

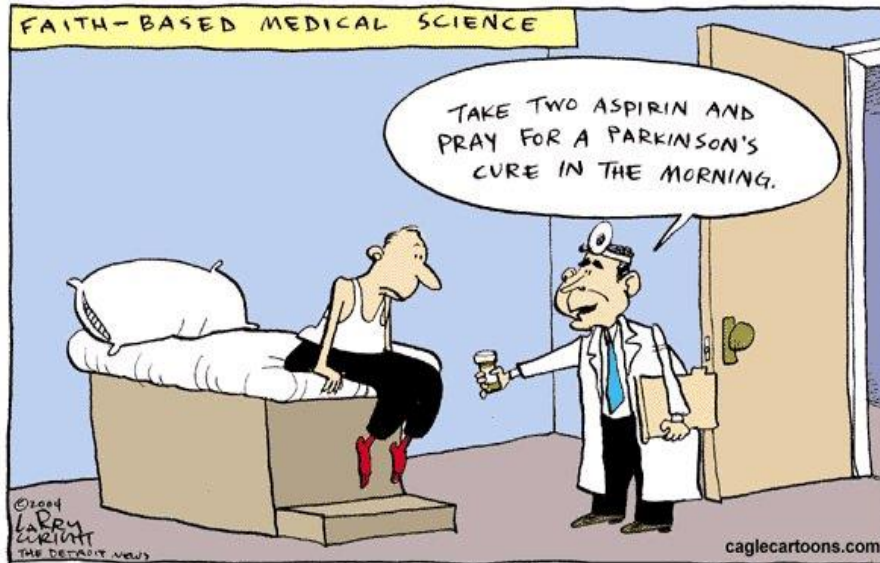


Tema 7. Biología Celular

7.2 Ultraestructura de las células



Germán Tenorio
Biología NS-Diploma BI
Curso 2016-2018



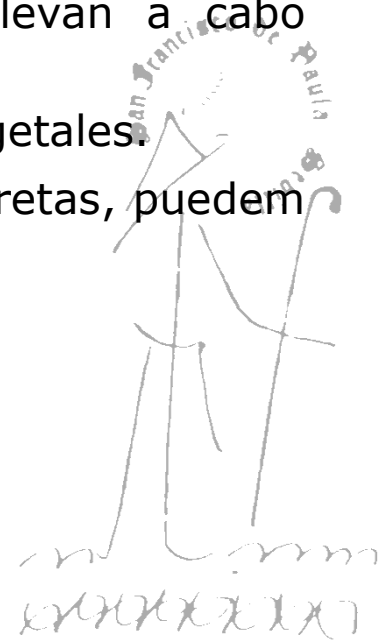
Idea Fundamental: Los eucariotas poseen una estructura celular mucho más compleja que los procariotas.





¿Qué vamos a aprender?

- Importancia del desarrollo del microscopio electrónico.
- Ultraestructura de la célula procarita.
- Los distintos componentes de la célula procariota llevan a cabo diferentes funciones.
- Las células eucariotas contienen orgánulos membranosos y no membranosos.
- Los distintos componentes de la célula eucariota llevan a cabo diferentes funciones.
- Las células eucariotas animales son diferentes a las vegetales.
- Las células que están especializadas en funciones concretas, pueden ser reconocidas al microscopio.

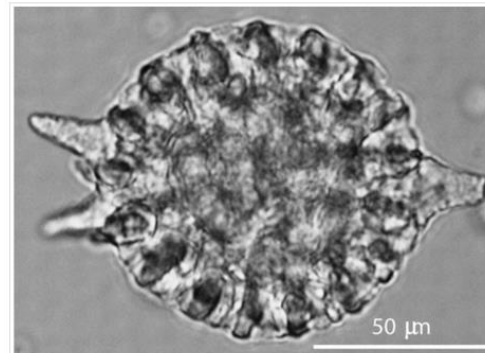




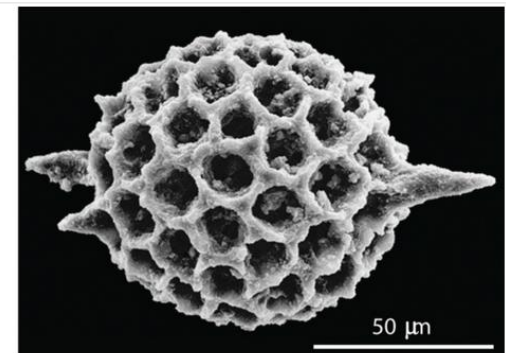
NATURALEZA CIENCIAS: Mejora en equipos y aparatos conllevan avances científicos

- Tanto las células procariotas como las eucariotas tienen un tamaño microscópico, por lo que se hace necesario el uso del microscopio para su observación.
- El microscopio óptico no puede producir imágenes claras de estructuras inferiores a $1\ \mu\text{m}$, que son la mayoría de los componentes celulares, por lo que **la invención de los microscopios electrónicos condujo a una mejor comprensión de la estructura celular.**

- El microscopio electrónico fue inventado en Alemania a comienzos del siglo XX, usándose en la investigación científica a mediados de siglo.



(a) Radiolarian under light microscope



(b) Radiolarian under electron microscope

- El microscopio electrónico permite observar estructuras de hasta $0.001\ \mu\text{m}$, es decir, mil veces más pequeñas que con el óptico.

Handwritten notes:
microscopio de
0.001 μm
XXXXXX



NATURALEZA CIENCIAS: Mejora en equipos y aparatos conllevan avances científicos

- El microscopio electrónico permitió demostrar que la estructura celular era mucho más compleja de lo que en un principio se había pensado, permitiendo distinguir la crestas mitocondriales y las granas en las mitocondrias y cloroplastos, respectivamente, no visibles al microscopio óptico.



- El microscopio electrónico permitió revelar la ultraestructura de las células, lo cual queda ilustrado con el descubrimiento de los ribosomas, lisosomas y retículo endoplásmico a partir del desarrollo del microscopio electrónico.

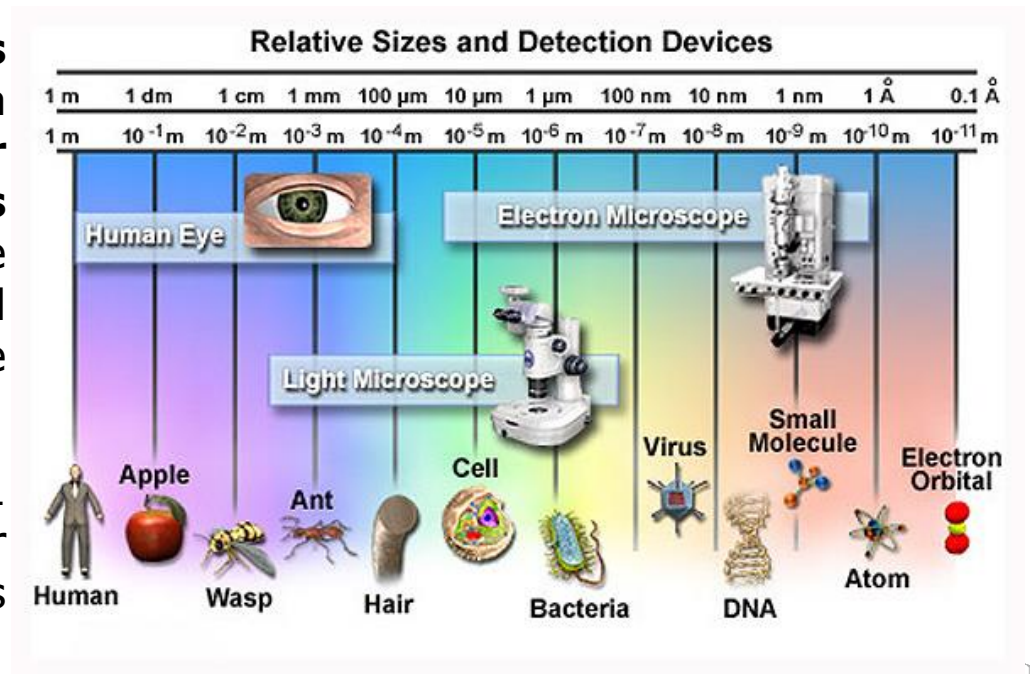


Handwritten signature and scribbles.



Resolución de los microscopios

- El ojo humano no puede distinguir dos objetos como separados si poseen un tamaño inferior a 0.1 mm (100 μm). Para ello, deben usar el microscopio.
- Se denomina **resolución** a la capacidad del ojo de distinguir dos objetos como separados. La máxima resolución del microscopio óptico es de 0.2 μm, dado que está limitado por la longitud de onda de la luz blanca.
- **Los microscopios electrónicos tienen una resolución mucho mayor que los microscopios ópticos**, dado que el haz de electrones tiene una longitud de onda mucho menor que la del visible (400-700 nm).
- Su resolución es de 0.001 μm, permitiendo visualizar la ultraestructura de las células y a los virus.



XXXXXXXXXX

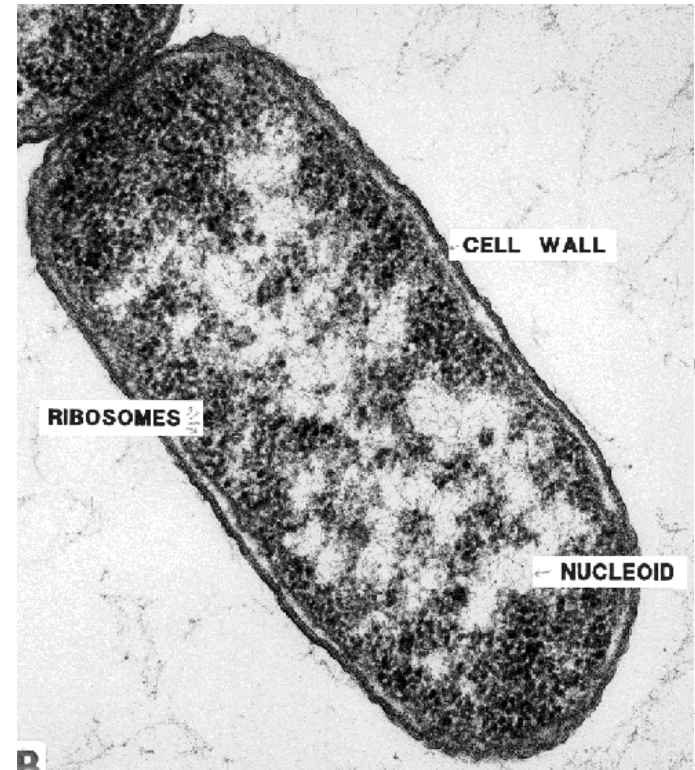


Ultraestructura de célula procariota

- **Los procariotas presentan una estructura celular simple, sin compartimentación.**
- La ultraestructura de las bacterias sólo es visible al microscopio electrónico, distinguiéndose hacia el interior:

- **Cápsula o glucocálix:** Capa viscosa formada por polisacáridos y sólo presente en algunas bacterias. Protege de la desecación, del ataque de los anticuerpos y virus, y de la fagocitosis por los leucocitos.

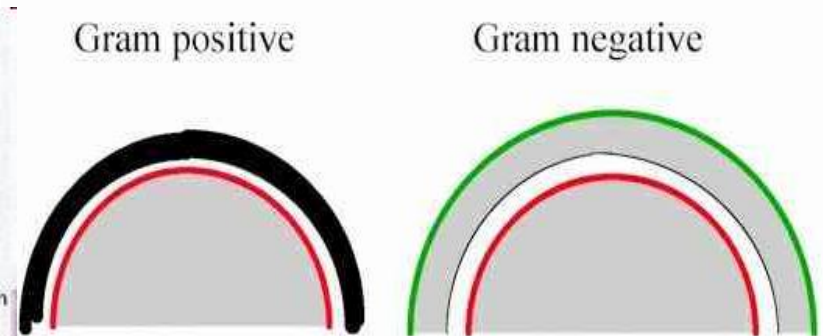
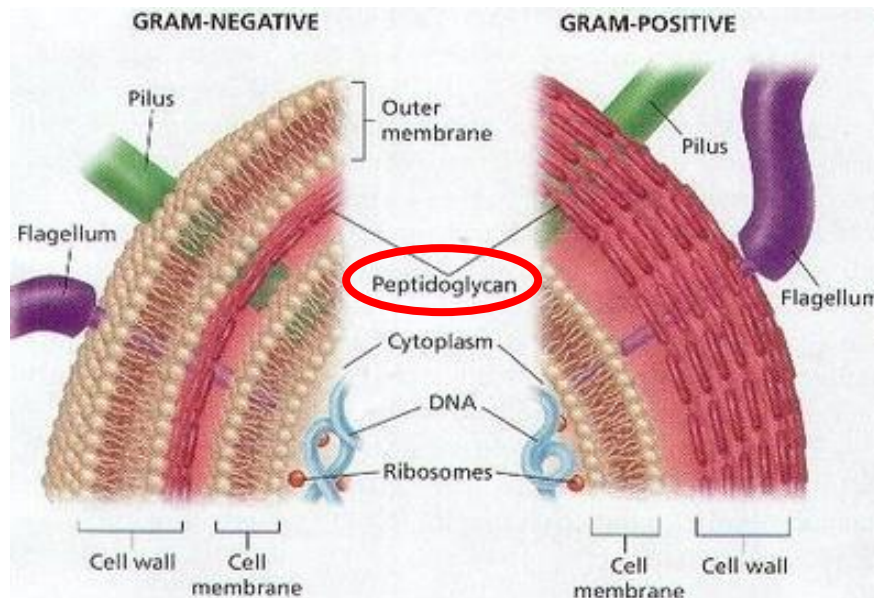
- **Pared celular:** Responsable de la rigidez de la célula, la protege de una rotura osmótica en medios acuosos.





Ultraestructura de célula procariota

- Las bacterias Gram - tienen una pared celular mucho más compleja que las Gram +.
- El peptidoglucano es un polímero formado de azúcares unidos a polipéptidos que actúa como una gigante red molecular protectora.
- La diferencia entre ambos tipos de bacterias es la cantidad de peptidoglucano, teniendo las Gram + mayor cantidad (80% de la pared) de peptidoglucano que las Gram - (20% de la pared).



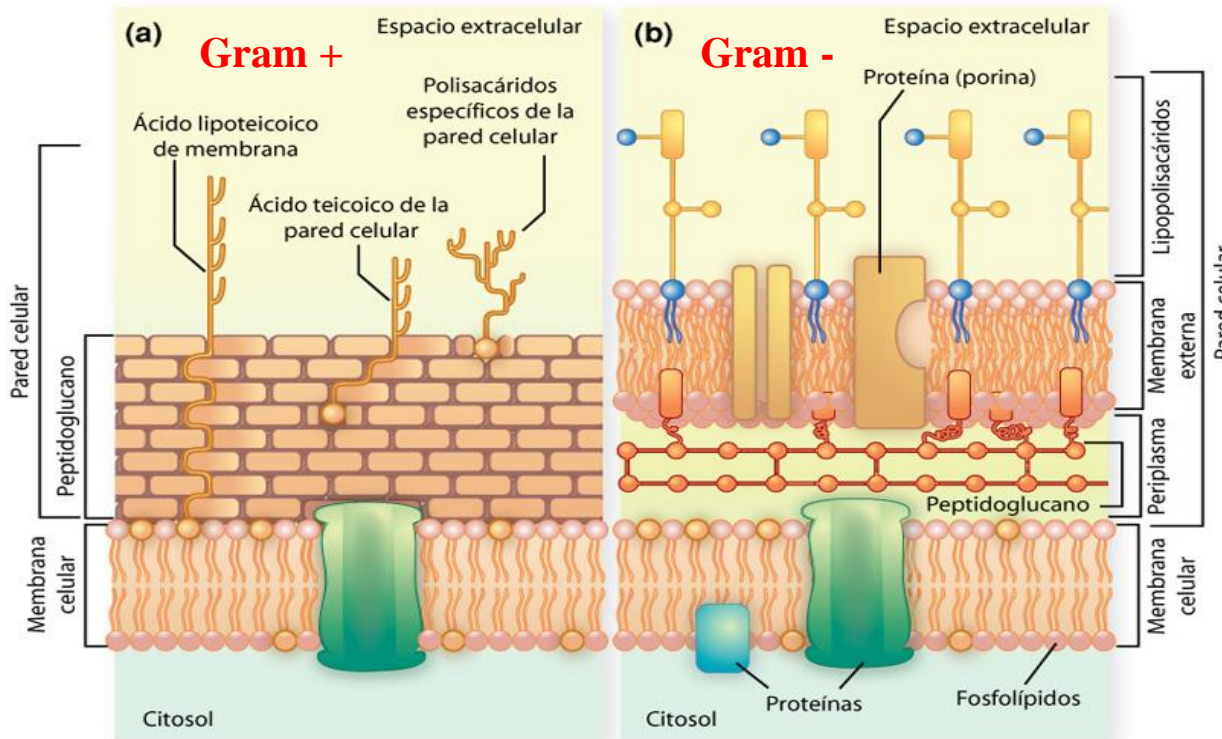
Red: cell membrane
Black: peptidoglycan
Green: Outer membrane

XXXXXXXXXX



Ultraestructura de célula procariota

- Las bacterias Gram + tienen una pared celular formada únicamente por una gran cantidad de peptidoglucano.
- Las bacterias Gram - tienen una pared celular formada por una delgada capa de peptidoglucano y una membrana externa con lipopolisacáridos (exclusivos de bacterias) responsables de la resistencia a bactericidas.



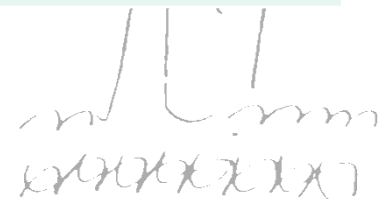
- ¿Contra cuál tipo de bacteria son más eficaces los antibióticos?





Ultraestructura de la célula procariota

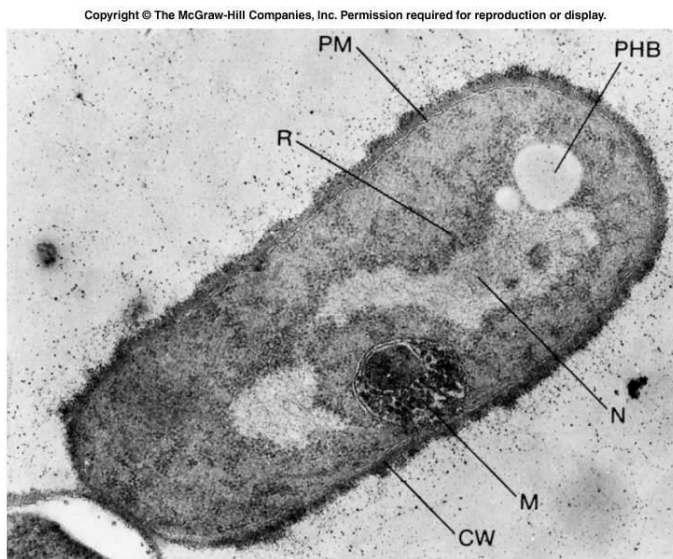
Pared celular	Bacteria Gram +	Bacteria Gram -
Estructura	Simple	Compleja
Cantidad de peptidoglucano	Mucha	Poca
Localización peptidoglucano	Exterior de la membrana celular	Entre membrana celular y membrana externa
Membrana externa	Ausente	Presente con polisacáridos unidos





Ultraestructura de célula procariota

- **Membrana plasmática:** Al igual que la de células eucariotas, está formada por una bicapa lipídica, pero a diferencia de las eucariotas, carece de esteroides.
- **Invaginaciones de la membrana:** Son zonas donde la membrana se repliega, aumentando su superficie, lo que permite una mayor actividad metabólica. Por ejemplo, en las bacterias fotosintéticas, esos repliegues contienen los enzimas fotosintéticos. Las principales invaginaciones son:



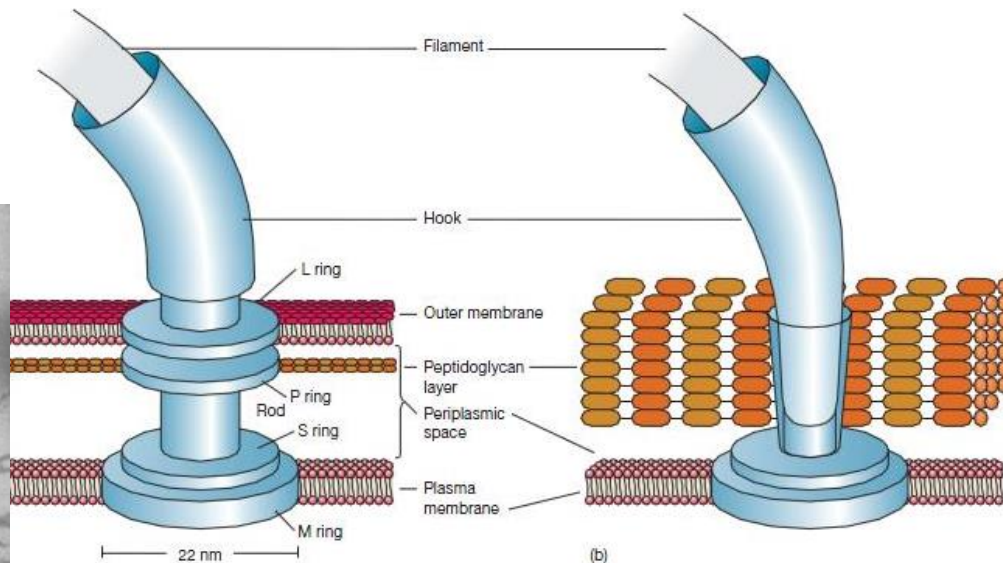
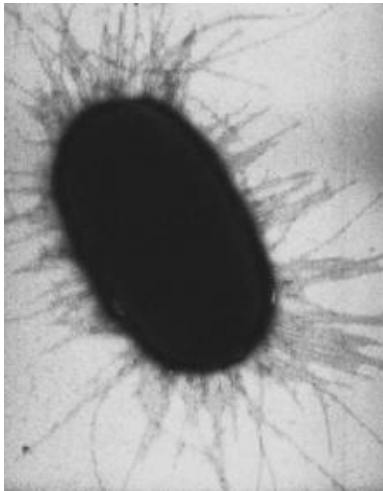
* **Mesosomas:** En ellos se localizan sistemas enzimáticos responsables de la formación de la pared, replicación y distribución del ADN durante la división celular, etc.





Ultraestructura de la célula procariota

* **Flagelos:** Apéndice largos y finos que realizan un movimiento de rotación para permitir el desplazamiento de la bacteria por el medio. Están formados por muchas unidades de la proteína **flagelina**, que en la base se anclan al citoplasma mediante un ensanchamiento llamado corpúsculo basal.

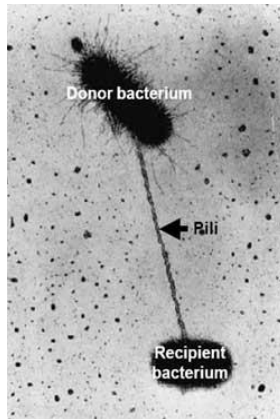


* **Fimbrias:** Filamentos proteicos más cortos y numerosos que los flagelos y que no intervienen en el movimiento, sino que favorecen la adherencia a otras células o superficies.

Handwritten notes:
muy comunes
en bacterias

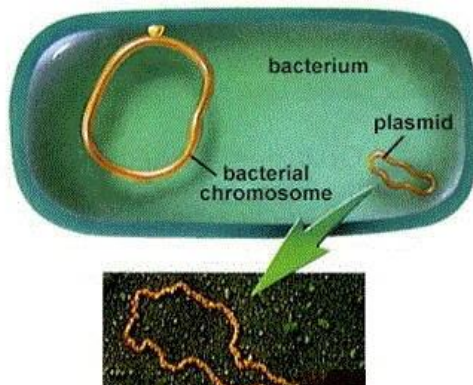


Ultraestructura de la célula procariota



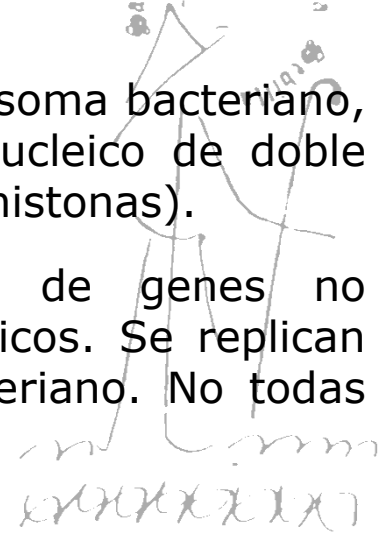
* **Pili:** Apéndices huecos semejantes a las fimbrias, pero más anchos y largos que intervienen en el intercambio de ADN durante la conjugación.

- **Citoplasma:** Matriz compuesta de agua (70%) y proteínas en la que ocurren la mayor parte de las reacciones vitales. Carece de orgánulos limitados por membrana, pero contiene:



* **Nucleoide:** Zona que contiene el cromosoma bacteriano, constituido por una molécula de ácido nucleico de doble cadena desnudo (no asociado a proteínas histonas).

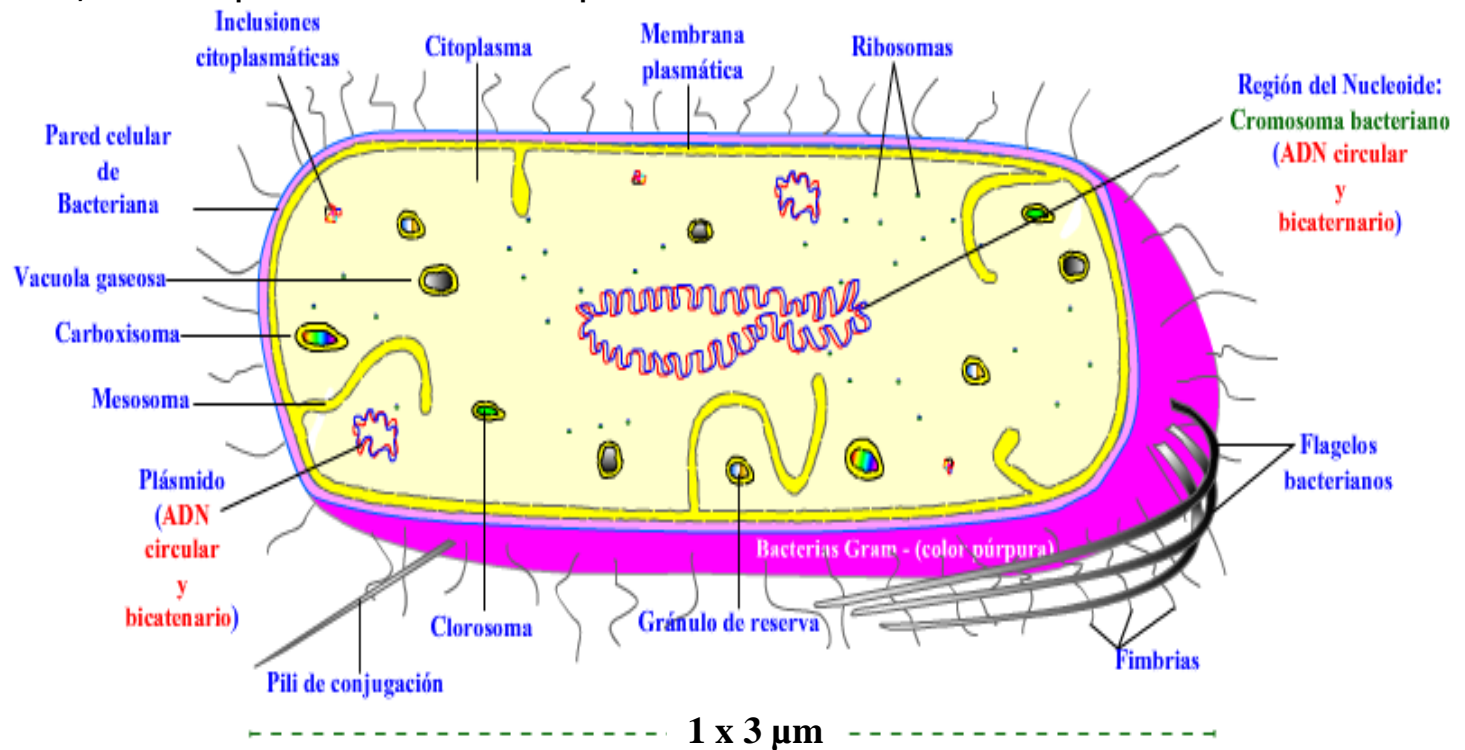
* **Plásmidos:** ADN circular portador de genes no esenciales, como la resistencia a antibióticos. Se replican independientemente del cromosoma bacteriano. No todas las bacterias lo poseen.





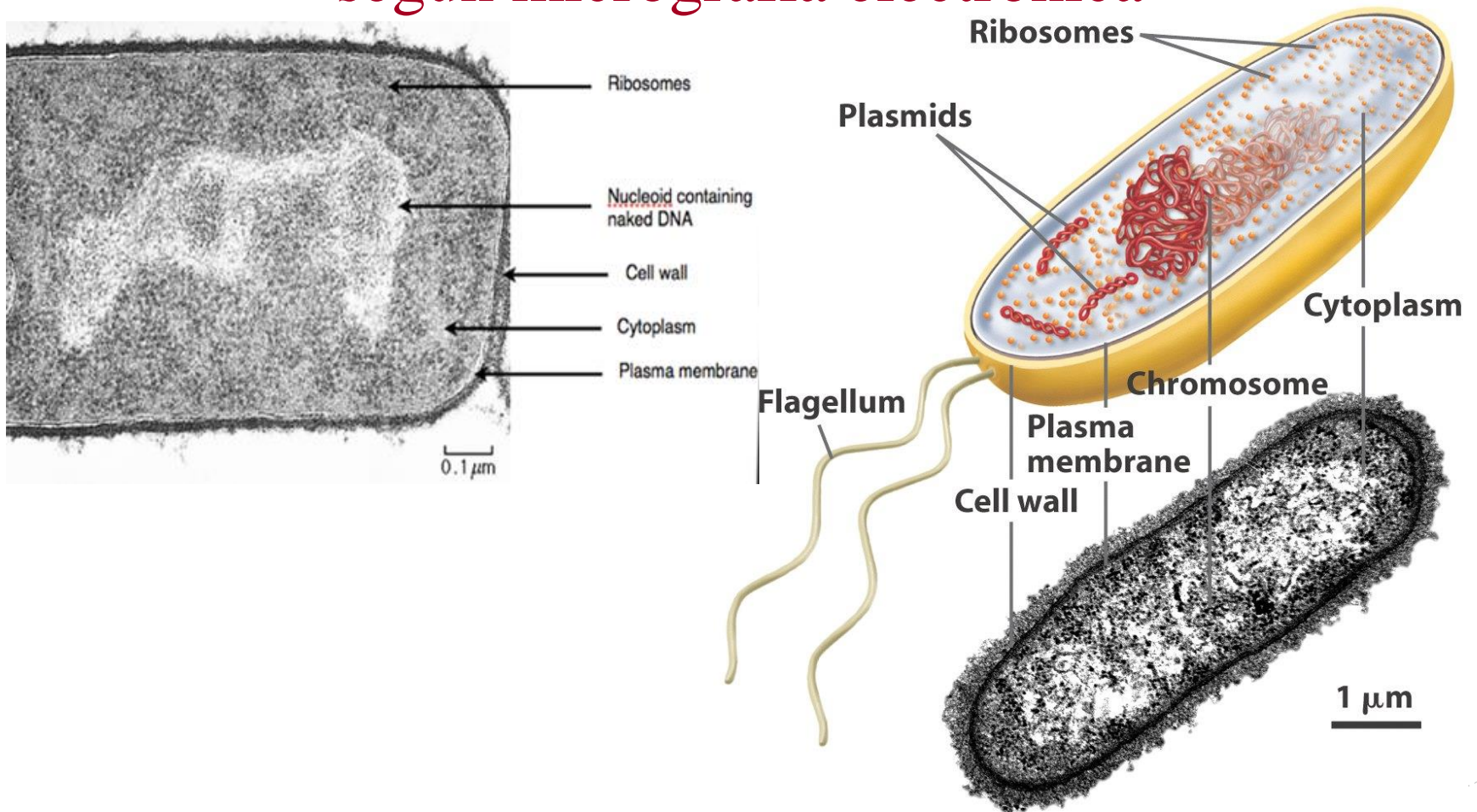
HABILIDAD: Dibujo ultraestructura procariotas según micrografía electrónica

- * **Ribosomas 70S:** Pequeños orgánulos formados por dos subunidades (30S + 50S) responsables de la síntesis de proteínas.
- * **Inclusiones:** Gran variedad de gránulos que son depósitos de sustancias de reserva, como polisacáridos o lípidos.



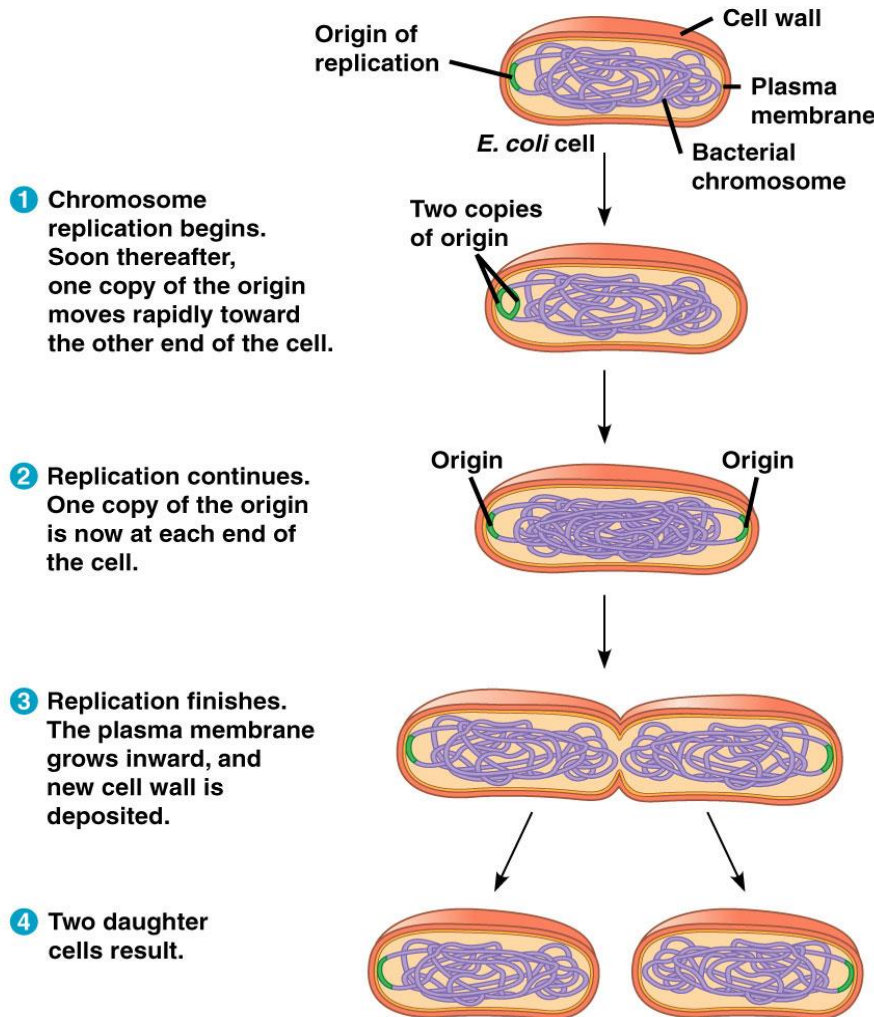


HABILIDAD: Dibujo ultraestructura procariotas según micrografía electrónica

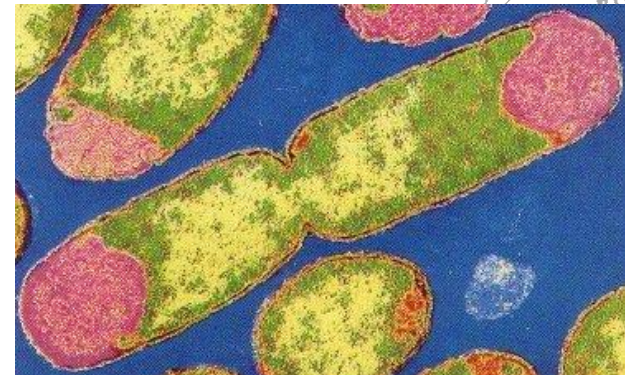




APLICACIÓN: Reproducción asexual en procariontas



- **Los procariontas se dividen por bipartición o fisión binaria**, una vez ocurrida la replicación del ADN.
- La membrana plasmática se invagina y la pared bacteriana crece hasta formar un tabique transversal que divide a las dos bacterias.
- En condiciones normales pueden dividirse cada 20 minutos, lo que les permite adaptarse rápidamente a cambios en el ambiente.

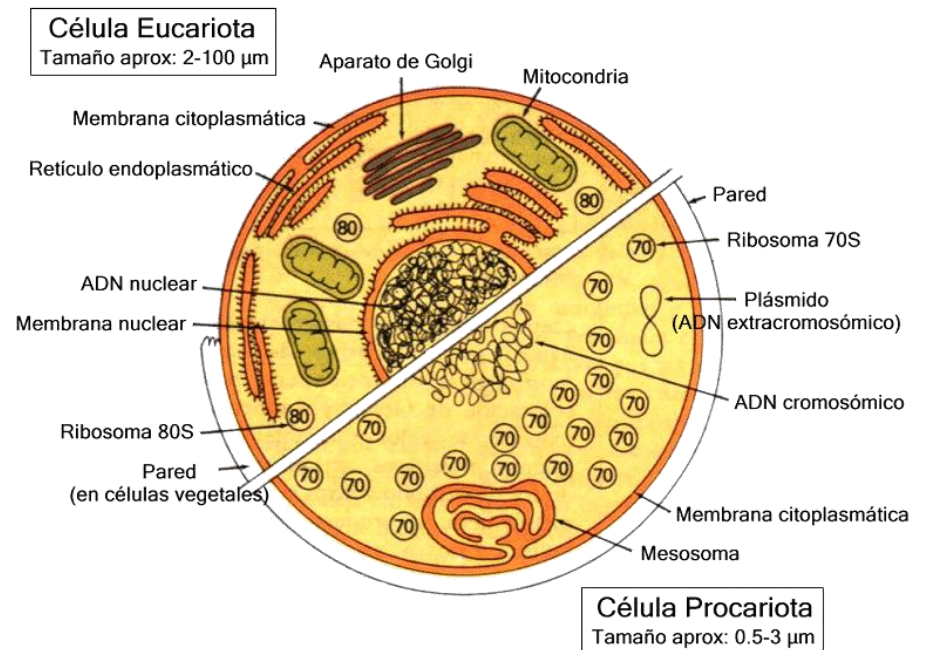




Ultraestructura de la célula eucariota

- Excepto el reino Moneras (bacterias y arqueobacterias), el resto de los seres vivos (los demás reinos) presentan una organización celular eucariota.
- **Los eucariotas presentan una estructura celular compartimentada.** Varias son las ventajas de esta compartimentalización:

- Las enzimas y los sustratos para un proceso en particular pueden estar mucho más concentrados que si estuvieran esparcidos por todo el citoplasma.
- Las condiciones ideales para un determinado proceso, como el pH, pueden ser mantenidas constantes y diferentes.
- Las sustancias que puedan causar daño a la célula, como las enzimas hidrolíticas de los lisosomas, están controladas dentro de un orgánulo rodeado de una membrana.



Handwritten notes:
m. l. l. m.
xxxxxxx



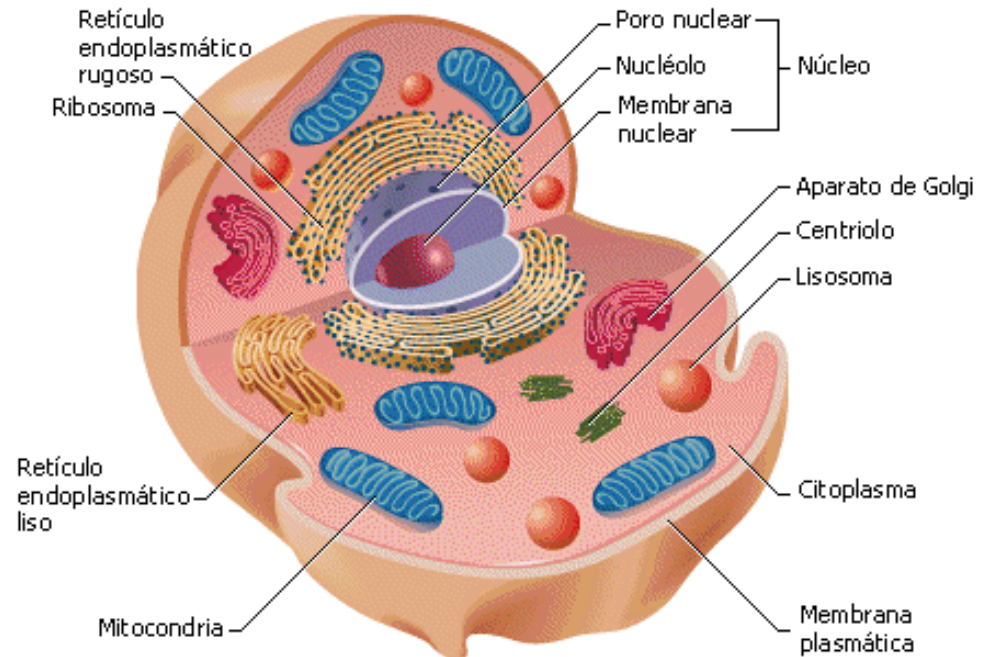
Ultraestructura de la célula eucariota

- Hay dos tipos principales de células eucariotas: la célula animal y la vegetal, pero ambos se caracterizan por poseer:

- **Citoplasma celular**, que contiene los orgánulos, enzimas y solutos en disolución, y que está formado por un entramado de filamentos proteicos (citoesqueleto).

- Complejo **sistema interno de membranas** constituido por el retículo endoplásmico, conectado con la doble membrana nuclear, y el complejo de Golgi. Otros orgánulos membranosos son las vacuolas, los lisosomas, las mitocondrias y los cloroplastos.

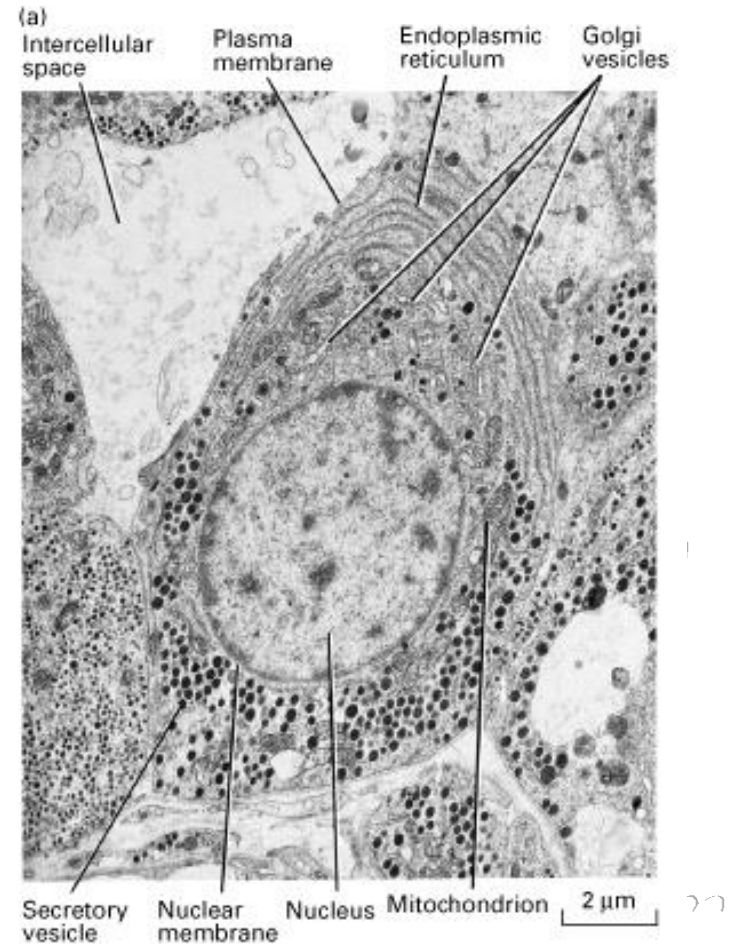
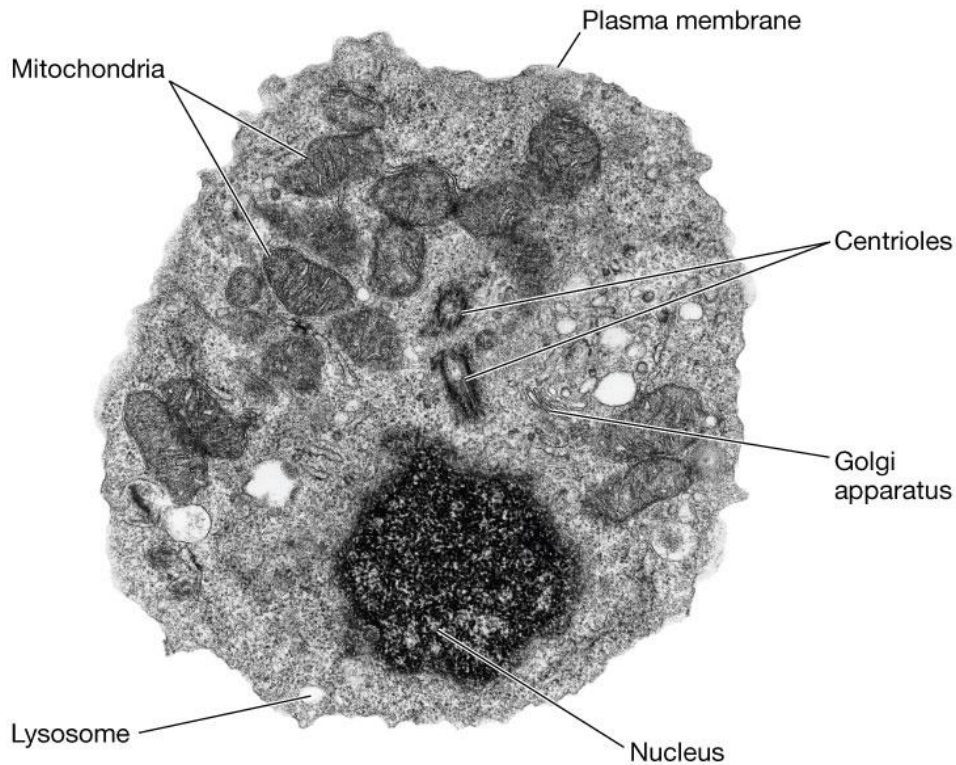
- **Núcleo** delimitado por una doble membrana con ADN en su interior asociado a proteínas histonas.



XXXXXXXXXX



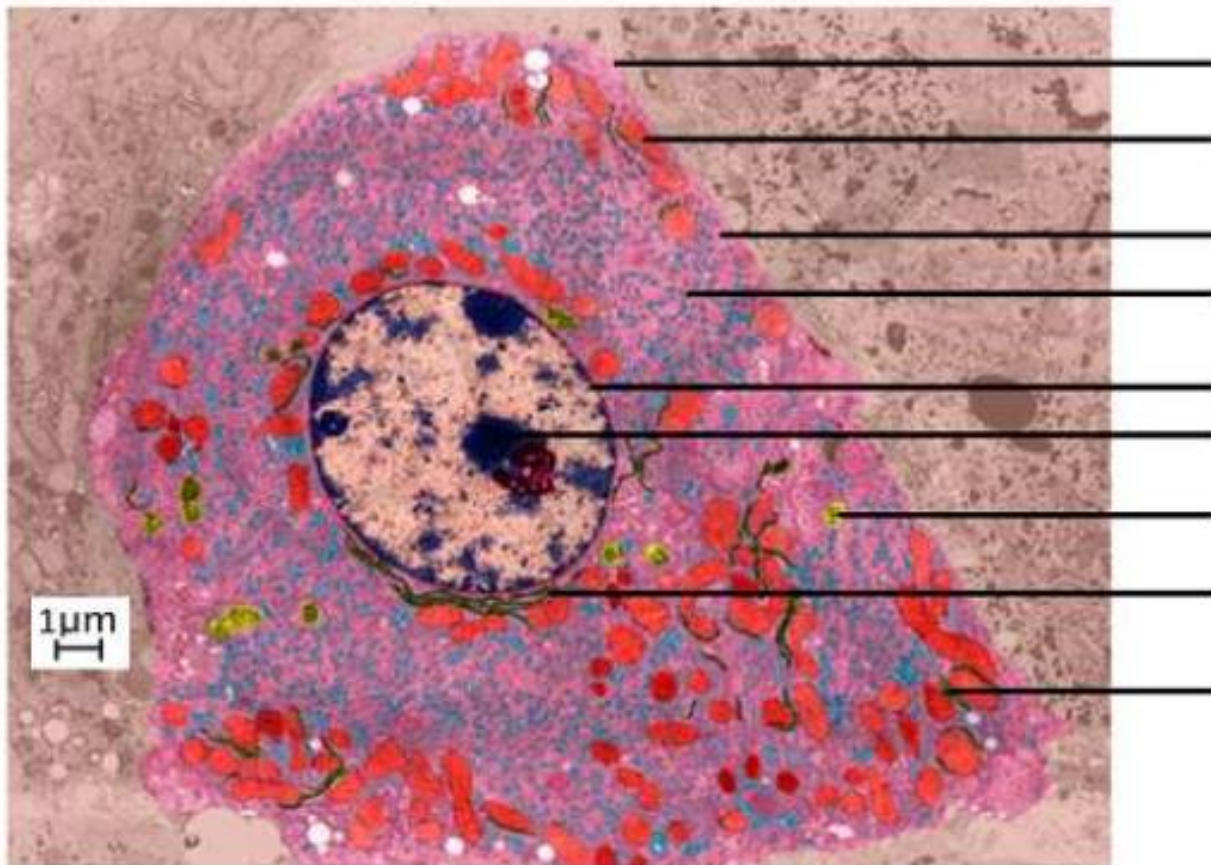
HABILIDAD: Dibujo ultraestructura eucariotas según micrografía electrónica



x r r r r r r r r r r



HABILIDAD: Dibujo ultraestructura eucariotas según micrografía electrónica

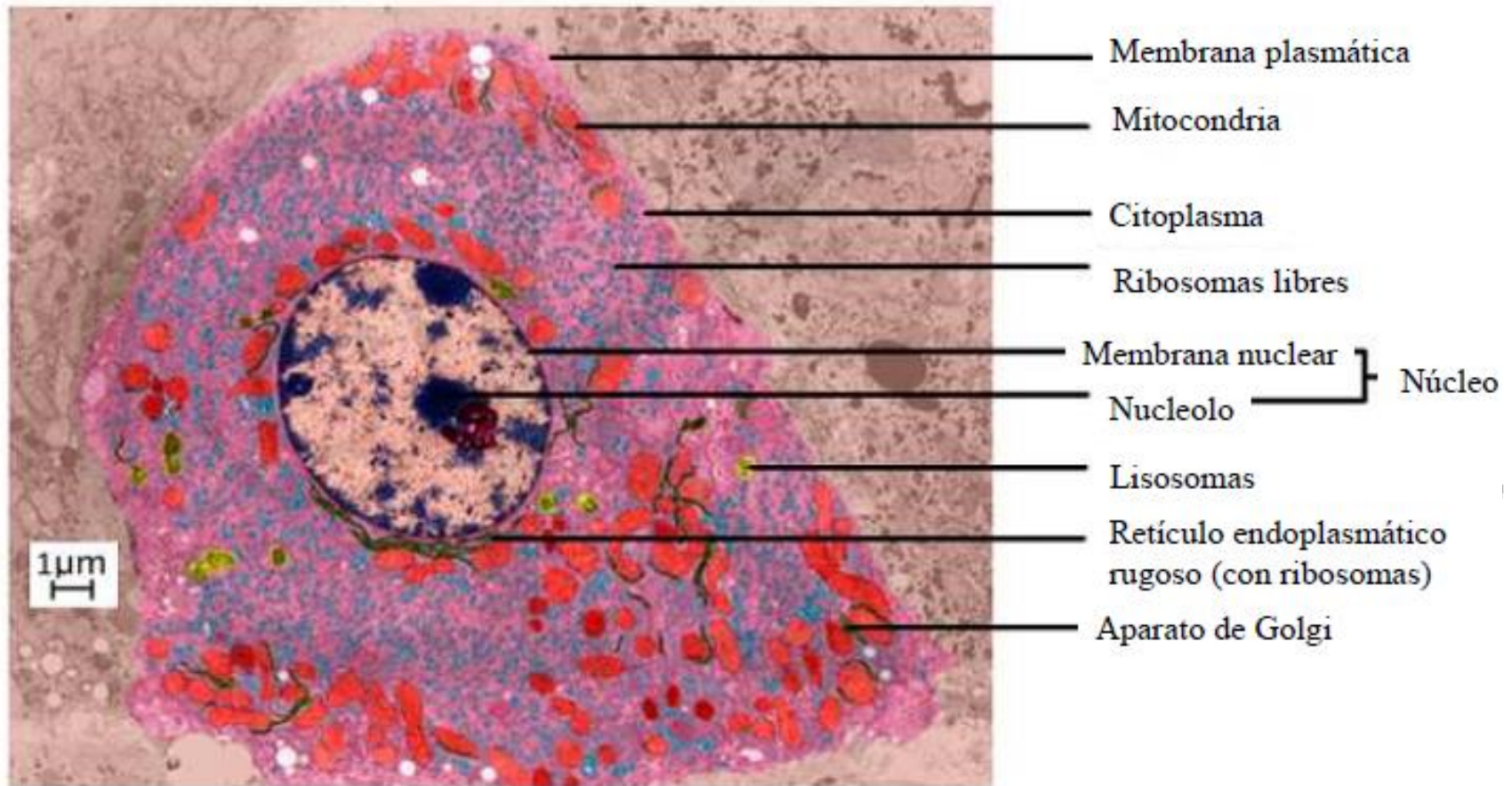


Liver Cell (TEM x9,400)

XXXXXXXXXX



HABILIDAD: Dibujo ultraestructura eucariotas según micrografía electrónica

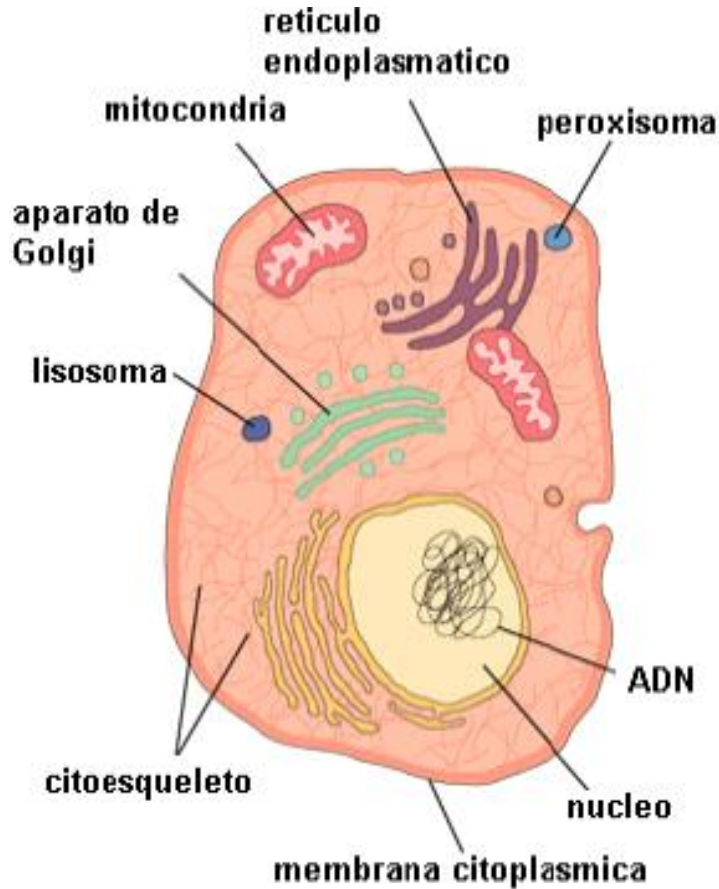


Liver Cell (TEM x9,400)

x r r r r r r r r r r r

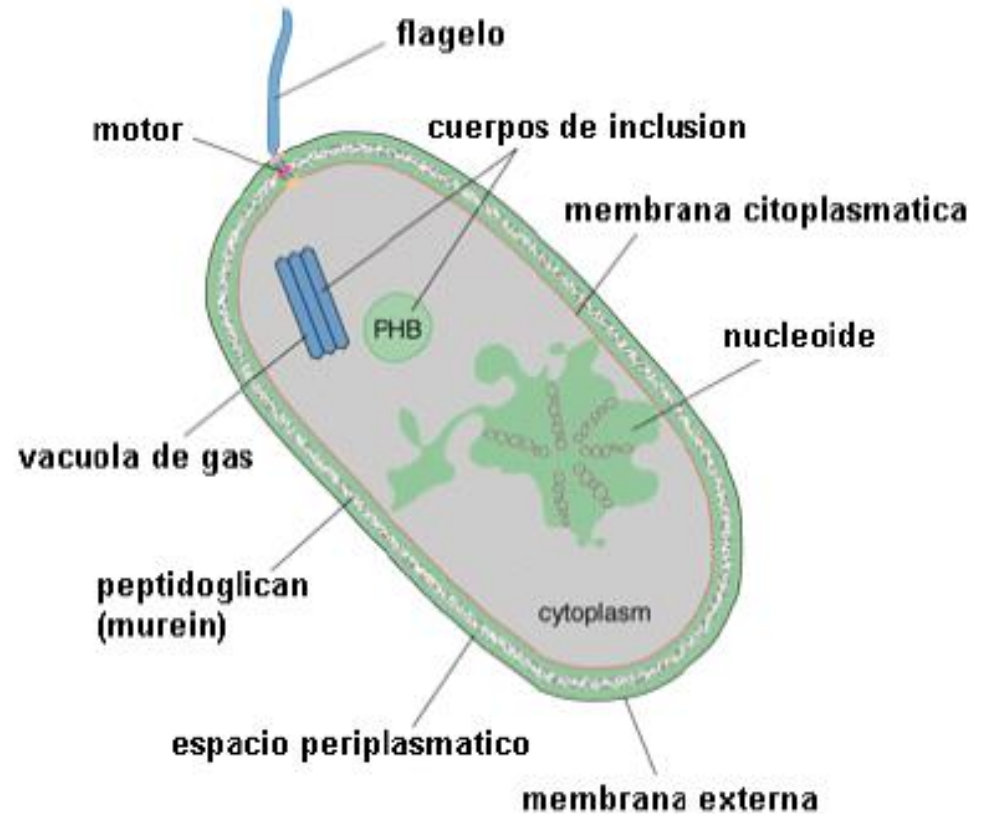


Comparación célula procariota y eucariota



CELULA EUCARIOTA

10-100 μm



CELULA PROCARIOTA

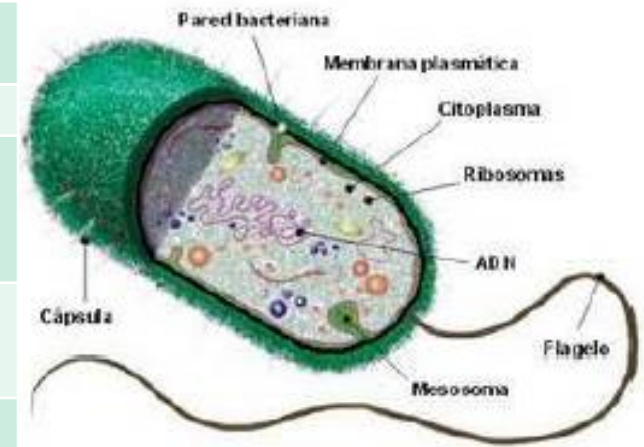
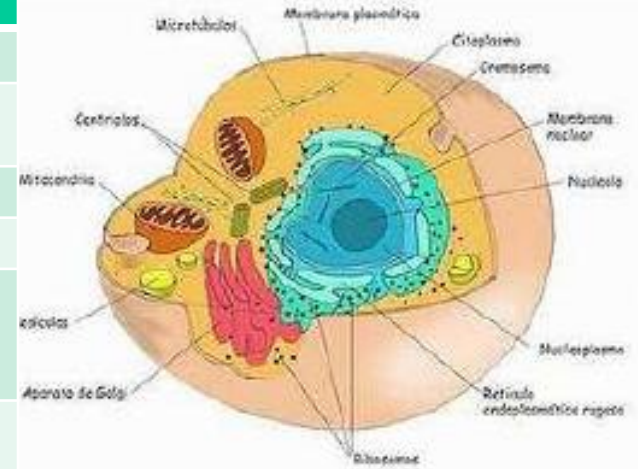
0,1-10 μm

x r r r r r r r r r r r



Comparación célula procariota y eucariota

Característica	Célula procariota	Célula eucariota
Núcleo	No	Sí (membrana nuclear doble)
Organismos	Moneras (bacterias y arqueobacterias)	Protoctistas, hongos, vegetales y animales
Tamaño célula	1-10 μm	10-100 μm
Metabolismo	Anaerobio/aerobio	aerobio
ADN	Único circular no asociado a histonas + plásmidos	Lineal en varias moléculas asociado a histonas y organizado en cromosomas
ARN y proteínas	Ambos sintetizados en citoplasma	ARN sintetizado en núcleo y proteínas en citoplasma
Orgánulos membranosos	No, salvo inclusiones	Sí
Ribosomas	70S (50S + 30S)	80S (60S + 40S)
Citoplasma	Citoesqueleto poco estructurado	Citoesqueleto más complejo formado de microtúbulos, microfilamentos y filamentos intermedios.
Pared celular	Sí (con peptidoglucano)	Sí en algunos protistas, en vegetales (celulosa) y hongos (quitina)
División celular	Bipartición	Mitosis
Organización celular	unicelular	Principalmente pluricelular



Animación1

[Escritura manuscrita]



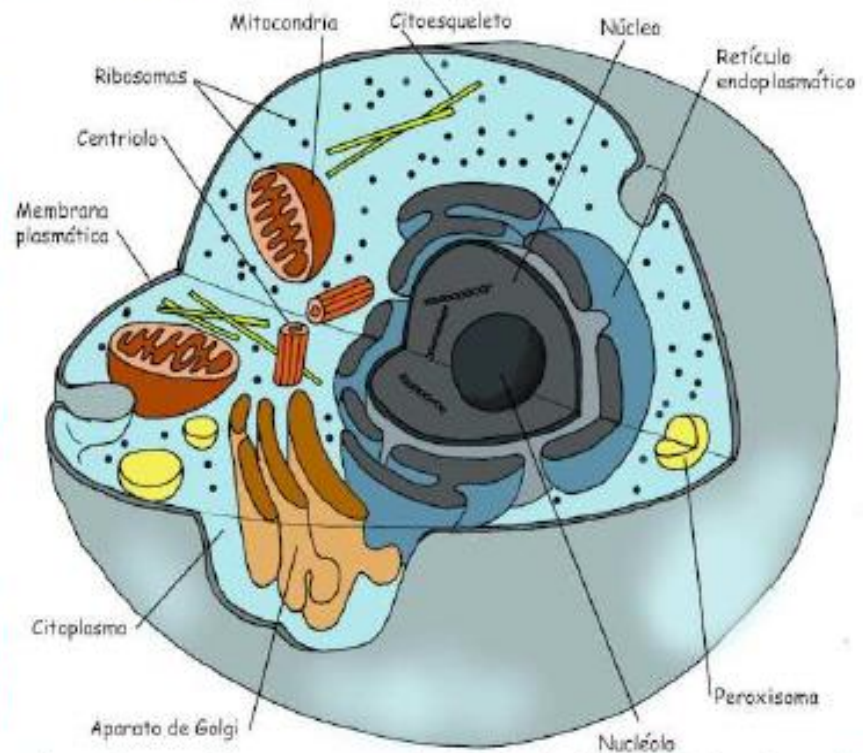
Célula eucariota animal

- Célula de gran complejidad y actividad metabólica.

- La información genética se almacena en las moléculas de ADN asociadas a histonas, formando la cromatina, localizada en el **núcleo**, separado del citoplasma por la envoltura nuclear. La división celular supone la división del núcleo por mitosis, condensándose la cromatina en forma de **cromosomas**, y la del citoplasma (**citocinesis**).

- El citoplasma presenta un sistema de endomembranas que forman estructuras como el retículo endoplásmico, el aparato de Golgi o los lisosomas.

- Esta organización produce una serie de compartimentos celulares diferentes que permiten la separación de procesos metabólicos.

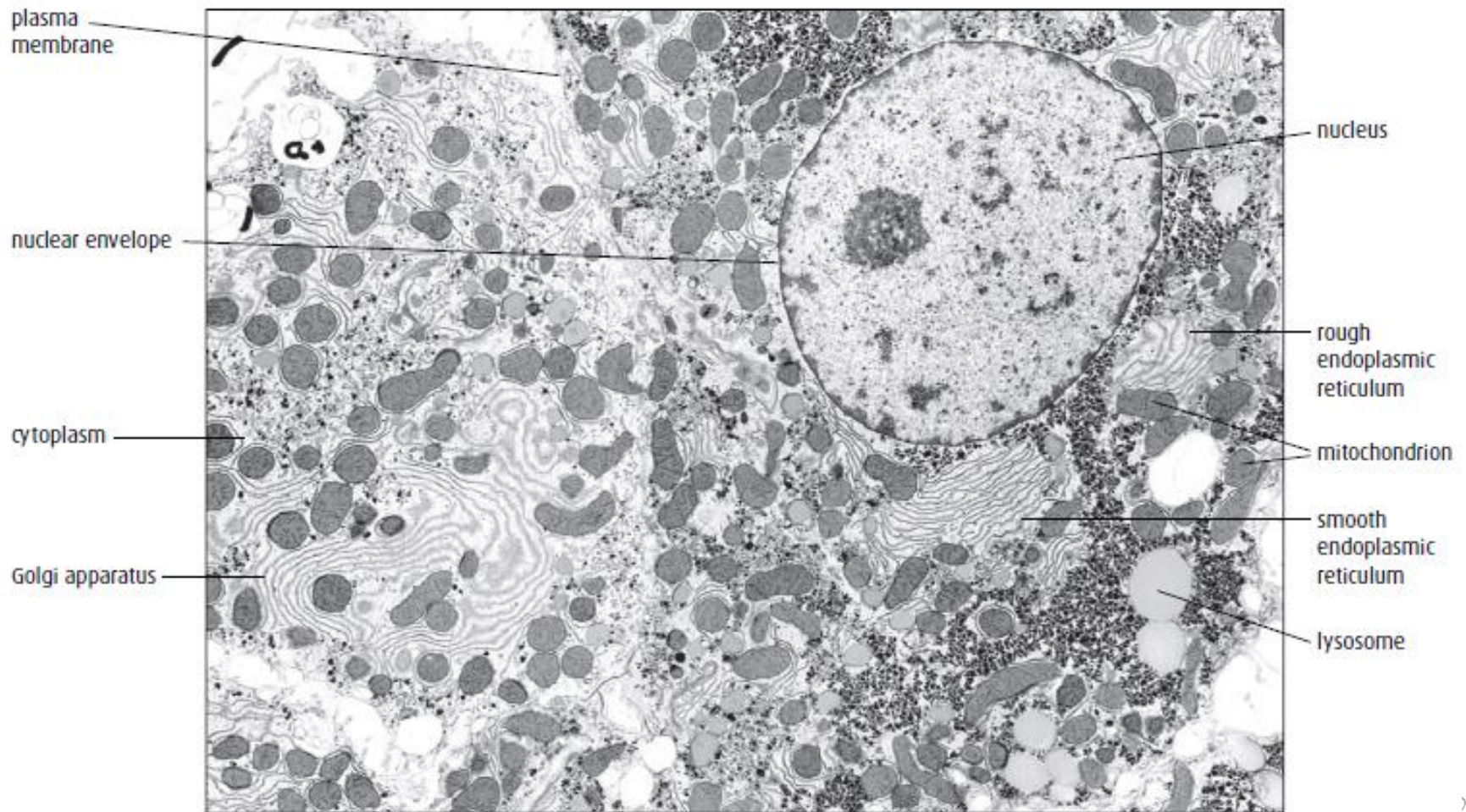


Animación2

x r r r r r r r r r r



Célula eucariota animal

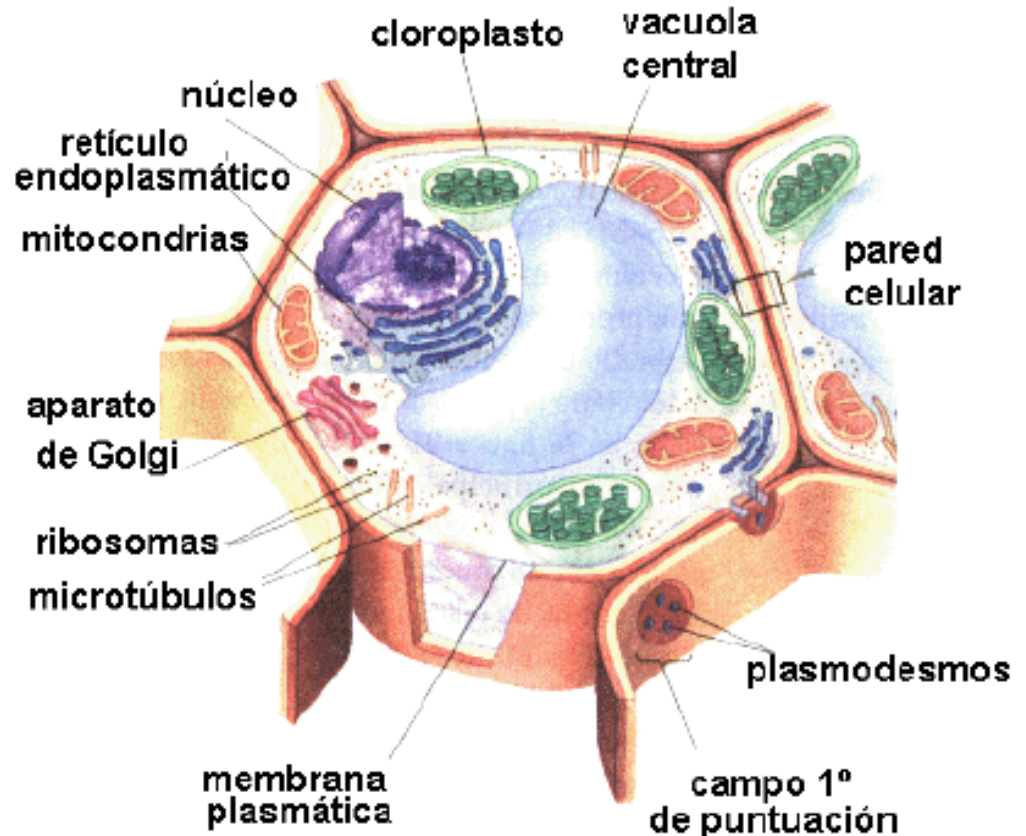


Handwritten signature or initials in the bottom right corner.



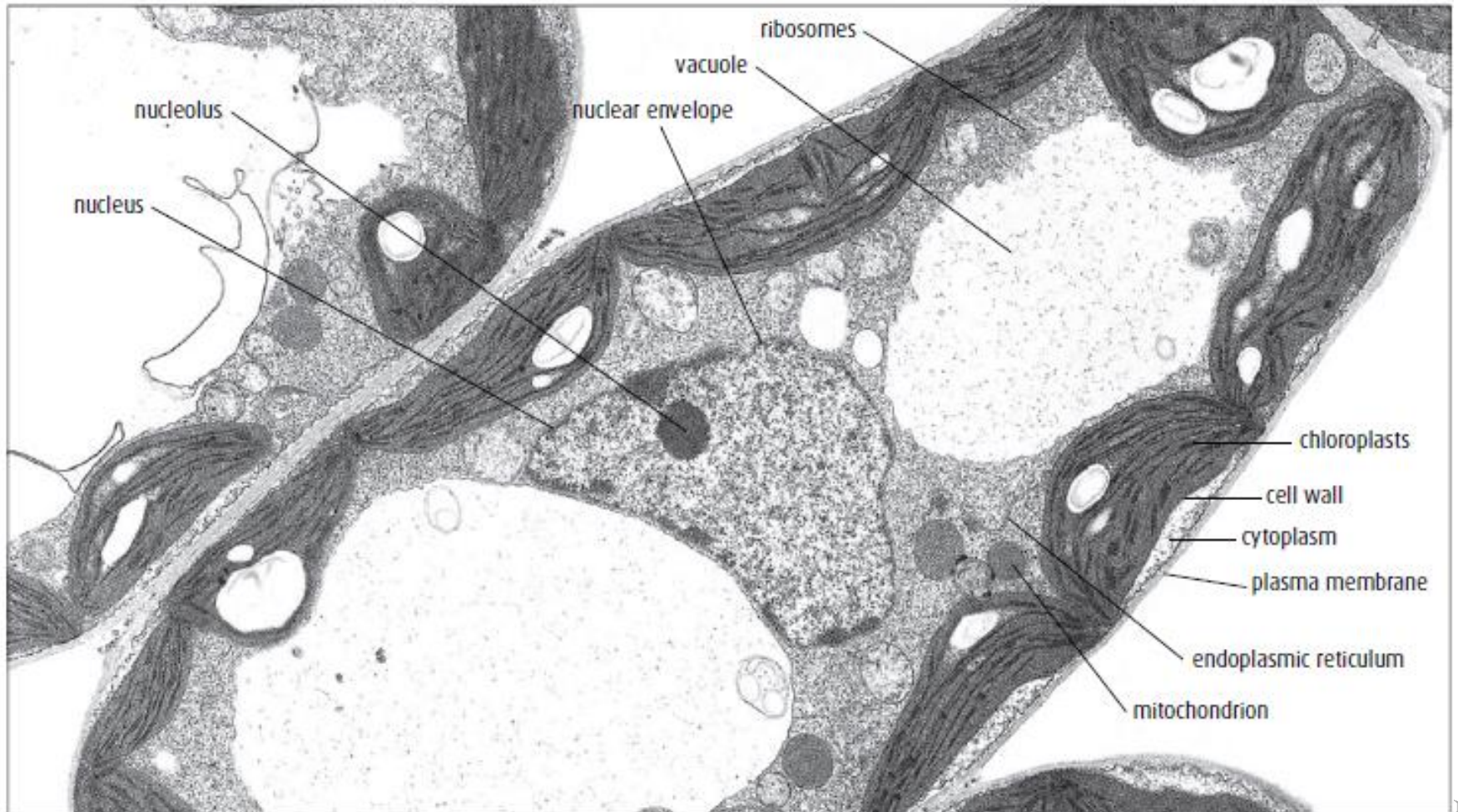
Célula eucariota vegetal

- Su estructura es semejante a la animal, pero presenta orgánulos exclusivos, como son **cloroplastos**, responsables de la fotosíntesis, o los **glioxisomas**.
- Tienen sistema vacuolar muy desarrollado (grandes **vacuolas**) y una membrana de secreción, la **pared celular**, que da soporte y protección a los tejidos vegetales.
- Los **plasmodesmos** son unidades continuas de citoplasma que atraviesan las paredes celulares comunicando una célula con otra.





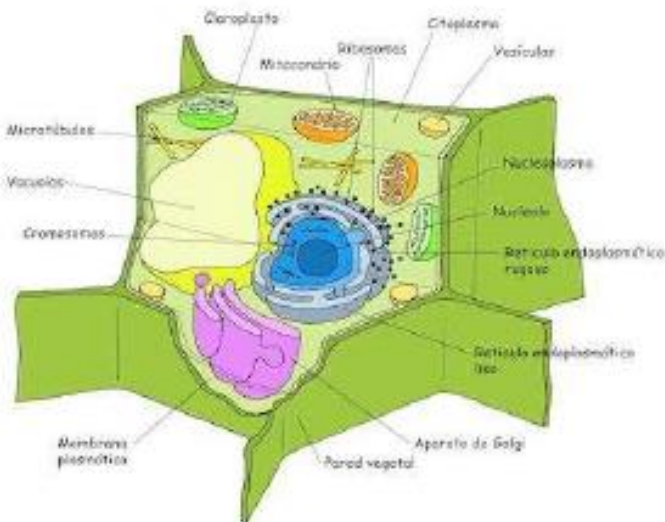
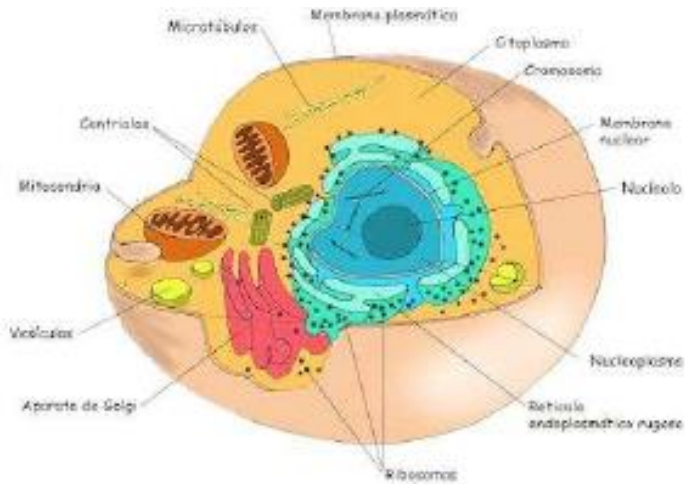
Célula eucariota vegetal



XXXXXXXXXX



Comparación célula animal y vegetal



Célula vegetal	Célula animal
Morfología rectangular fija	Morfología redondeada variable
Presenta cloroplastos	Sin cloroplastos
Pared celular de celulosa	Sin pared celular
Sin centriolos	Presenta centriolos
Mitosis anastral (sin áster)	Mitosis astral (con áster)
Citocinesis con pared celular formada por Golgi	Citocinesis con surco de división por estrangulamiento
Sin colesterol en su membrana	Presentan colesterol en su membrana
Sistema vacuolar muy desarrollado (una gran vacuola central)	Sistema vacuolar poco desarrollado
Sin cilios ni flagelos	Pueden tener cilios y flagelos
Almacenan almidón	Almacenan glucógeno
Presenta glioxisomas	Sin glioxisomas
Sin microvellosidades ni desmosomas	Pueden tener ambos
Presenta plasmodesmos	Sin plasmodesmos



APLICACIÓN: Estructura y función de los orgánulos de células pancreáticas y del mesófilo en empalizada

- La **estructura y función de los orgánulos** se pondrá de manifiesto usando como ejemplo los **de las células de glándulas exocrinas del páncreas y de las células del mesófilo en empalizada de las hojas**.
- En el páncreas existen dos tipos de células glandulares, las endocrinas, que secretan hormonas a la sangre, y las exocrinas, que secretan enzimas digestivas al interior del tubo digestivo.
- Las enzimas son proteínas que deben sintetizarse y liberarse al exterior celular atravesando la membrana, por lo que las células exocrinas deben poseer todos los orgánulos necesarios, como son el núcleo, mitocondria, RER, Golgi, vesículas y membrana plasmática.

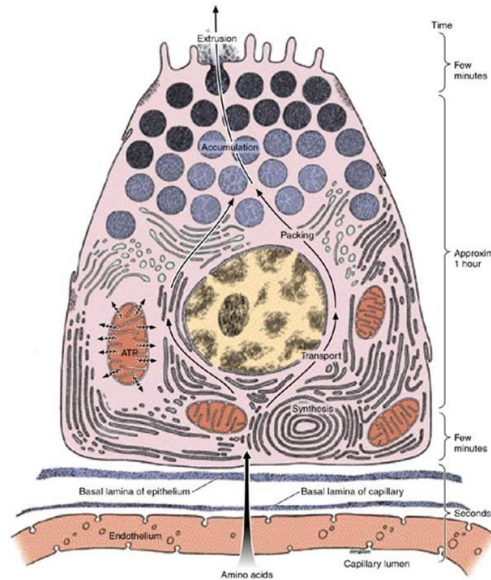
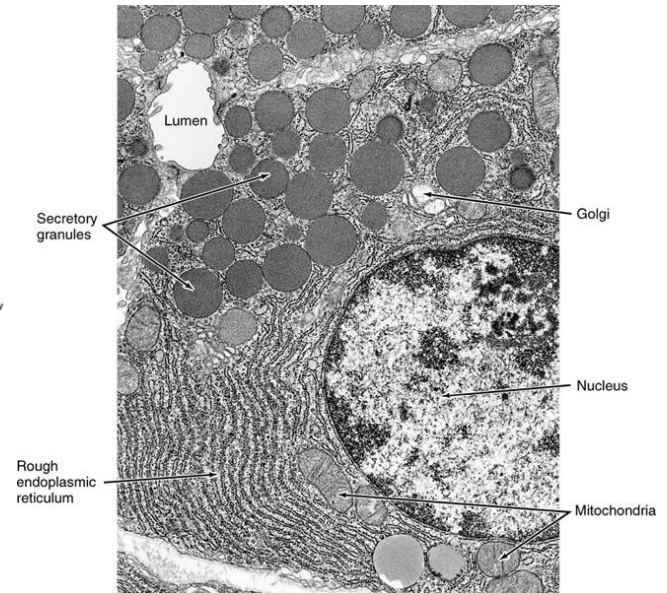


IMAGEN:intranet.tdmu.edu.ua

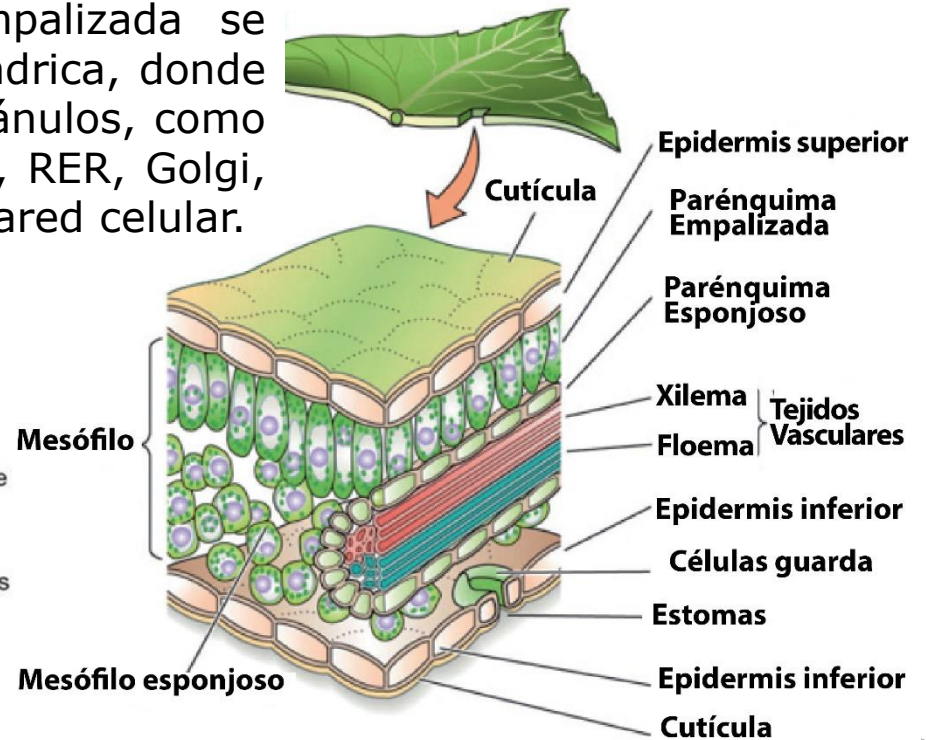
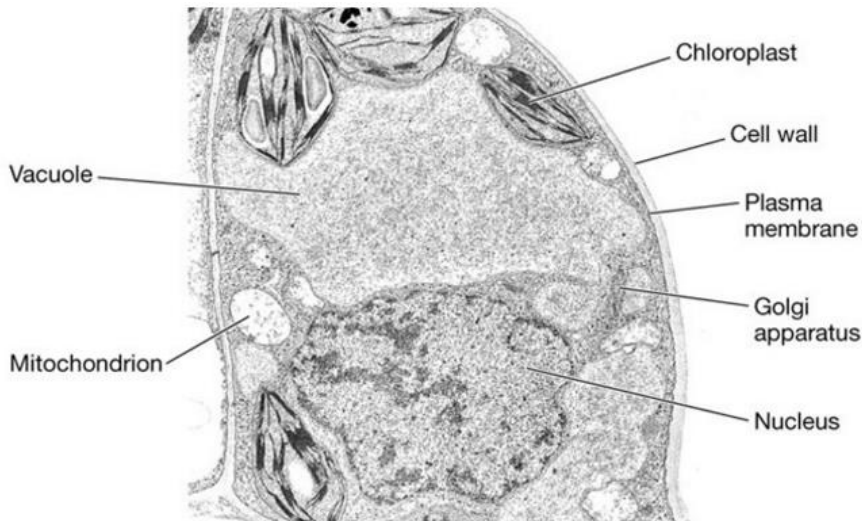


Handwritten notes:
m linn
xxxxxxx



APLICACIÓN: Estructura y función de los orgánulos de células pancreáticas y del mesófilo en empalizada

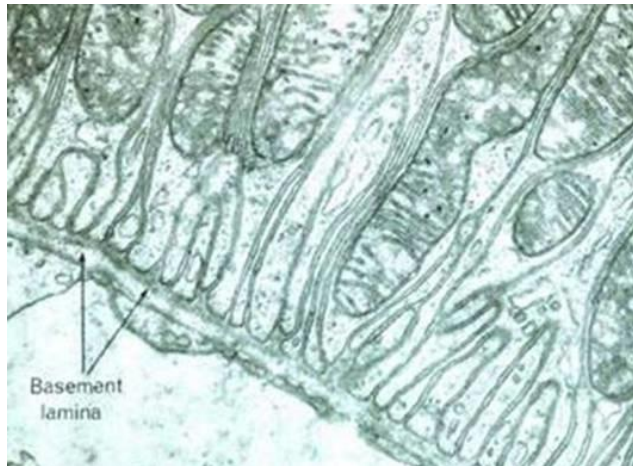
- La fotosíntesis se realiza en las hojas, pero no todas las células de la hoja la realizan. La fotosíntesis va a ser realizada mayoritariamente por las células del mesófilo en empalizada.
- Las células del mesófilo en empalizada se caracterizan por poseer estructura cilíndrica, donde pueden distinguirse diferentes orgánulos, como el núcleo, mitocondria, cloroplasto, RER, Golgi, vacuola, membrana plasmática y pared celular.



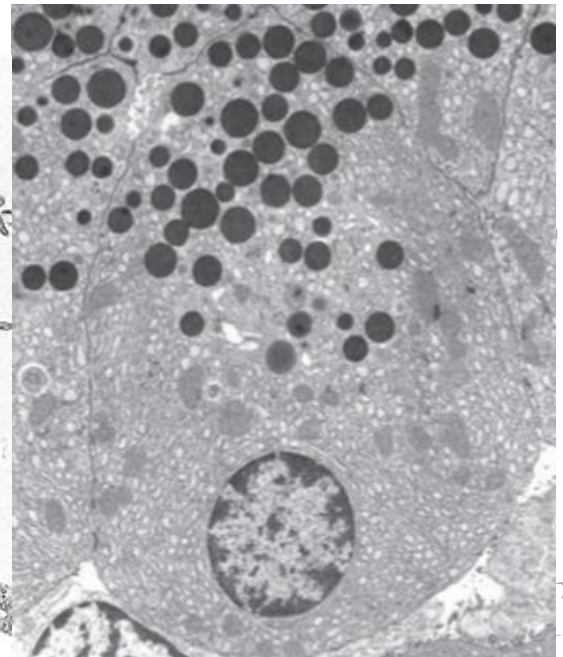
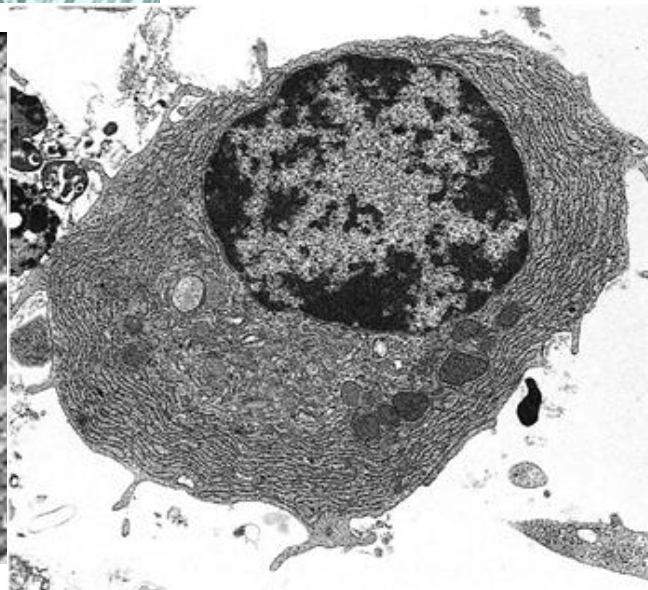
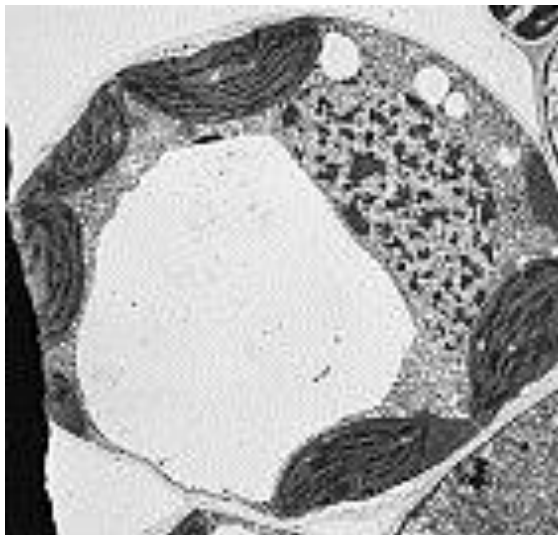
XXXXXXXXXX



HABILIDAD: Función de células especializadas



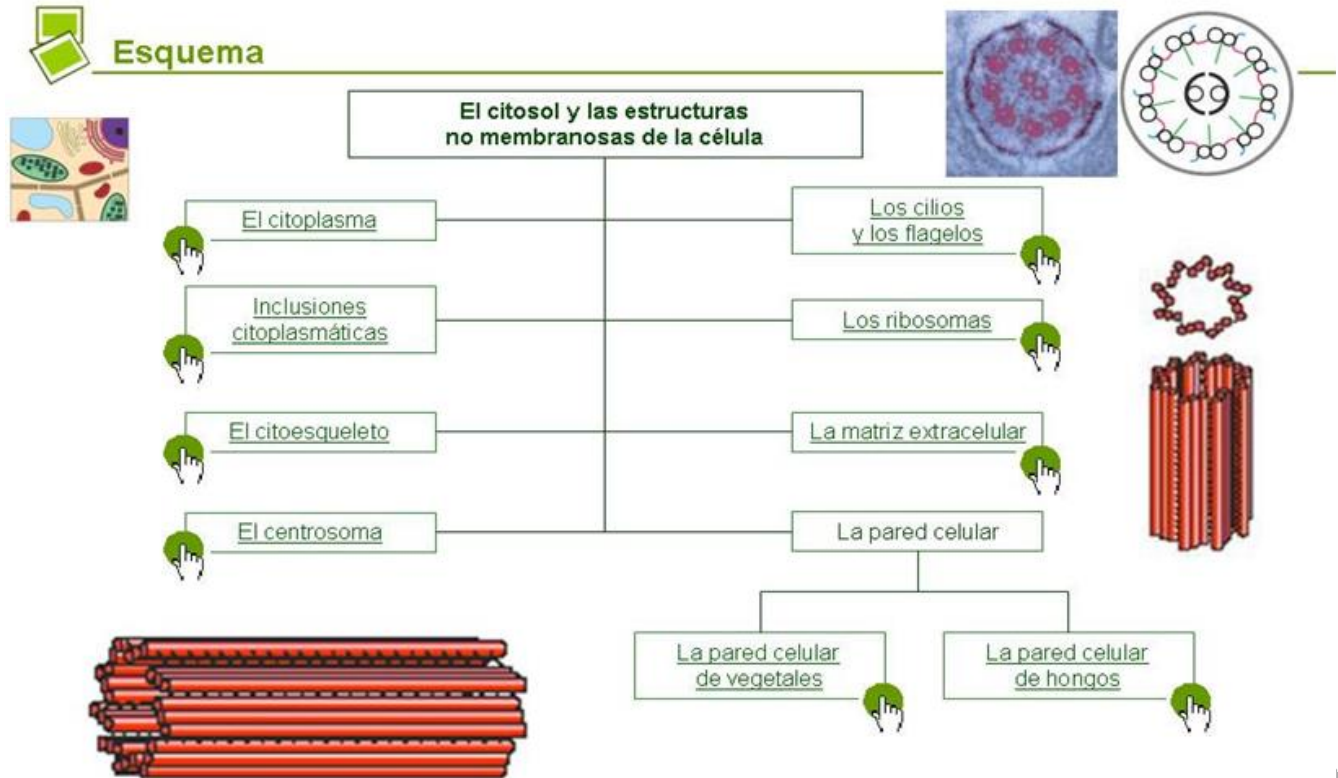
- Se pueden interpretar micrografías electrónicas para identificar orgánulos y deducir la función de células especializadas.
- Las siguientes células están especializadas en la fabricación de proteínas, la obtención de energía, realización de la fotosíntesis y en la secreción. ¿Cuál es cada una?





Ultraestructura de la célula eucariota

- En el tema siguiente se estudiará la estructura y función de tanto la membrana plasmática como de los **orgánulos membranosos**.
- Sin embargo, no todos los orgánulos o estructuras celulares eucariotas están rodeados de membrana, sino que existen **orgánulos no membranosos**.





Citosol

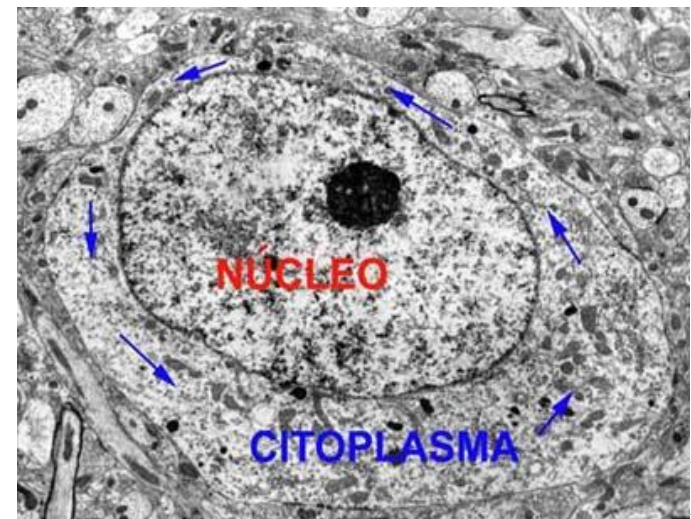
- También llamado **hialoplasma**, es el medio acuoso en el que se encuentran inmersos los orgánulos citoplásmicos y diversas estructuras como inclusiones, microtúbulos, microfilamentos y numerosos enzimas, y constituye la **parte soluble del citoplasma**.

- **Funciones:**

- **Movimientos intracelulares**, y movimiento **ameboide**.
- Formación del **huso mitótico** y **división celular**.
- Contiene las **enzimas** responsables de la **síntesis de proteínas**.
- **Procesos metabólicos** como glucolisis, gluconeogénesis, biosíntesis de aminoácidos, nucleótidos, etc.
- Contiene **inclusiones** entre las que destacan las de grasa y glucógeno.

COMPOSICIÓN

- 70-80% de agua
- 20-30% de proteínas
- Iones, aminoácidos, glúcidos y ATP

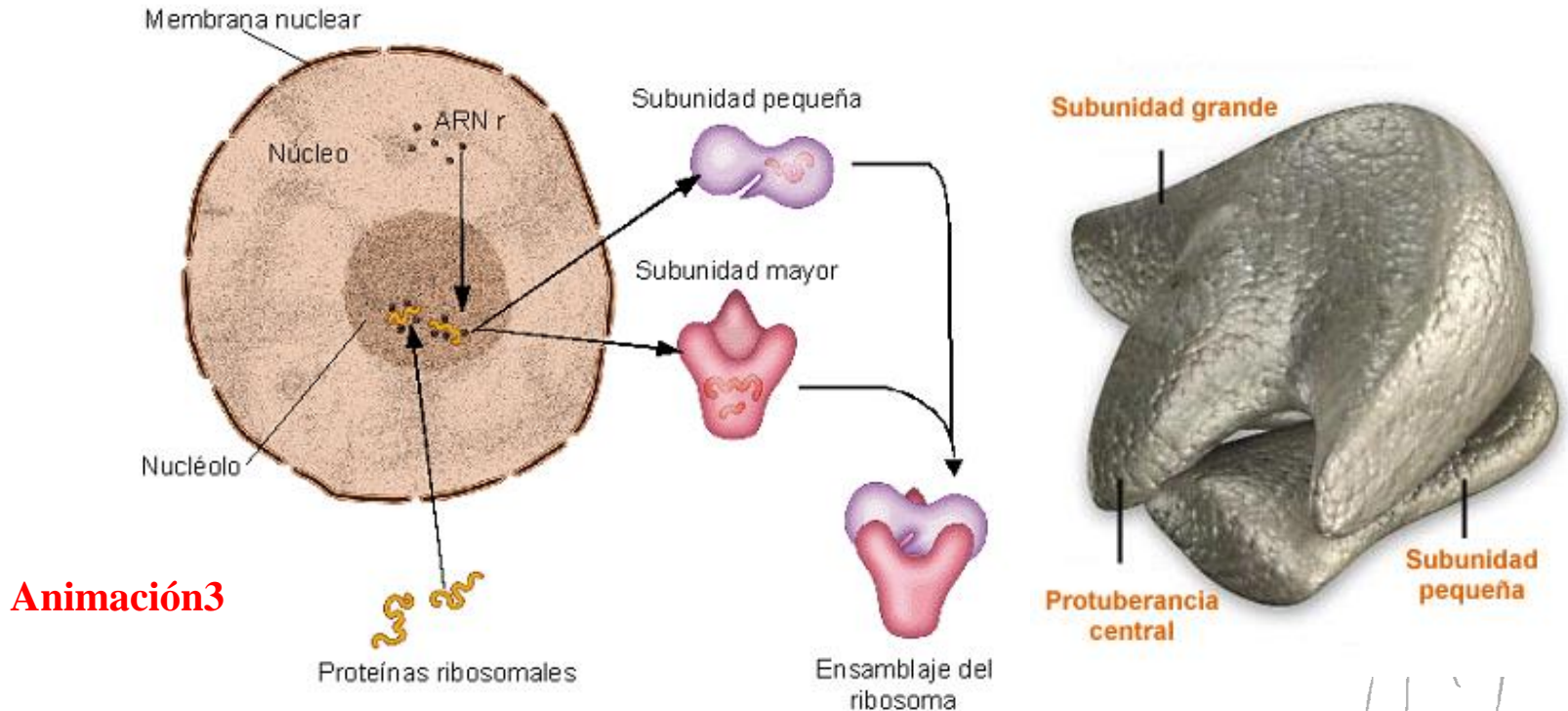


XXXXXXXXXX



Ribosomas

- Complejos supramoleculares intracitoplasmáticos compuestos por ARN y proteínas que realizan la **síntesis de proteínas**.
- Están formados por **dos subunidades**, una grande y otra pequeña.



Animación3

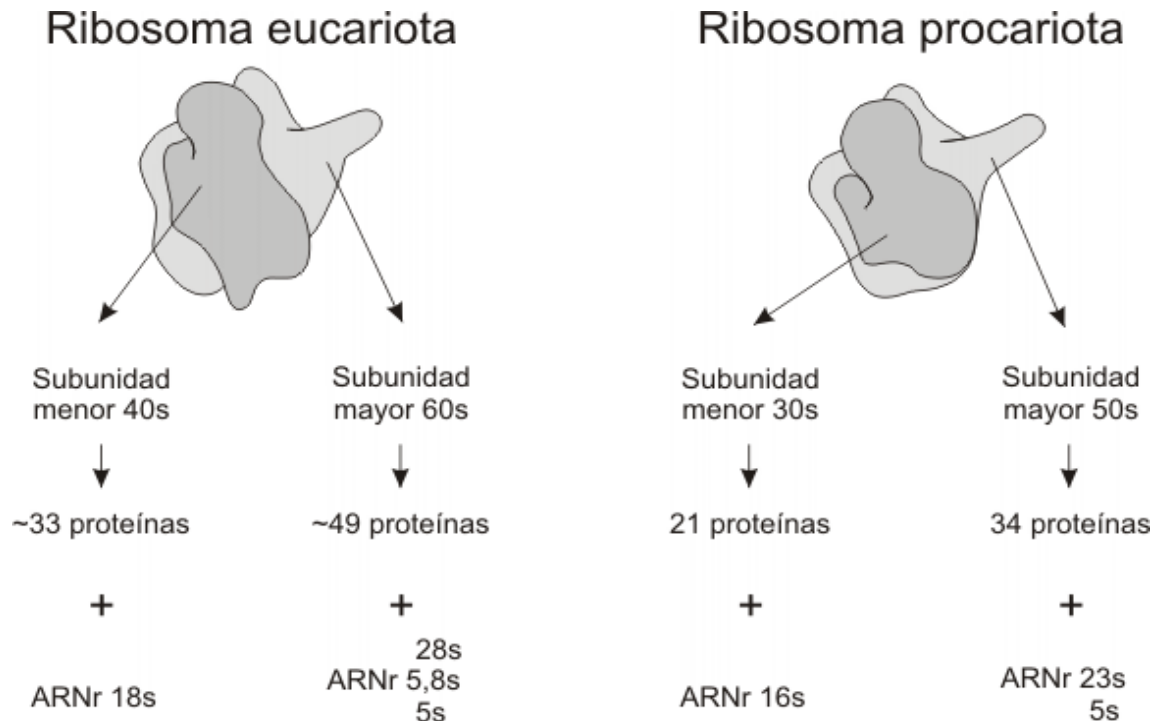
- Ambas subunidades forman un primer surco, al que se asocia la proteína que se va sintetizando, y un segundo surco en el que se aloja el ARNm.

Handwritten notes:
...
xxxxxxx



Ribosomas

- La subunidad **grande** está formada por múltiples proteínas y dos tipos (en procariontas) o tres tipos (en eucariotas) de ARNr; mientras que la **pequeña**, está formada por muchas proteínas y un único tipo de ARNr.



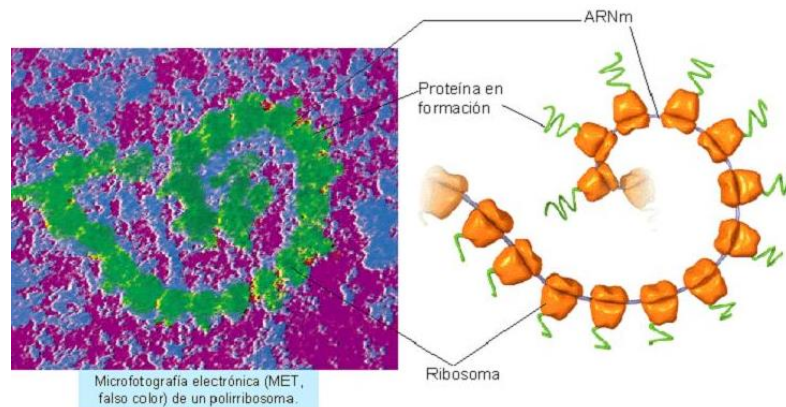
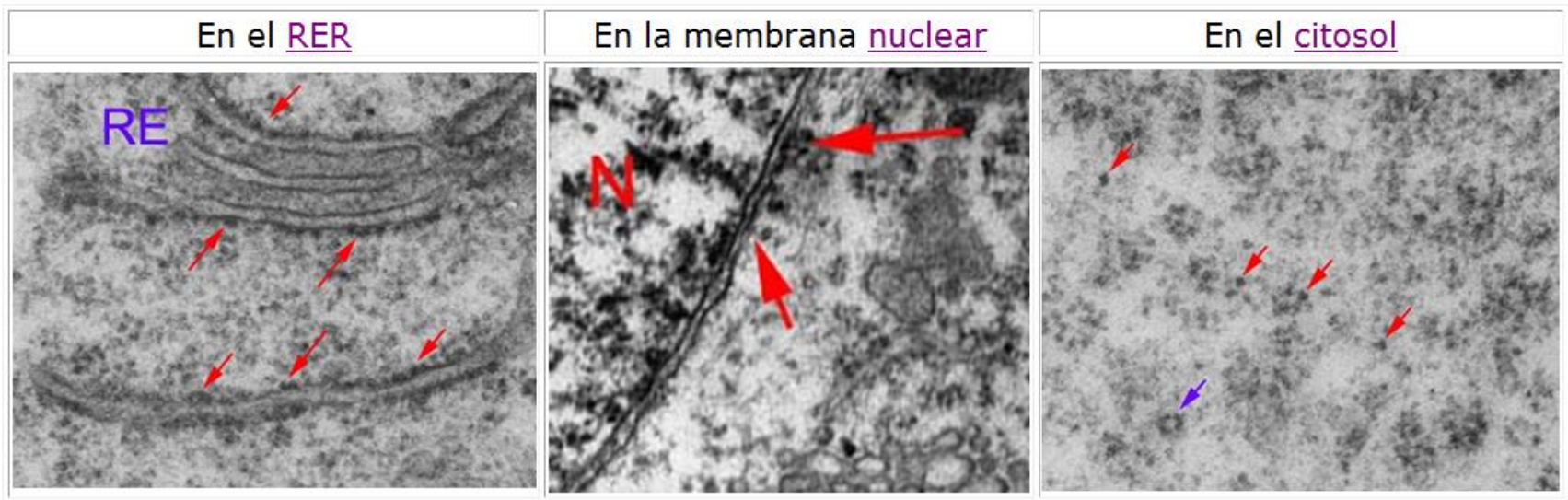
- Los ribosomas procariotas y de orgánulos tienen un coeficiente de sedimentación 70S (50S+30S), mientras que es 80S (60S+40S) en eucariotas.



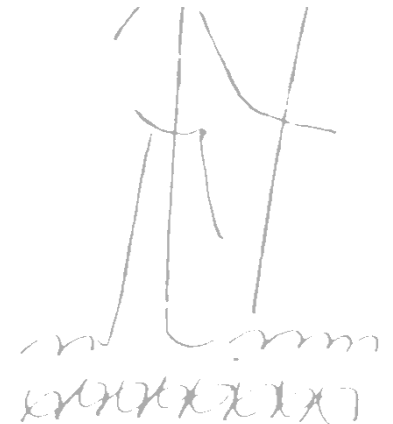


Ribosomas

- Pueden encontrarse libres en el citosol formado **polirribosomas** o **polisomas**, o bien asociados al RER o a la membrana nuclear.



Microfotografía electrónica (MET, falso color) de un polirribosoma.

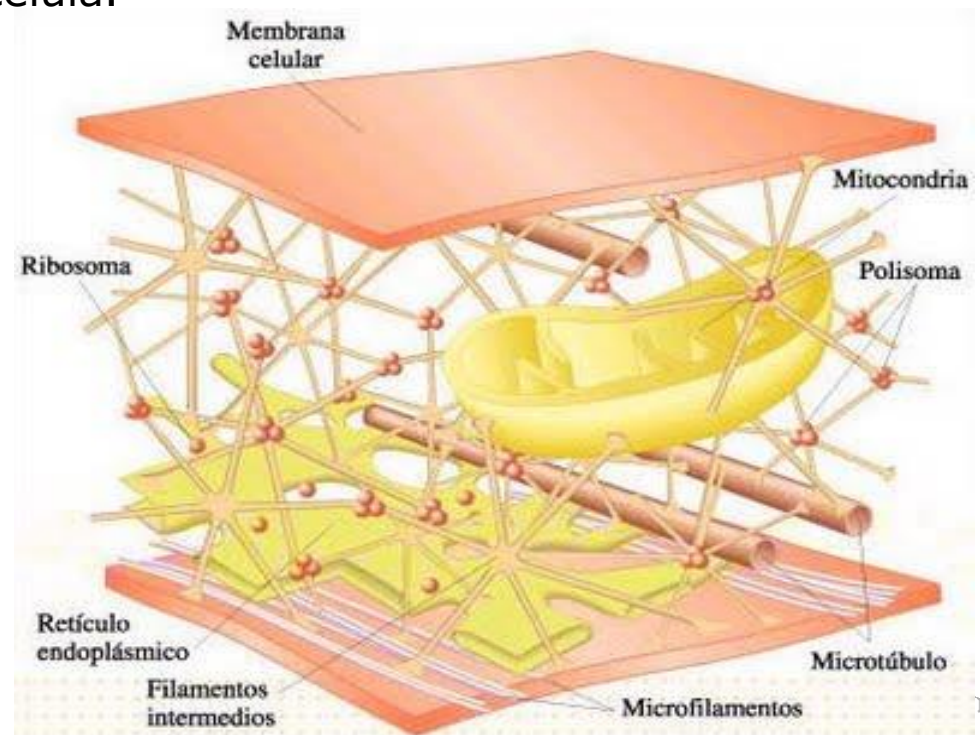




Citoesqueleto

- Constituye una **red de filamentos proteicos**, compleja e interconectada, responsable de:
 - El mantenimiento y los cambios de forma celular.
 - La posición y el movimiento de los orgánulos.
 - La división y motilidad de la célula.

- No es una estructura estática, sino que responde con cambios de forma a los cambios fisiológicos, y a él **se anclan los distintos orgánulos celulares.**

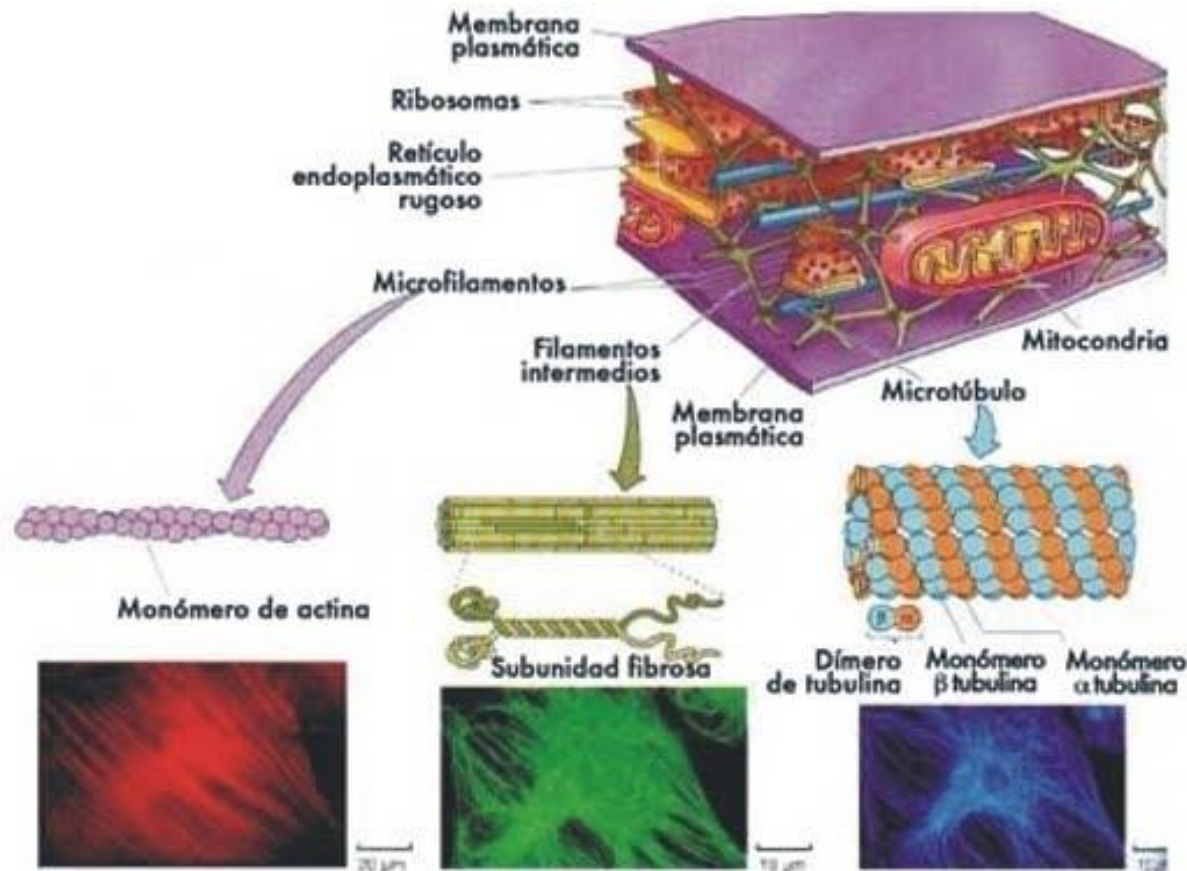


XXXXXXXXXX



Citoesqueleto

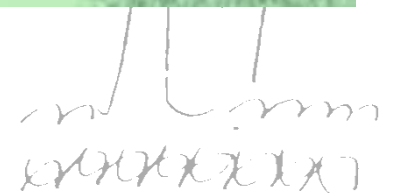
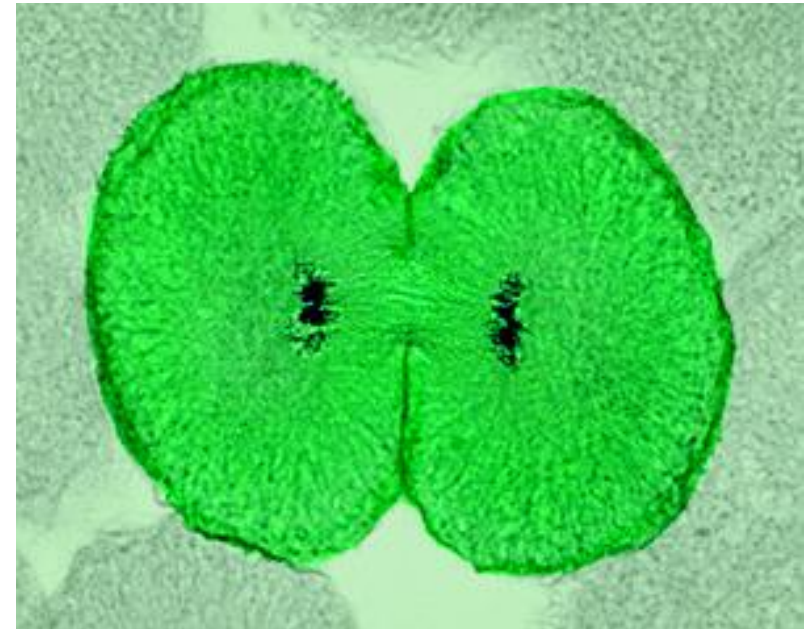
- Está formado por tres componentes filamentosos, los **microfilamentos**, los **filamentos intermedios** y los **microtúbulos**, así como por un conjunto de proteínas accesorias que unen unos elementos con otros.





Citoesqueleto: Microfilamentos

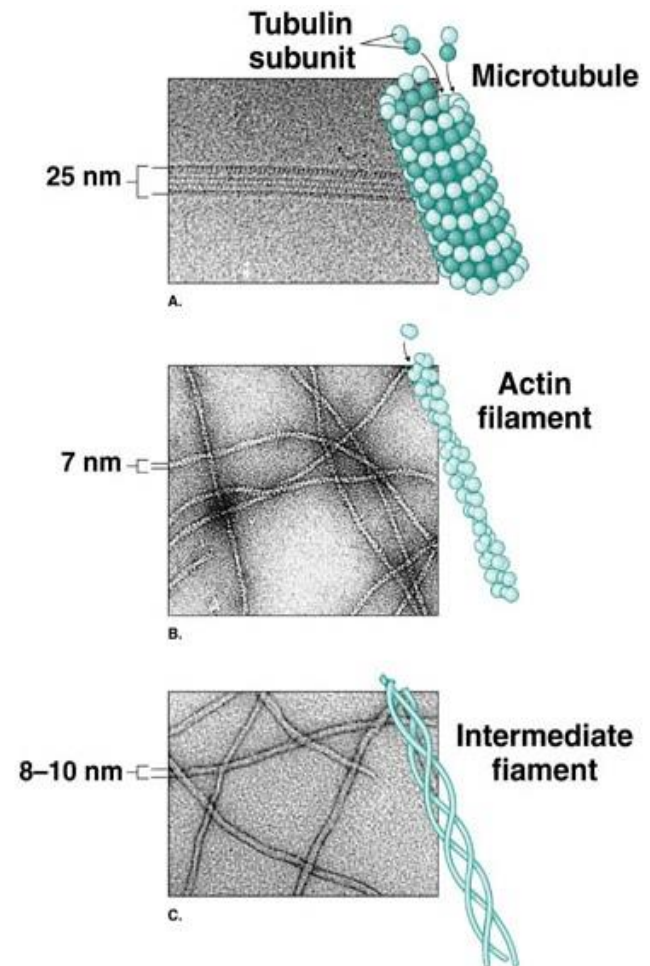
- A este grupo pertenecen los filamentos de **actina** y **miosina**, los más delgados de los tres tipos de filamentos del citoesqueleto (~7 nm de diámetro). Son filamentos **polares**, con un extremo (+) por donde crece y otro (-) por donde decrece.
- Entrás las **funciones de los microfilamentos** destacan:
 - Junto con otras proteínas asociadas están implicadas en el **movimiento de contracción muscular**.
 - Participan en la **división del citoplasma**, al formar el anillo que divide el citoplasma en dos (citodiéresis).
 - Movimiento celular al participar en la formación de **pseudópodos**.





Citoesqueleto: Filamentos intermedios

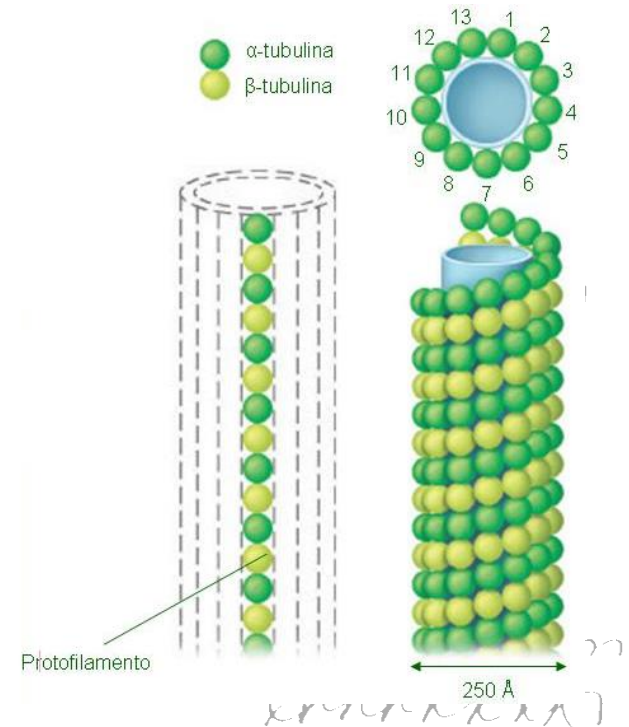
- Tienen un diámetro intermedio (~ 10 nm) entre los microtúbulos y los microfilamentos.
- Son polímeros estables y muy resistentes de proteínas fibrosas, distintas en función del tipo celular, distinguiéndose 3 grandes familias: **filamentos de queratina** en células epiteliales, **filamentos de vimentina** en células del tejido conjuntivo, muscular y nervioso, y **neurofilamentos** en las neuronas.
- Su **función** es repartir las tensiones mecánicas a las que se someten dichas células y formar la lámina nuclear en el núcleo.





Citoesqueleto: Microtúbulos

- Los microtúbulos son estructuras cilíndricas huecas, de ~ 25 nm de diámetro, formadas por una proteína llamada **tubulina**. Cada molécula de tubulina está formada por dos subunidades globulares (alfa y beta tubulina) fuertemente unidas entre sí.
- Cada microtúbulo está **formado por 13 protofilamentos**, formados por subunidades alternas de alfa y beta tubulinas, dispuestas paralelamente formando un cilindro.
- Las **funciones de los microtúbulos** son:
 - Movimiento de cromosomas al formar del huso mitótico durante la división celular.
 - Movimiento celular al formar el interior de cilios y flagelos.





Centrosoma

- Las células animales poseen una zona central denominada **centrosoma**, encargada de organizar la formación de microtúbulos y que actúa como polo del huso mitótico durante la mitosis.
- Contiene un par de **centriolos** perpendiculares el uno al otro y que en conjunto se denomina diplosoma. A partir del diplosoma crecen los microtúbulos y forman el **áster**.
- Durante la interfase se localiza en la proximidad del núcleo, y al final de la misma, cuando va a comenzar la división, el centrosoma se duplica y divide en dos partes iguales. Estos centrosomas hijos se dividen hacia lados opuestos del núcleo al empezar la mitosis, formando los dos polos del huso mitótico.

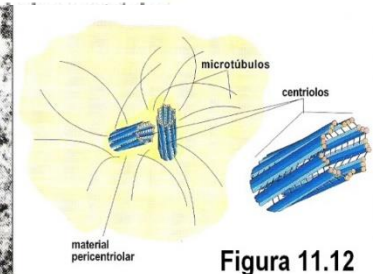
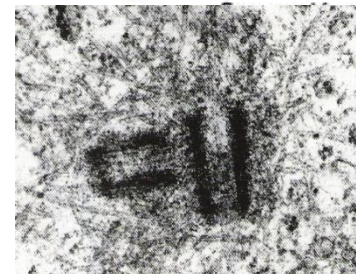
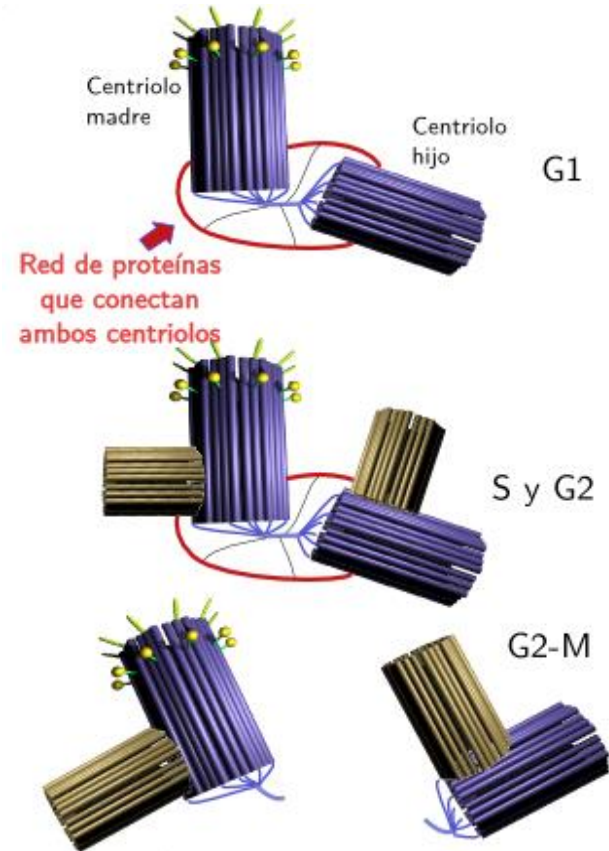


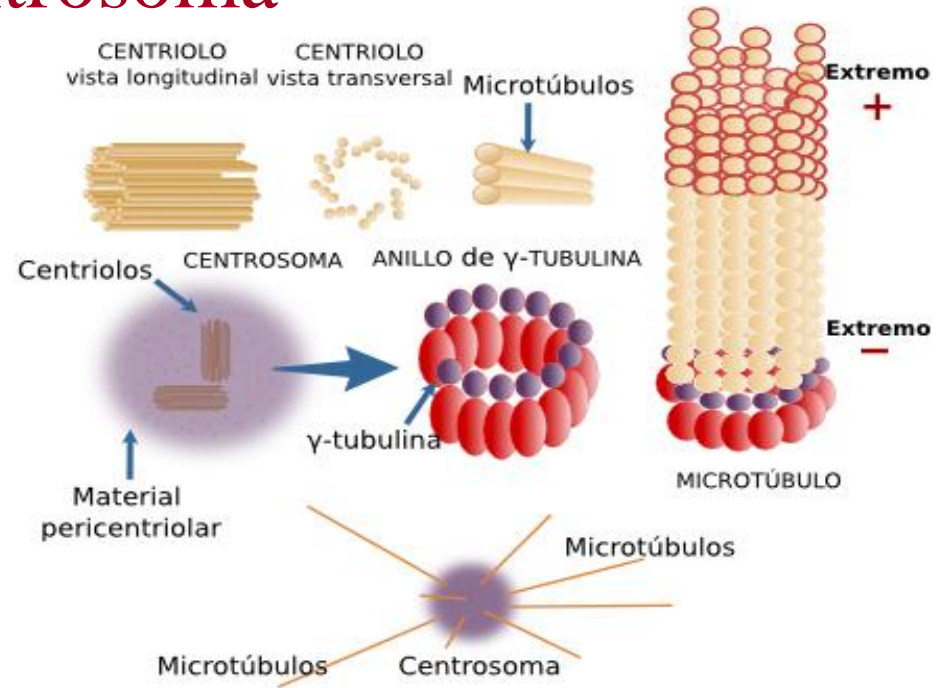
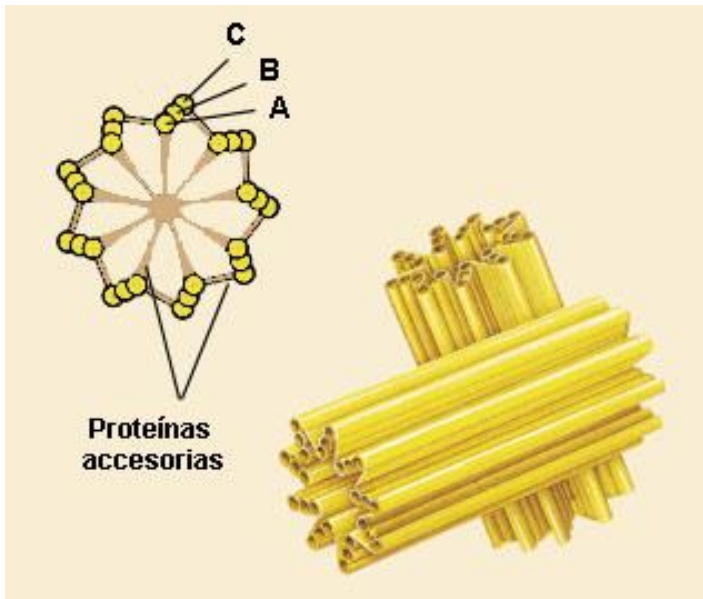
Figura 11.12

XXXXXXXXXX



Centrosoma

- Los **centriolos** son pequeños cilindros localizados en el interior del centrosoma, de $0,2 \mu\text{m}$ de diámetro de $0,4 \mu\text{m}$ de longitud.
- La parte externa de los centriolos está formada por **nueve tripletes de microtúbulos** inclinados hacia el eje central.



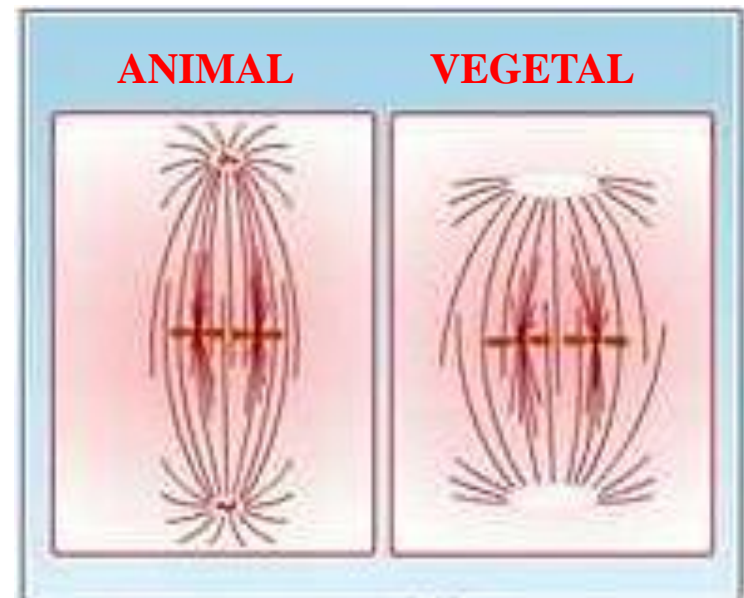
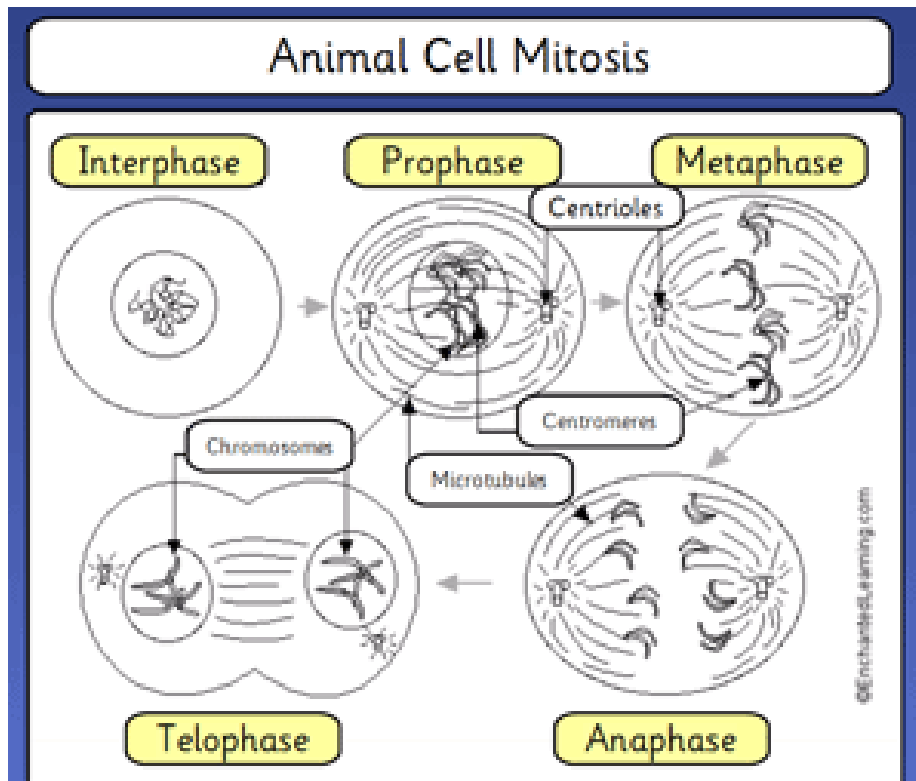
- Los microtúbulos de cada triplete se denominan A, B y C, siendo el A el más interno y el único completo. Los tripletes adyacentes están unidos por la proteína **nexina**.
- Tienen un papel fundamental en la formación de cilios y flagelos.

Handwritten notes:
cilios y flagelos
xxxxxxxxxx



Centrosoma

- No todos los centros organizadores de microtúbulos contienen centriolos.
- En las células mitóticas de plantas superiores los microtúbulos terminan en regiones electrodensas completamente desprovistas de centriolos. La mitosis vegetal se denomina **anastral**.



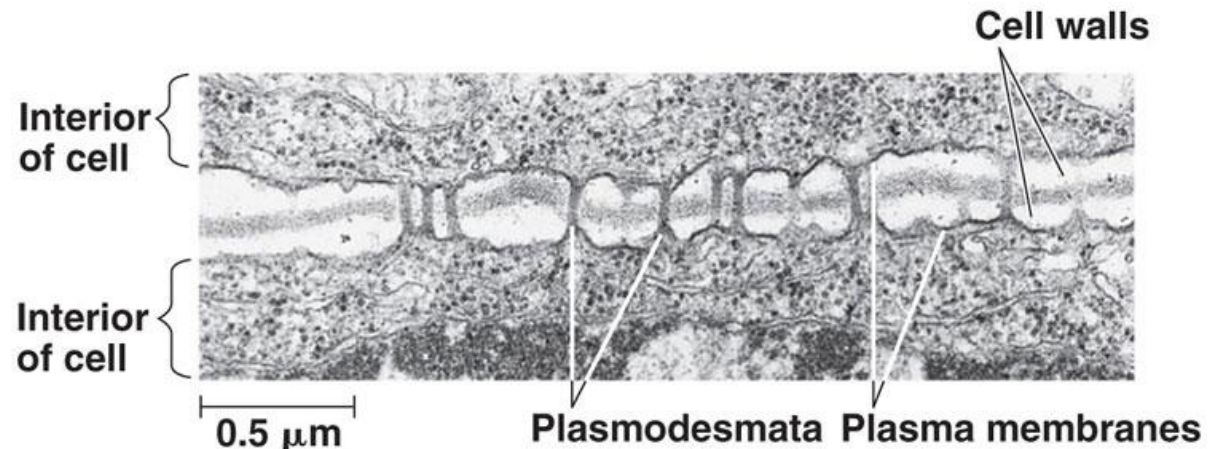
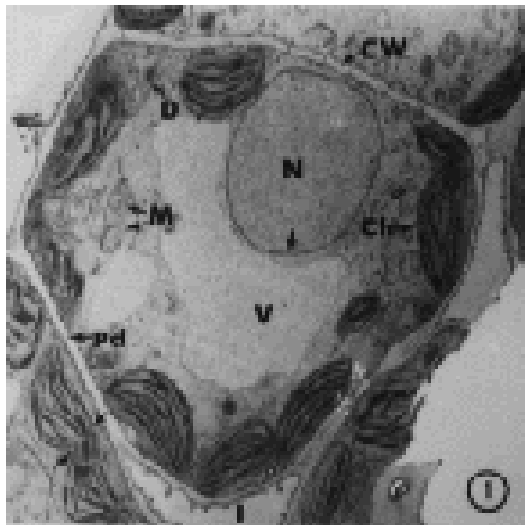
Web3

Handwritten signature or scribble.



Pared celular en células vegetales

- Envuelta externa a la membrana plasmática presente en las células vegetales, constituyendo un componente extracelular.
- **Estructura y composición:** Presenta dos componentes principales: uno **cristalino** formado por fibras de **celulosa** y otro **amorfo** formado por una matriz de **pectinas**, **hemicelulosa**, agua, sales minerales y a veces, ligninas.



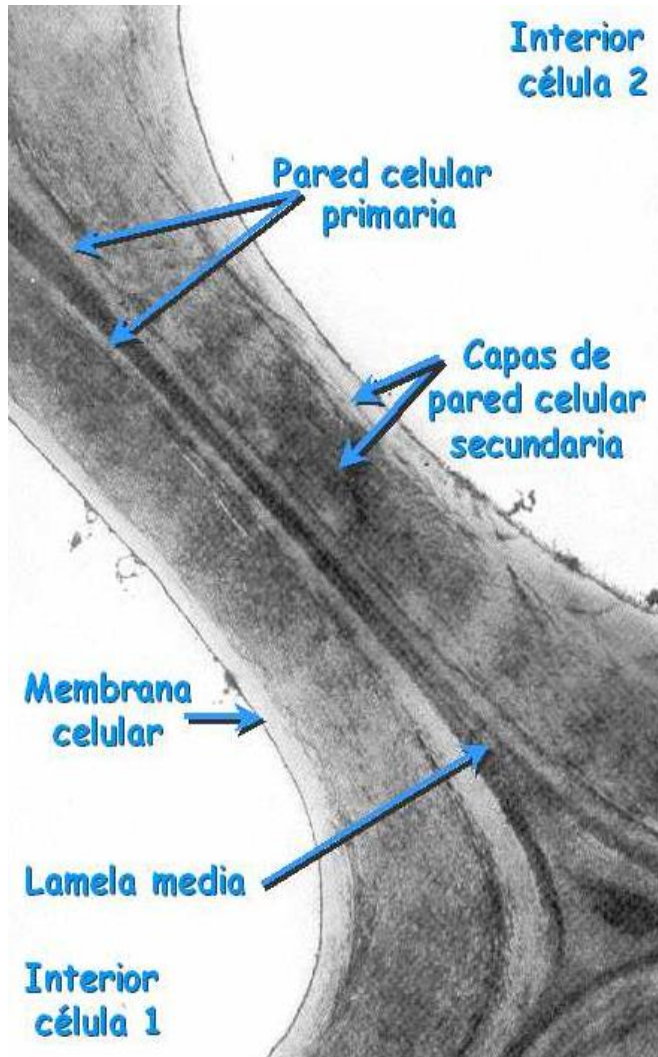
Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

- Al ser impermeable, unos poros llamados **plasmodesmos** permiten la comunicación intercelular.

Handwritten notes:
m/l/m
xxxxxxx



Pared celular en células vegetales



- En las células diferenciadas la pared celular aparece como una estructura gruesa formada por 3 capas: **Lámina media** (capa más externa y la primera que se forma tras la división celular), **pared primaria** (gruesa capa por debajo de la anterior) y **pared secundaria** (la más interna).
- **Funciones:**
 - Rigidez al vegetal y mantenimiento de la forma celular.
 - Une las células adyacentes, conectando las células de distintos tejidos.
 - Permite a las células vegetales vivir en un medio hipotónico sin estallar.
 - Impermeabiliza la superficie vegetal en ciertos tejidos, evitando la pérdida de agua.
 - Sirve de barrera a agentes patógenos.

