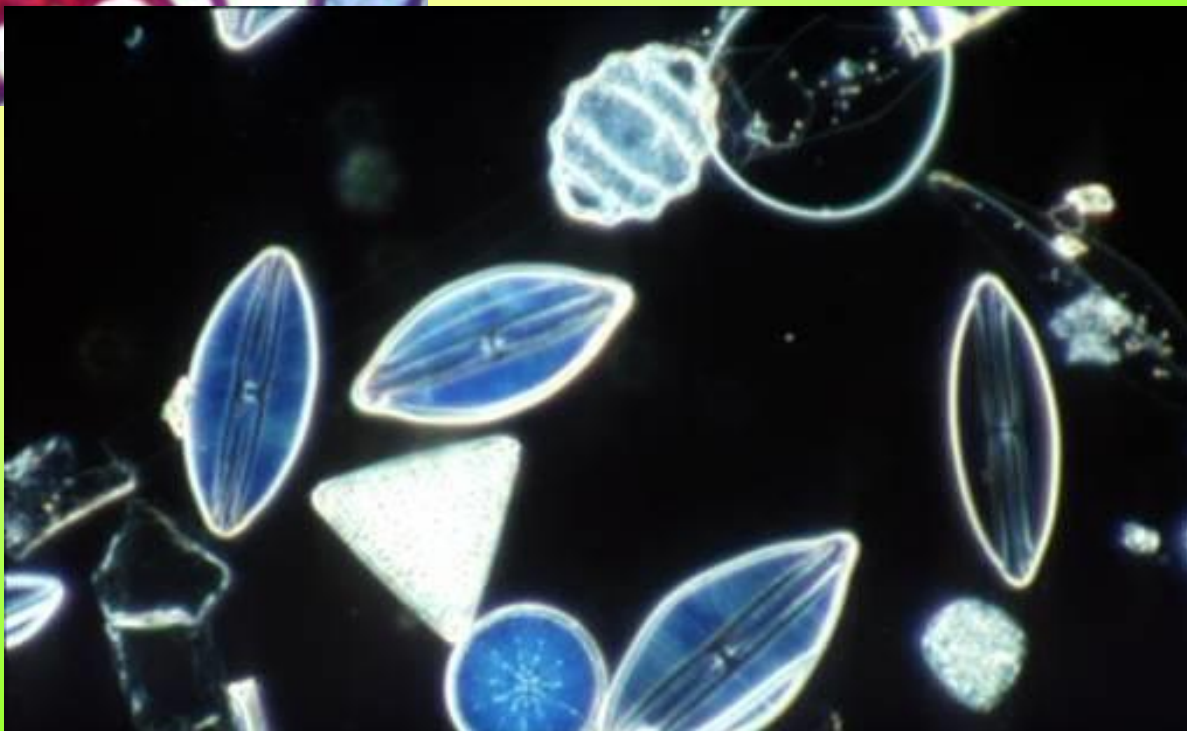
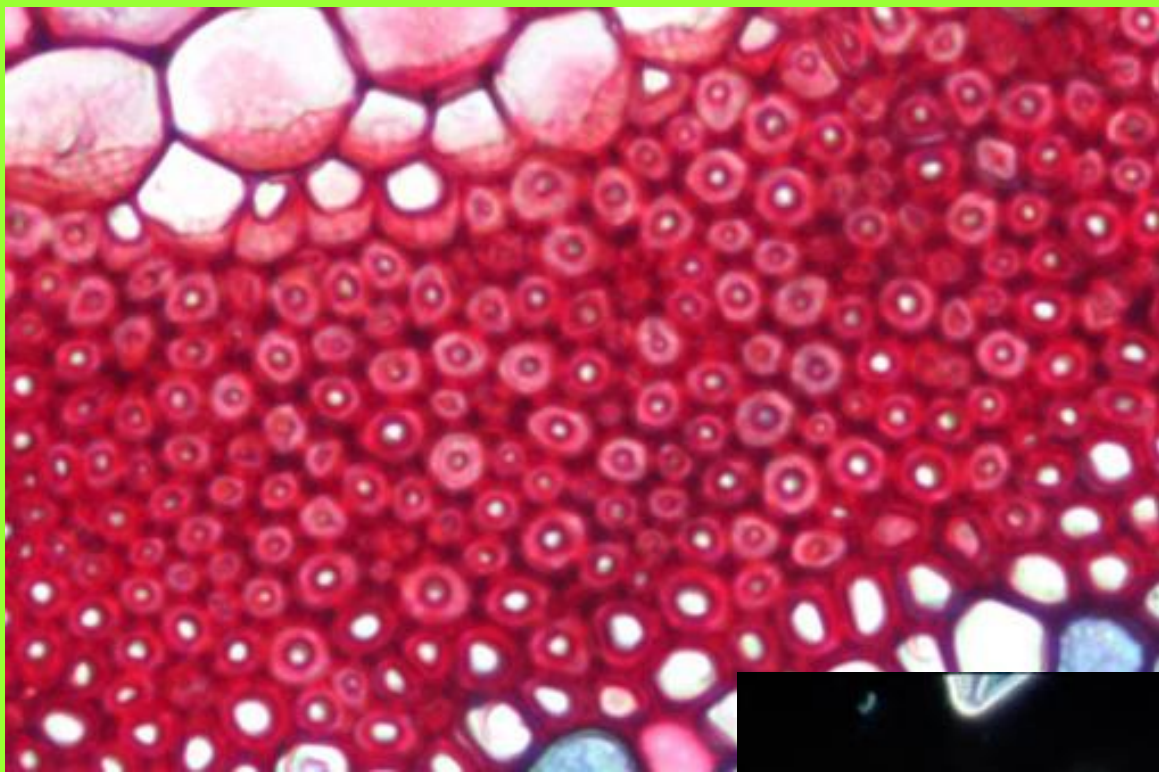
Compuestos minerales.

Endurecen las paredes que pierden elasticidad y se vuelven frágiles.

Los pelos de *Cucurbitaceae* y *Boraginaceae* tienen incrustaciones de Carbonato de Ca;

la epidermis de gramíneas, ciperáceas y equisetáceas presenta silicatos. Al proceso de impregnación con sales minerales de le denomina

mineralización.



ADCRUSTACIÓN (= aposición). Las sustancias adicionales se depositan por aposición o acumulación de material, sobre la pared celular, capa a capa, por fuera o por dentro.

Cutina. Compuesto graso que se deposita sobre la pared externa de las células epidérmicas formando una capa llamada **cutícula**, delgada, continua e impermeable que recubre las hojas y algunos tallos. Al proceso de deposición se le denomina **cutinización**. Químicamente muy similar a la suberina. Aparece en células en contacto con el medio externo.

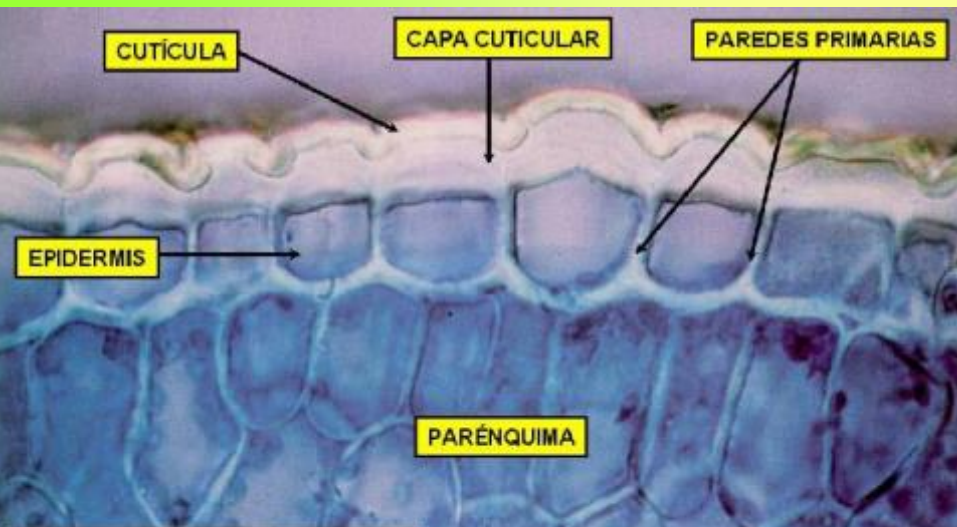
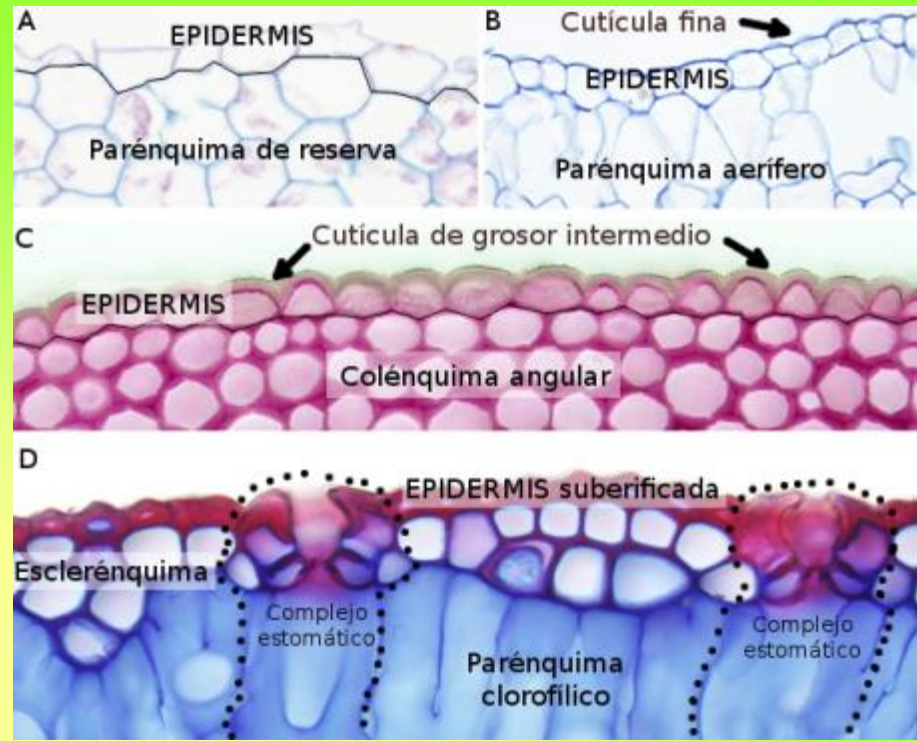
Suberina. Compuesto graso impermeable, un polímero insoluble (de ácidos grasos), que se deposita por dentro de la pared primaria en finas laminillas que alternan con capas de cera. Aparece fundamentalmente en tejidos derivados del felógeno. Se la encuentra en células de la peridermis que constituyen el súber o corcho. Al proceso de deposición se le llama **suberificación**. Confiere gran impermeabilidad y defensa contra agentes químicos, microorganismos, etc.

Calosa. Es un hidrato de carbono, beta glucano de molécula helicoidal, que se sintetiza en la membrana plasmática, se deposita o destruye con mucha rapidez siempre que sea necesario aislar temporalmente una o más células. Se encuentra en los plasmodesmos, en las placas cribosas del floema, rodeando las células madres del polen, en los tubos polínicos, en las células dañadas. Al proceso de deposición se le denomina **calosificación**.

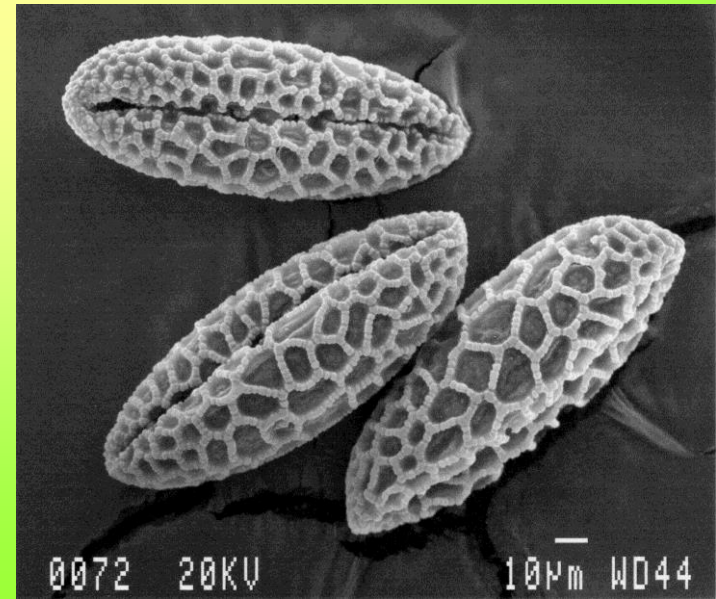
Ceras. Asociadas con suberina y cutina. Suelen depositarse por encima de la cutícula. En muchas frutas como uva y ciruela, y hojas como las de repollo se observan depósitos de cera que forman una película gris clara..

Esporopolenina. Químicamente muy resistente, sólo degradable por oxidación, protege el contenido de esporas y granos de polen.

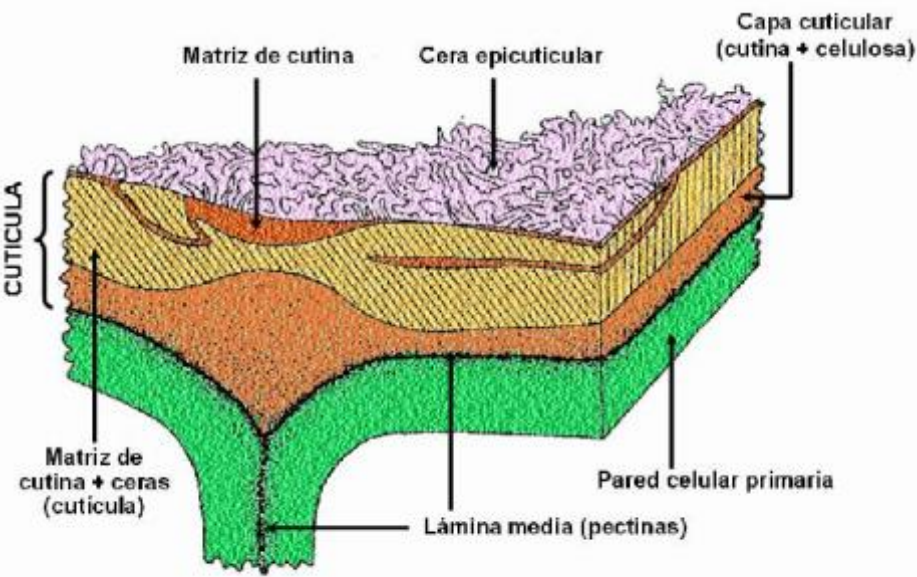
CUTINA EN PARED



Sección transversal de tallo de clavel (detalle) mostrando la disposición de la epidermis y de la cutícula.



ESTRUCTURA DE LA CUTÍCULA VEGETAL

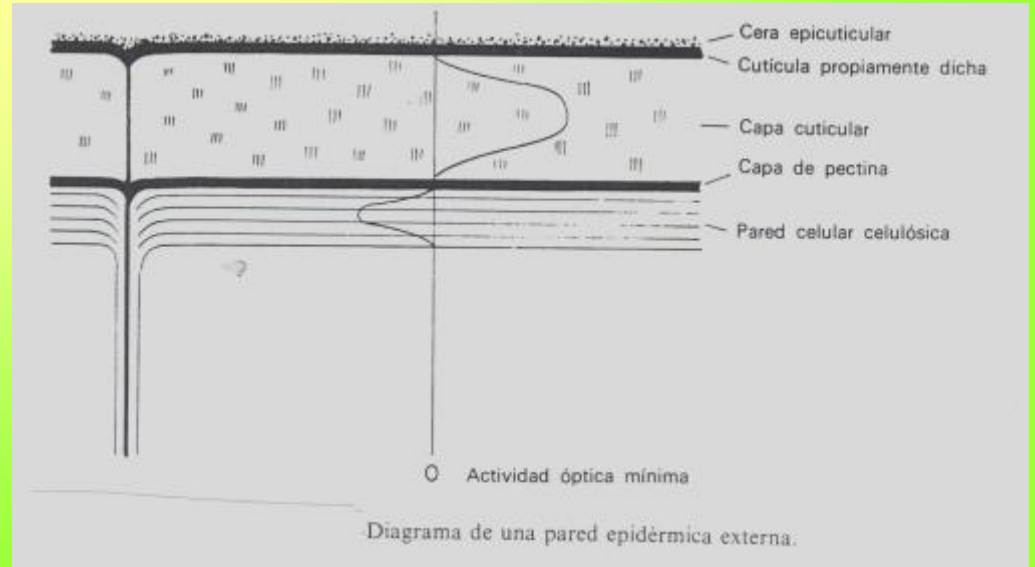
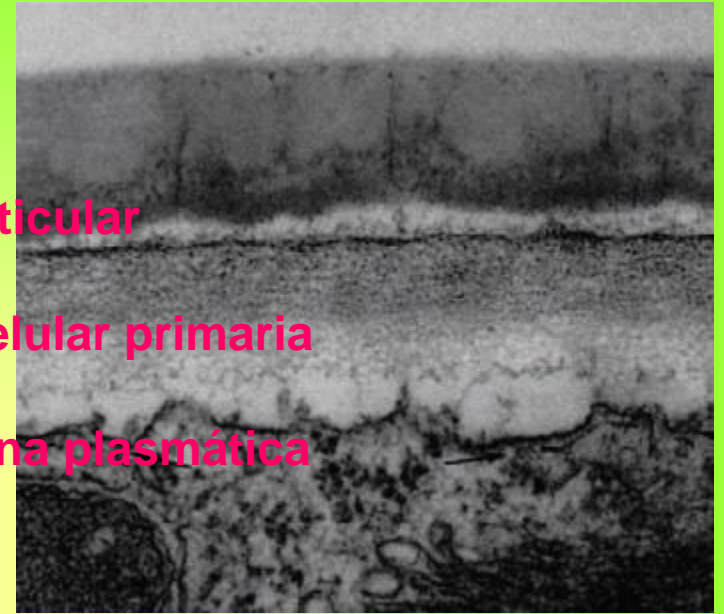


Cutícula

Capa cuticular

Pared celular primaria

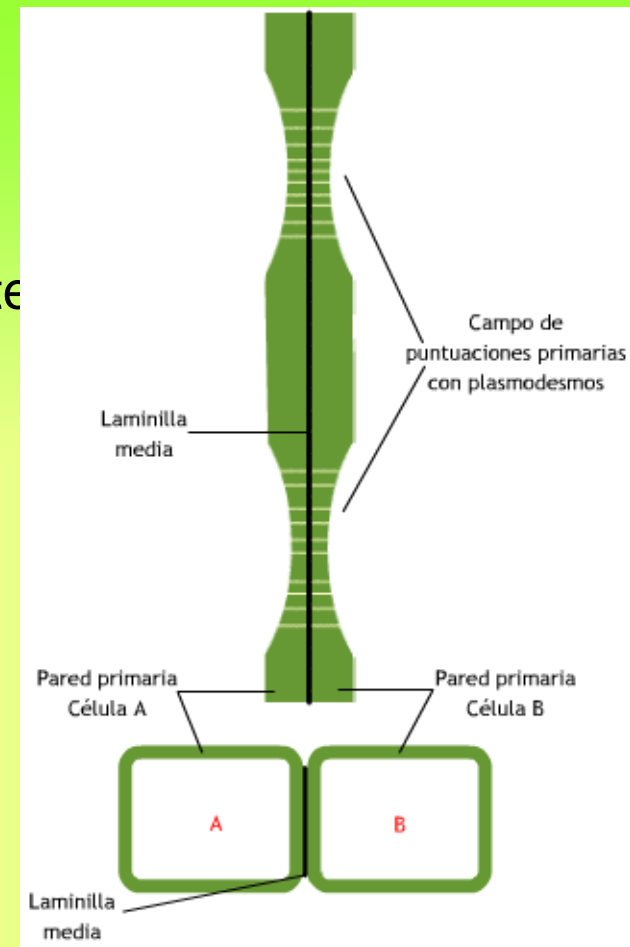
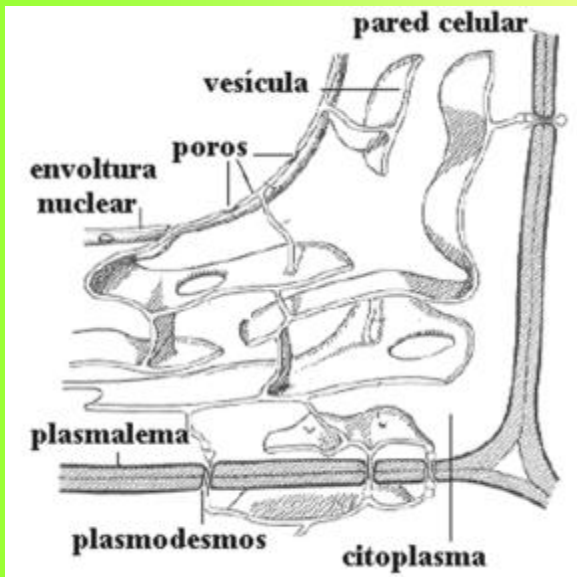
Membrana plasmática



Intercomunicaciones entre las células vegetales.

Los protoplastos de las células vegetales al estar rodeados de pared celular tendrían dificultad para intercambiar material y para funcionar armónicamente si no fuera por la existencia de comunicaciones intercelulares:

campo primario de puntuación
puntuaciones
simples
ramificadas
areoladas: sin toro y con toro.
perforaciones.



Plasmodesmos

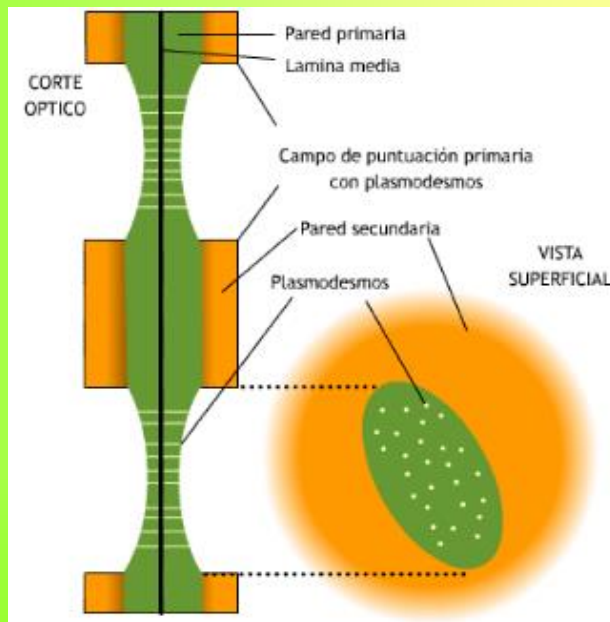
Son conexiones citoplasmáticas que atraviesan la pared celular entre células contiguas.

Comúnmente están agrupados en zonas adelgazadas, deprimidas de las paredes primarias, constituyendo un **campo primario de puntuación** o puntuación primordial.

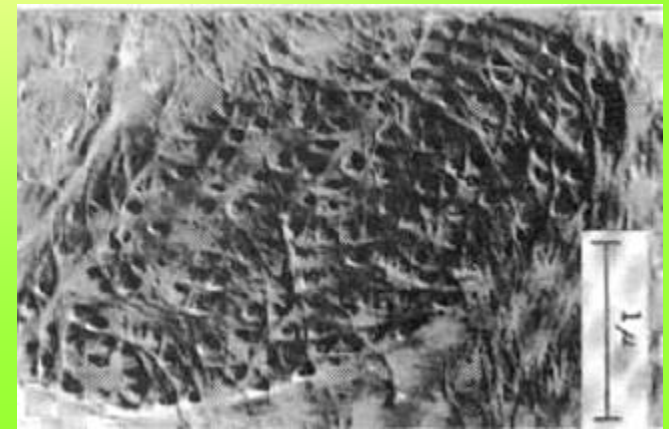
Puntuaciones (punteaduras o alvéolos)

Las puntuaciones son discontinuidades en la deposición de la pared secundaria a nivel de un campo primario de puntuación. Se distinguen dos tipos principales de puntuaciones:

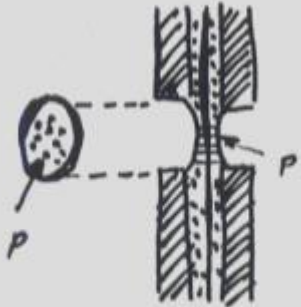
- simples La pared secundaria se interrumpe abruptamente. Se presenta en células parenquimáticas, fibras y esclereidas
- areoladas: sin toro y con toro. Son aquellas en las que la pared secundaria, al depositarse, hace un reborde o aréola formando la cámara de la puntuación que se abre al lumen celular a través de la abertura de la puntuación. Se presentan principalmente en fibrotraqueidas y elementos conductores del xilema



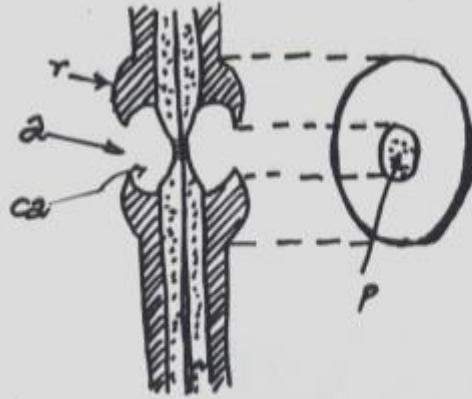
Campo primario de puntuación en vista superficial (foto MEB)



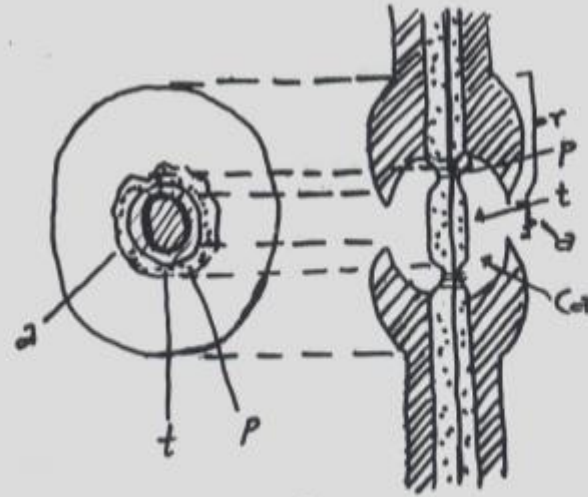
PUNTUACIONES



A
Puntuación simple

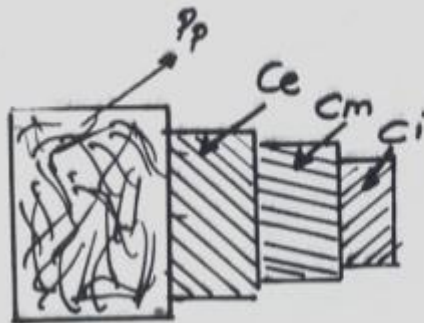
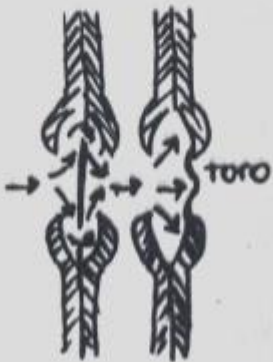


B
Areolada



C
Areolada con torus

P = plasmodesmos. r = rebordes de puntuación. t = torus. a = abertura de punt.
Ca = cámara de puntuación

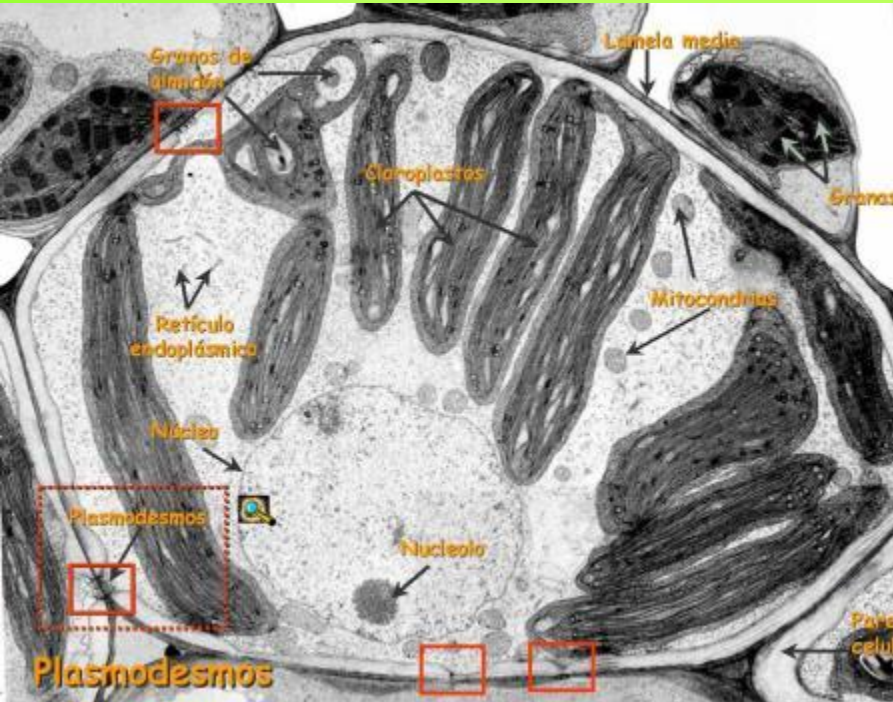


En las coníferas (gimnospermas) y algunas angiospermas (Oleaceae, Ulmaceae, Thymeleaceae) las puntuaciones areoladas presentan **toro**, un engrosamiento central secundario lignificado.

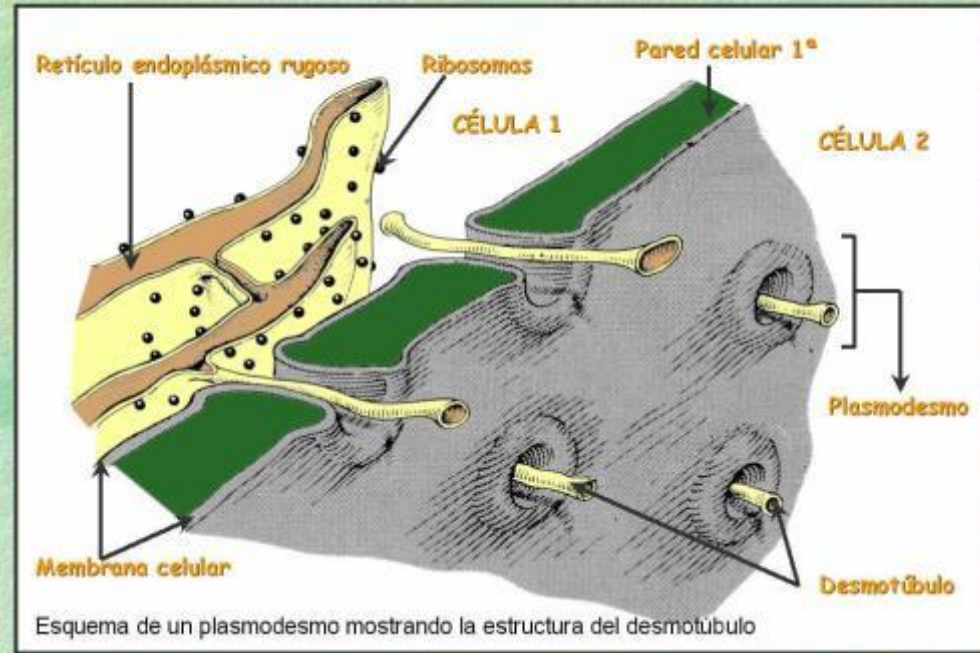
Plasmodesmos hebras citoplasmáticas que se extienden de una célula a otra a través de la pared celular

Campos primarios de puntuaciones → plasmodesmos.

Comunicaciones Intercelulares: puentes citoplasmáticos plasmodesmos, usualmente de 40 nm de diámetro. **Permiten la circulación del agua y solutos entre las células.**



Plasmodesmos: el desmotúbulo



Perforaciones

Es otro tipo de comunicación intercelular, en el que hay una interrupción de la pared primaria y laminilla media, además de la discontinuidad de pared secundaria.

Se presenta en células de los tejidos de conducción, en los vasos del xilema, donde constituyen las placas de perforación

