

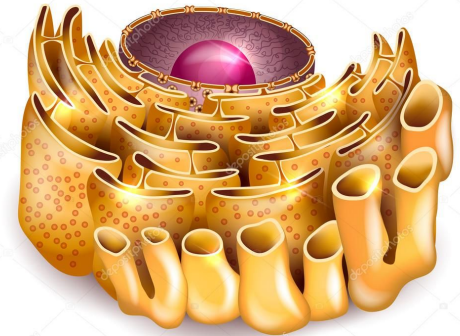
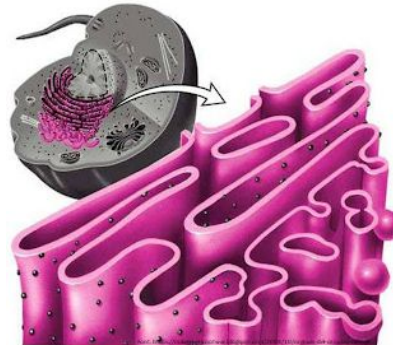
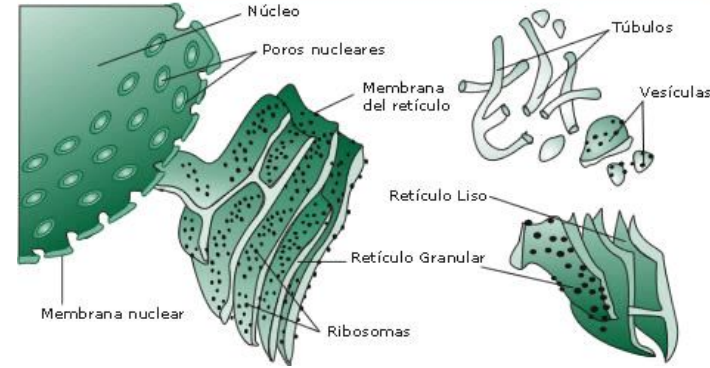
UP9. Membrana plasmàtica i orgànuls membranosos

1. El reticle endoplasmàtic

Està format per un sistema de membranes interconnectades entre sí, formant **cisternes**, sàculs globosos o **vesícules**, i **túbuls** aplanats, que s'estenen per el citoplasma i que es comuniquen amb la membrana nuclear externa. L'interior del RE s'anomena **lumen**.

Tot i que estiguin interconnectats, es diferencien dos tipus de reticle endoplasmàtic:

- **Reticle endoplasmàtic lliu (REL)**
- **Reticle endoplasmàtic rugós (RER)**



1.1 Reticle endoplasmàtic rugós (RER)

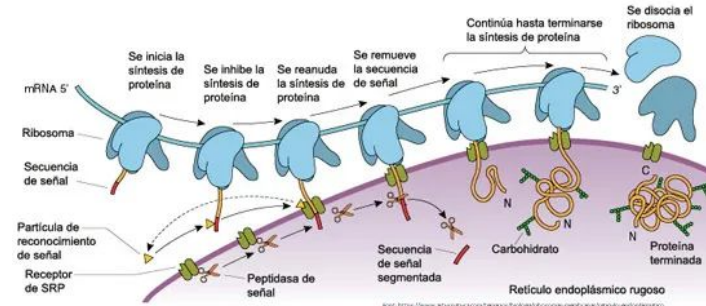
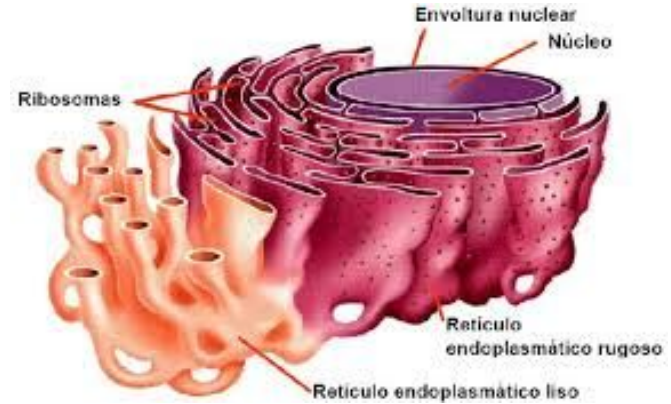
Presenta **ribosomes units a la cara citoplasmàtica**, gràcies a la presència d'unes proteïnes (**riboforines**), que fixen els ribosomes a la membrana.

El RER està format per un conjunt de **sàculs aplanats intercomunicats entre sí**, i per les **vesícules de transport**.

Es **comunica amb el reticle endoplasmàtic llis (REL)** i amb l'**embolcall nuclear**; De fer, es pot considerar que l'embolcall nuclear és part del RER que separa el nucli del citoplasma.

Quines són les seves funcions?

- **Sintetitzar proteïnes** per mitjà dels ribosomes de la seva membrana i introduir-les al lumen per ser exportades a altres destinacions o deixar-les a la membrana com a proteïnes transmembrana.
- Produir la **glicosilació de les proteïnes** (que es completarà a l'aparell de Golgi) per convertir-les en glicoproteïnes.
- **Transportar les proteïnes** que van cap als orgànuls (on són utilitzades per constituir membranes). Aquest transport es fa a l'interior de vesícules que es generen a la membrana del RER.



1.1 Reticle endoplasmàtic rugós (RER)

Perquè és important la glicosilació de les proteïnes?

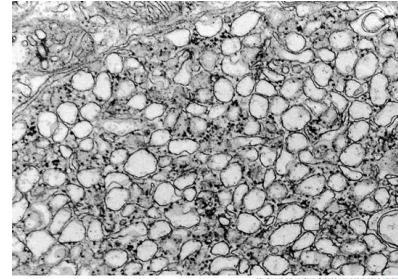
- Ajuda a **plegar correctament les proteïnes** → les cadenes de sucres faciliten que la proteïna adquireixi la seva forma tridimensional funcional.
- Permet el **reconeixement i el transport** → la glicosilació actua com una “etiqueta” que indica on ha d'anar la proteïna dins o fora de la cèl·lula.
- Augmenta l'**estabilitat i la protecció** → els sucres protegeixen les proteïnes de la degradació per enzims o condicions adverses.
- Participa en el **reconeixement cel·lular** → a la membrana, les proteïnes glucosilades (glicoproteïnes) permeten que les cèl·lules es reconeguin entre elles o amb altres molècules (per exemple, en el sistema immunitari).

Només les proteïnes que segueixen la **via secretora** (RE → Golgi → destí final) poden ser **glucosilades**.

Les proteïnes sintetitzades per als ribosomes lliures al citoplasma presenten altres mecanismes de regulació i estabilització

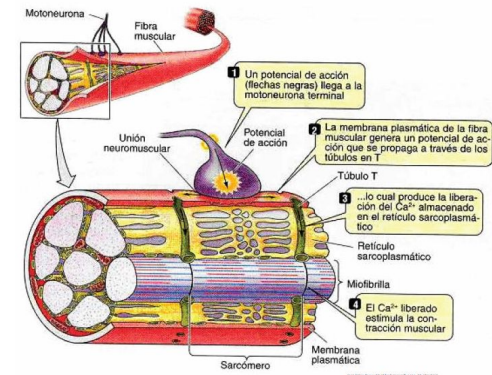
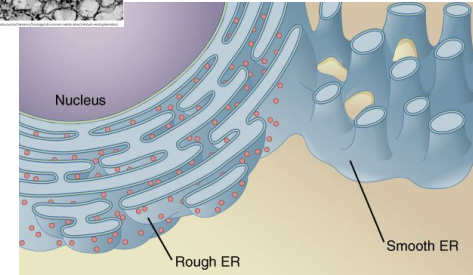
1.2 Reticle endoplasmàtic llis (REL)

Tipus de RE que **no presenta adherits ribosomes** a la seva superfície. Està constituït per una xarxa de túbuls units al RER, que s'expandeix per tot el citoplasma.



Quines són les seves funcions?

- **Síntesi de lípids (funció principal)** → Sintetitza la majoria dels lípids que formen les membranes, com els fosfolípids o el colesterol. *Només els àcids grassos es sintetitzen al citosol*. En cèl·lules especialitzades sintetitza hormones esteroides (com les dels ovaris i testicles),
- **Emmagatzematge i transport de lípids** → Transportar els lípids sintetitzats a altres òrgans mitjançant **vesícules**.
- **Participació en processos de detoxificació** → té la capacitat de transformar substàncies tòxiques en productes menys tòxics perquè la cèl·lula els pugui eliminar amb més facilitat.
- **Intervé en respostes específiques de la cèl·lula**, com per exemple en la contracció muscular → el REL de les cèl·lules musculars en repòs bombeja ions de calci (Ca^{2+}) al lumen. Quan hi arriba un impuls nerviós el Ca^{2+} surten de forma ràpida cap al citoplasma possibilitant la contracció de les cèl·lules musculars.



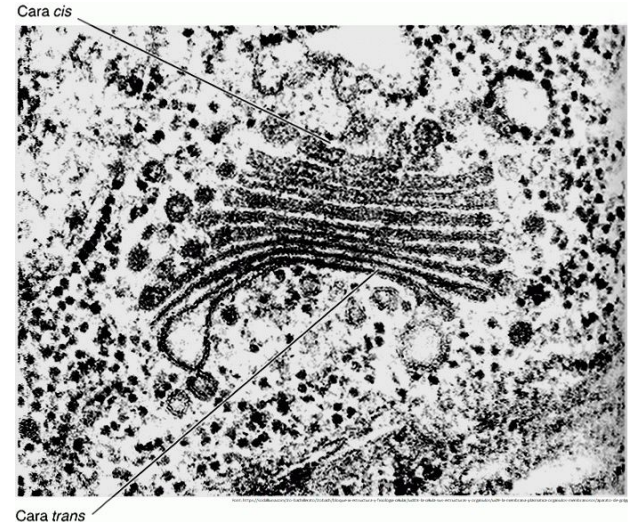
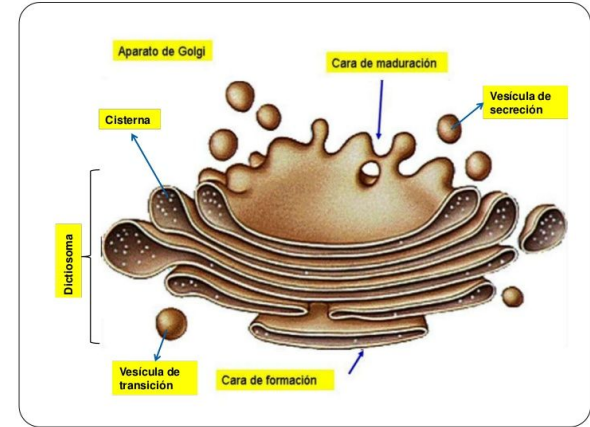
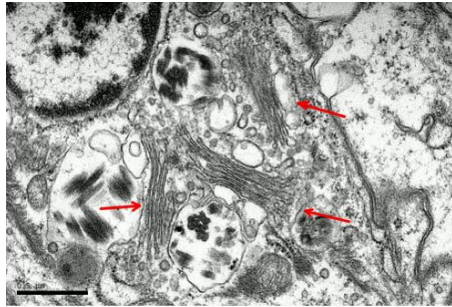
2. L'aparell de Golgi

Orgànul membranós format per l'agrupació en paral·lel de **sàculs discoïdals o cisternes**, acompanyats de **vesícules de secreció**. Cada una d'aquestes agrupacions rep el nom de **dictiosoma**.

l'el conjunt de dictiosomes de la cèl·lula forma l'AG.

Degut a la polarització del dictiosoma, l'AG presenta dues cares:

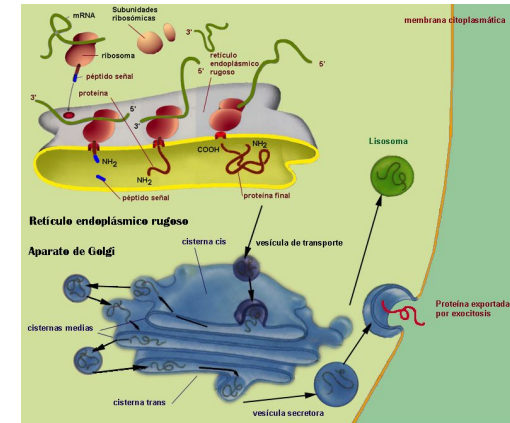
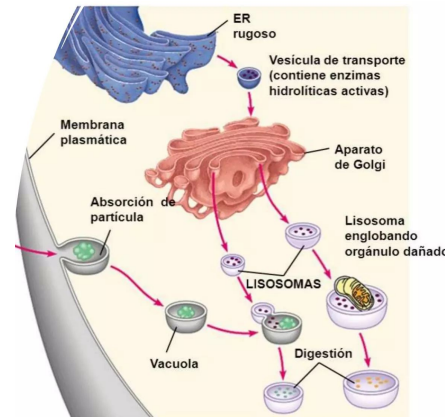
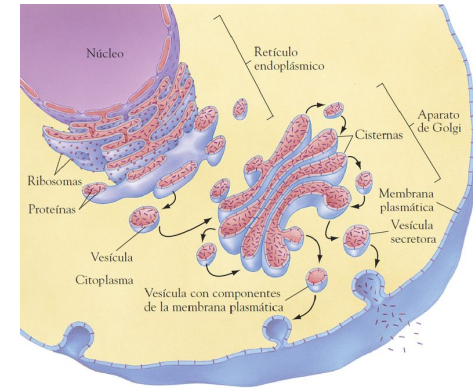
- **Cara cis o de formació** → cara propera al RER, **convexa** i formada per cisternes petites.
- **Cara trans o de maduració** → cara propera a la membrana plasmàtica, **còncava** i formada per cisternes més grans.



2. L'aparell de Golgi

Com funciona l'Aparell de Golgi?

- La **cara cis** (propera al RER), rep vesícules (**vesícules de transició**), les quals provenen principalment del RE (lilis i rugós).
- El contingut present al dictiosoma **va avançant** de cisterna en cisterna **cap a la cara trans o de maduració**, gràcies a la presència de **vesícules intercisternes**.
- Quan està ja arribant a la cara citoplasmàtica, el contingut es concentra dins **vesícules de secreció**.
 - Les vesícules de secreció poden dirigir-se **cap a lisosomes**, o poden dirigir-se **cap a la membrana plasmàtica** i vessar el contingut al medi extern (exocitosi).



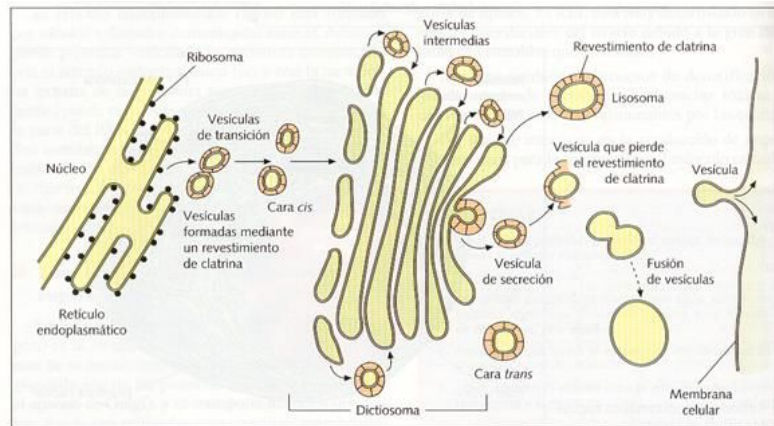
2. L'aparell de Golgi

Quines són les seves funcions?

Transport, maduració, acumulació i secreció de proteïnes sintetitzades al RER → Gràcies al transport a través de les cisternes, les proteïnes es van modificant, passant a la seva forma activa. Posteriorment, es concentren i passen a l'interior de vesícules de secreció.

Glicosilació de lípids i proteïnes → Permet la formació dels glucolípidis i les glucoproteïnes de membrana.

Síntesi de polisacàrids → L'aparell de Golgi de les plantes està especialitzat en la síntesi dels polisacàrids de la paret cel·lular vegetal.



3. Lisosomes

Vesícules provinents de l'AG que contenen enzims digestius (*proteïnes enzimàtiques*) anomenats **hidrolases àcides**, formades al RER.

Es poden definir 2 tipus de lisosomes, segons el seu contingut:

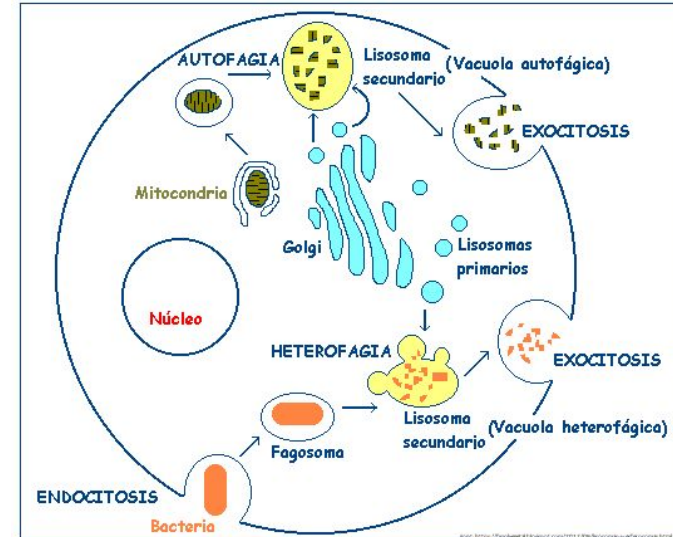
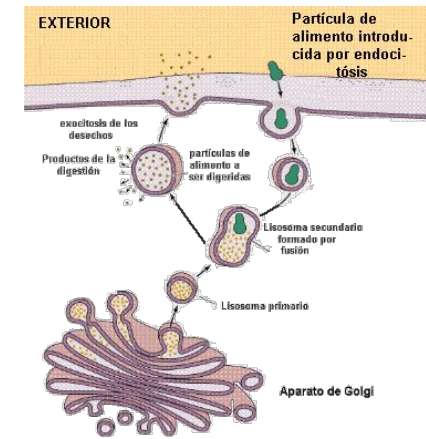
Lisosomes primaris → només contenen enzims digestius.

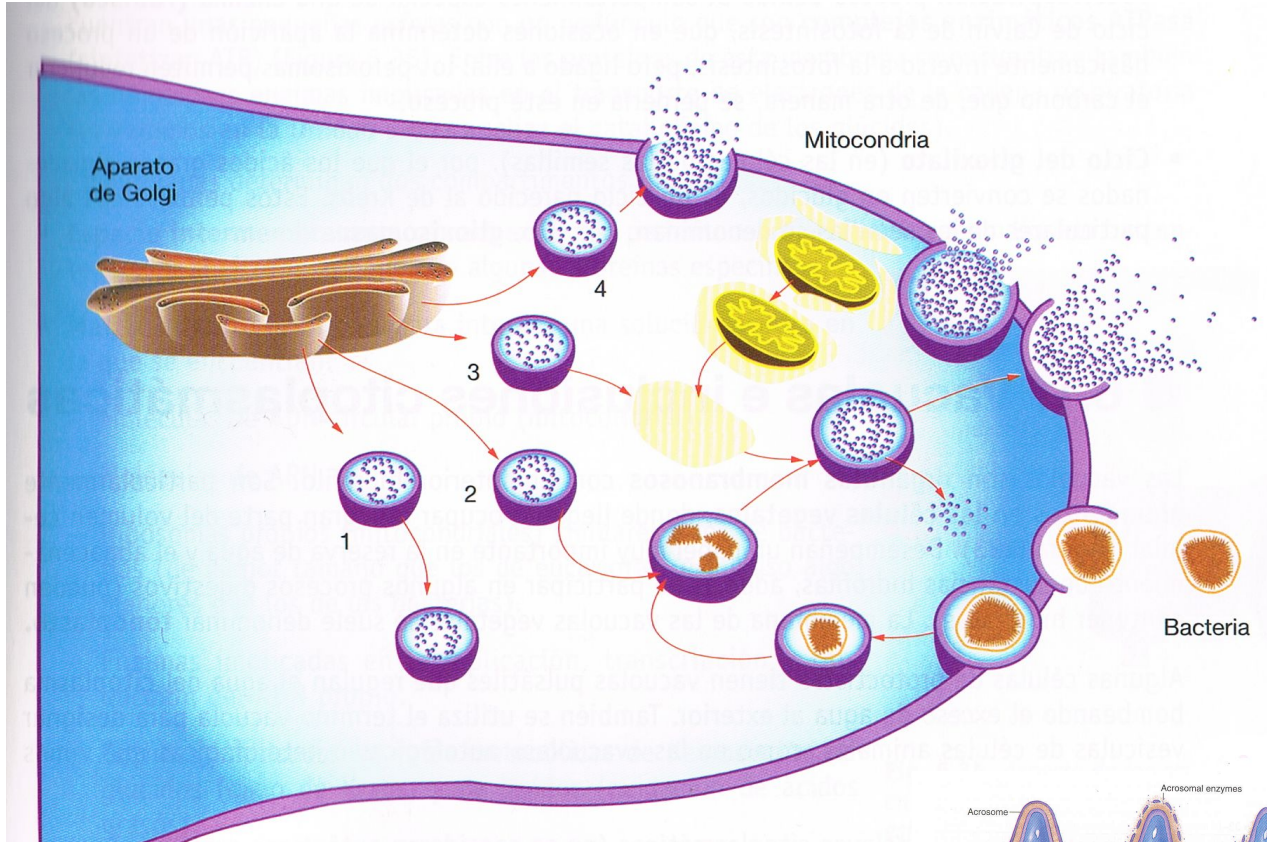
- Expulsar els enzims al medi extracel·lular.
- Es fusionen amb vesícules que contenen material intracel·lular o extracel·lular, donant així lloc als **Lisosomes secundaris**

Lisosomes secundaris → resulta de la **unió d'un lisosoma primari amb una vesícula** que conté matèria orgànica que s'ha d'eliminar, per tant, contenen enzims digestius i substrats en procés de digestió.

També s'anomenen **vacúols digestius**.

- **Heterolisosomes:** El material prové de l'exterior cel·lular.
- **Autolisosomes:** El material a digerir és material intracel·lular



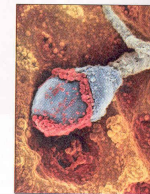
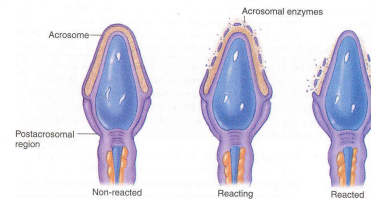


1- **Lisosoma primari** que queda al citoplasma.

2- Lisosoma secundari (**heterolisosoma**). Fusió d'un lisosoma primari amb una vesícula endocítica

3- Lisosoma secundari (**autolisosoma**). Lisosoma primari que engloba restes de material intracel·lular.

4- **Lisosoma primari** que secreta els enzims al medi extracel·lular.



4. Peroxisomes i glioxisomes

4.1 Peroxisomes

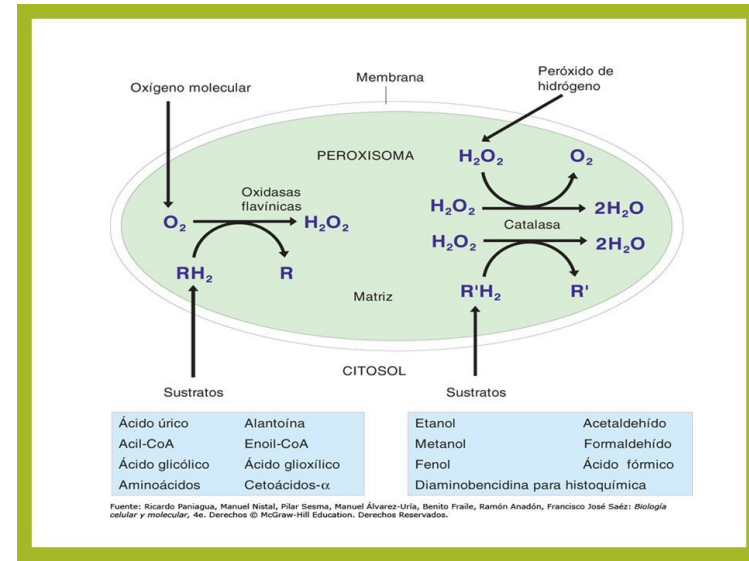
Vesícules procedents del RE i que contenen enzims oxidatius. Els més importants són la **oxidasa** i la **catalasa**.
Participen en el **metabolisme energètic** de la cèl·lula.

La **oxidasa** s'encarrega d'oxidar compostos orgànics com l'àcid úric els aminoàcids o els àcids grassos, que en excés podrien ser perjudicials.

- D'aquesta reacció s'obté **H₂O₂** (peròxid d'hidrogen) que és **tòxic per la cèl·lula**.

La **catalasa** pot actuar de dues formes:

- **Si hi ha substàncies tòxiques**, aquestes reaccionen amb l'H₂O₂, permetent així eliminar ambdues coses.
- **Si no hi ha substàncies tòxiques**, l'H₂O₂ es descompon en O₂ i H₂O

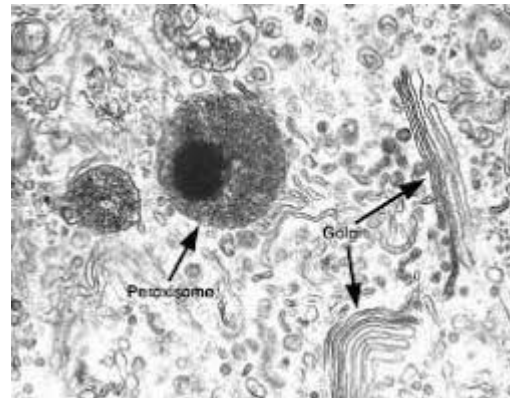


4. Peroxisomes i glioxisomes

4.1 Peroxisomes

Quines són les seves funcions?

- **Detoxificació:**
 - Oxidació de compostos orgànics, produint-se aigua oxigenada.
 - Eliminació de l'aigua oxigenada i/o utilització d'aquesta per eliminar altres substàncies.
- **Oxidació d'àcids grassos:**
 - En animals té lloc en mitocondris i peroxisomes (en aquests sense generar ATP), però en vegetals té lloc únicament en peroxisomes.



4.2 Glioxisomes

Tipus de peroxisomes que **només existeixen a les cèl·lules vegetals**.

- Preseten enzims responsables del cicle de l'**àcid glioxílic**, una variant del cicle de Krebs, que permet sintetitzar glúcids a partir de lípids.
- Llavors en germinació: sintetitzen glucosa a partir de reserves lipídiques.

5. Vacúols

Estructures formades per una **membrana plasmàtica** i un medi intern que és predominantment aquós.

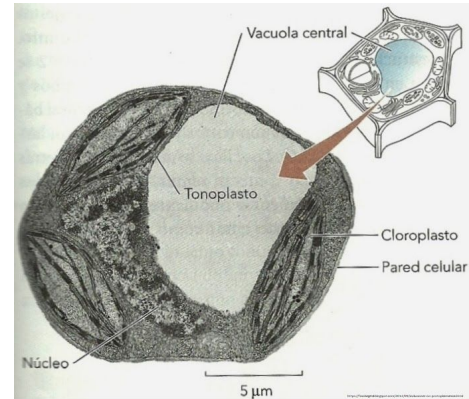
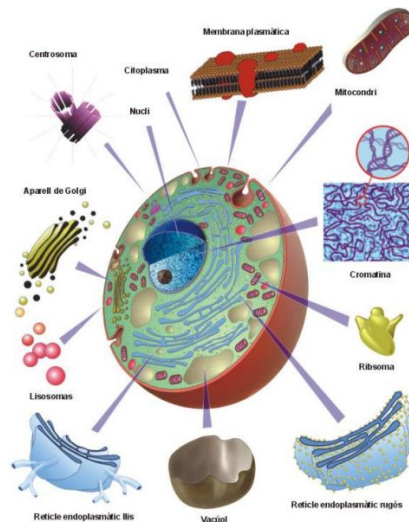
Es formen a partir del reticle endoplasmàtic, l'aparell de Golgi i invaginacions de la membrana plasmàtica.

Els vacúols són diferents depenent de la tipologia cel·lular:

- **Cèl·lules animals** → Generalment n'hi ha molts i són petits (**vesícules**)
- **Cèl·lules vegetals** → N'hi sol haver un o dos, i són de gran tamany.

Quines són les seves funcions?

- **Magatzem de substàncies**, com les reserves energètiques elaborades per la cèl·lula o els productes de rebuig.
- **Transport** de substàncies entre orgànuls i entre aquests i el medi extern.
- **Acumulació d'aigua**, especialment important en les cèl·lules vegetals ja que, per osmosi, l'aigua entra al vacúol i manté la turgència cel·lular.



6. Mitocondris

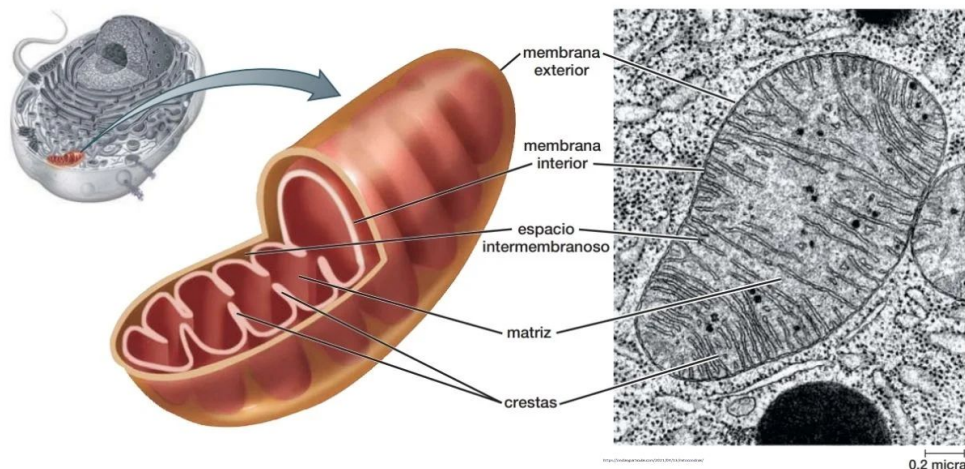
Òrgànuls cel·lulars presents a totes les cèl·lules eucariotes, que s'encarreguen d'obtenir energia gràcies al procés de **respiració cel·lular**.

El conjunt de tots els mitocondris de la cèl·lula s'anomena **condrioma**.

La **respiració cel·lular** és una **reacció d'oxidació** on s'obté energia en forma d'ATP gràcies a la presència d'enzims **ATP-sintetases**.

Quina és la seva estructura?

- *Membrana mitocondrial externa*
- *Membrana mitocondrial interna*
- *Espai intermembranós*
- *Matriu mitocondrial*



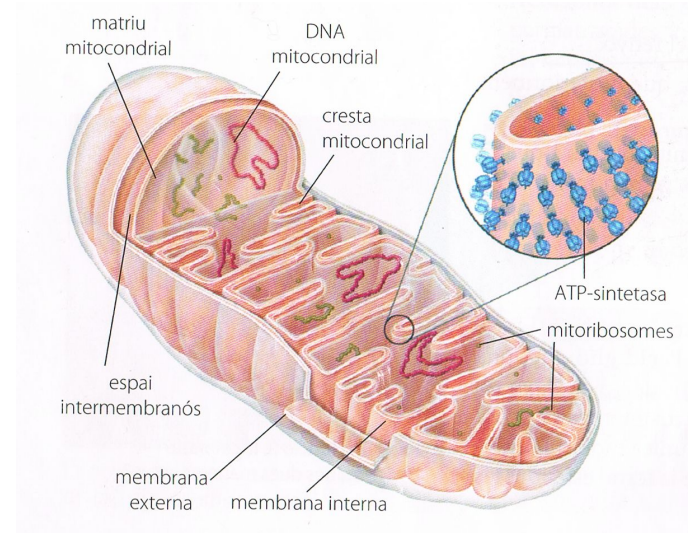
6. Mitochondris

Membrana mitocondrial externa

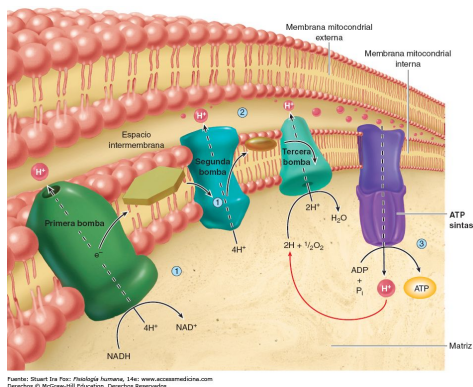
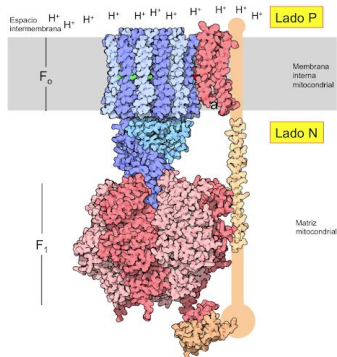
- Presenta una composició de lípids i proteïnes semblant a la membrana cel·lular.
- Permeable gràcies a la presència de **porines** (*proteïnes transmembrana*)

Membrana mitocondrial interna

- Membrana **rica en proteïnes** (70 - 80% de la seva composició).
- Pràcticament **impermeable**, ja que no presenta porines.
- Forma les **crestes mitocondrials**, les quals tenen adherides les molècules encarregades de fer la respiració cel·lular, entre les que destaca la **ATP-sintetasa**.



6. Mitocondris



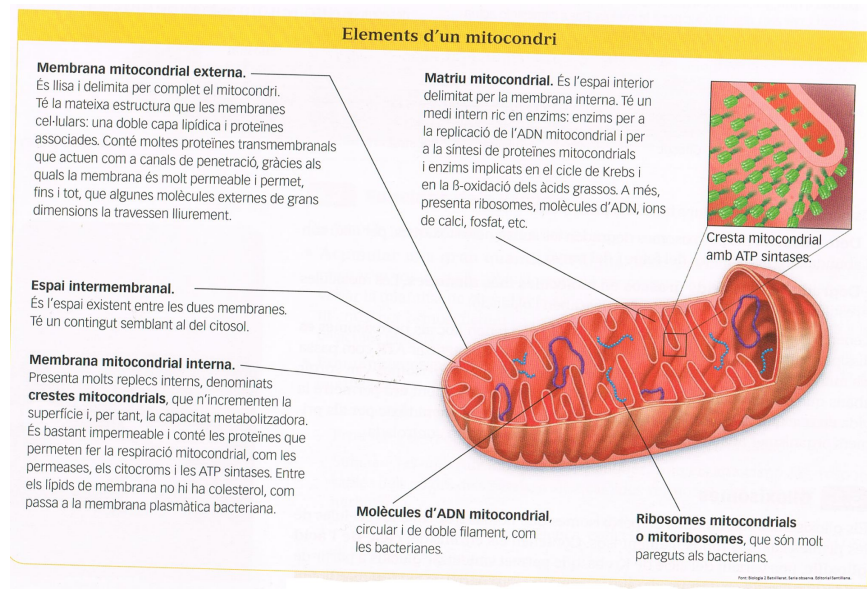
Fuente: Stuart D. Fox: Fisiología humana, 5da. www.accessmedicine.com
 Derechos © McGraw-Hill Education. Derechos Reservados.

La membrana mitocondrial interna i externa, delimiten dos espais:

- Espai intermembranós
- Matriu mitocondrial

Les **ATP-sintetases** estan formades per tres parts:

- Una **regió F0** → part **integrada a la membrana interna mitocondrial**
 - Forma un canal per on passen els protons (H^+) des de l'espai intermembrana cap a la matriu mitocondrial.
- Una **regió F1**, que és on es duen a terme les reaccions de síntesi d'ATP.



6. Mitochondris

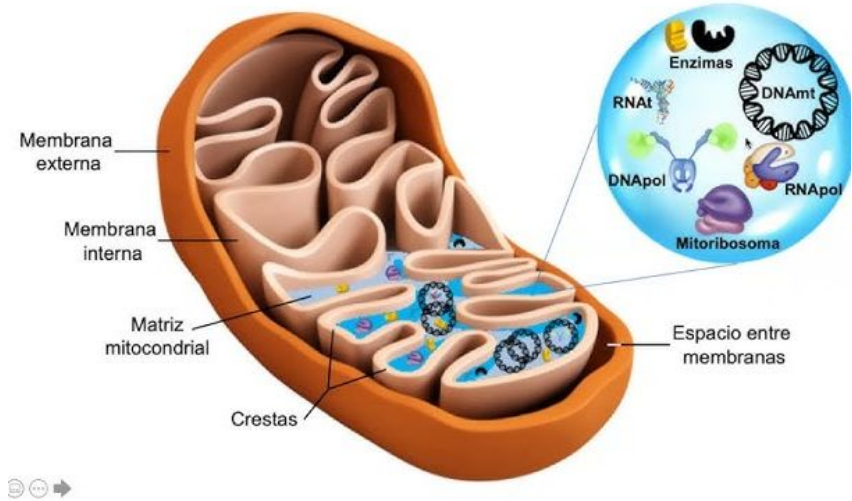
Espai intermembranós

- Espai que es troba entre les membranes mitocondrials, externa i interna.
- Composició semblant a la del citosol.

Matriu mitocondrial

Es tracta d'una solució aquosa on hi ha:

- **ADN mitocondrial**
- Molècules d'ARN
- Ribosomes propis (**mitoribosomes**)
- Enzims implicats en la replicació, transcripció i traducció de l'ADN propi.
- Enzims implicats en les rutes metabòliques del **cicle de Krebs** (degradació de glúcids) i **β -oxidació dels àcids grassos** (degradació de lípids)



6. Mitochondris

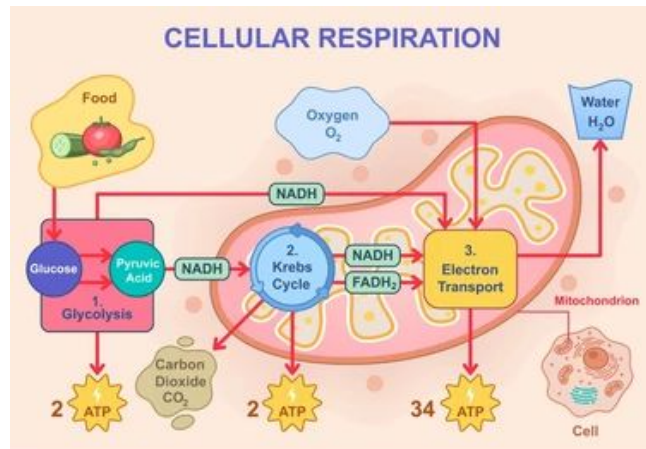
Quines són les seves funcions?

La seva funció principal és dur a terme la **respiració cel·lular**, que consisteix en la combinació de la matèria orgànica amb l'oxigen de l'aire per obtenir energia mitjançant processos d'oxidació.

Etaques de la respiració cel·lular

Cicle de Krebs → Té lloc a la matriu mitocondrial. Permet obtenir **38 molècules d'ATP** a partir d'una glucosa.

Fosforilació oxidativa (cadena respiratòria i síntesi d'ATP) → a les crestes mitocondrials de la membrana interna.

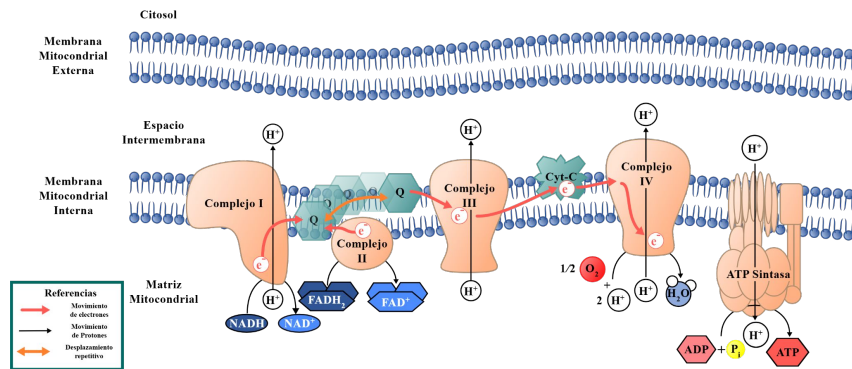


shutterstock.com · 2543445361

Cadena respiratòria

En el cicle de Krebs s'alliberen una sèrie d'electrons. Els transportadors d'electrons es localitzen a la membrana interna i s'organitzen en tres complexos:

- Complex NADH-deshidrogenasa
- Complex enzimàtic citocrom b i c1
- Complex citocrom-oxidasa



6. Mitochondris

Altres vies metabòliques que ocorren en la matriu mitocondrial:

β -oxidació dels àcids grassos → catabolisme dels lípids

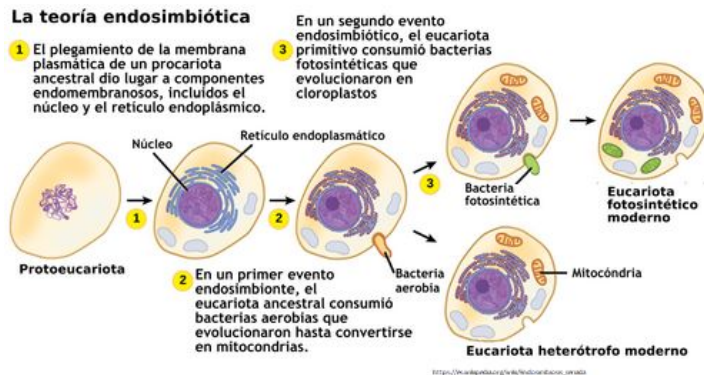
Síntesi de proteïnes → als mitoribosomes

Duplicació de l'ADN mitocondrial

Com varen sortir els mitocondris?

S'explica mitjançant la *teoria de l'endosimbiosi de Lynn Margulis*.

Una cèl·lula eucariota primitiva va fagocitar **bacteris aeròbics heteròtrofs**, els quals no varen ser digerits, sino que van quedar al citosol cel·lular, duent així a terme una simbiosi entre la cèl·lula eucariota i els bacteris.



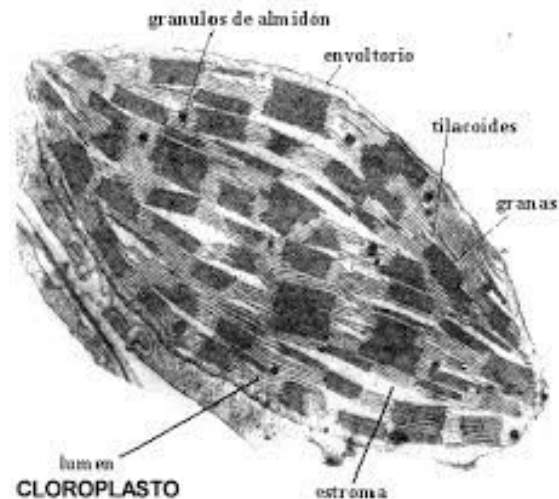
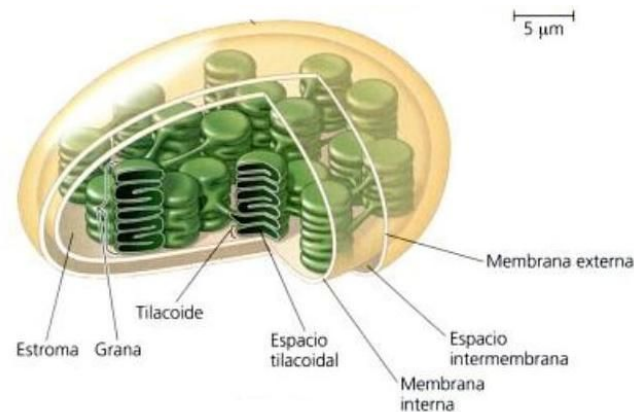
7. Cloroplasts

Òrgànuls típics de les cèl·lules vegetals i que contenen **clorofil·la**, gràcies a la qual poden **obtenir energia** (en forma d'ATP), mitjançant el procés de **fotosíntesi**.

Es troben localitzats al **citoplasma**, no tenen cap lloc fix tot i que se solen disposar entre la paret vacuolar i la membrana plasmàtica.

Quina és la seva estructura?

- Coberta formada per una **doble membrana**.
- **Estroma**
- **Tilacoides** o lamel·les.



7. Cloroplasts

Coberta formada per una doble membrana

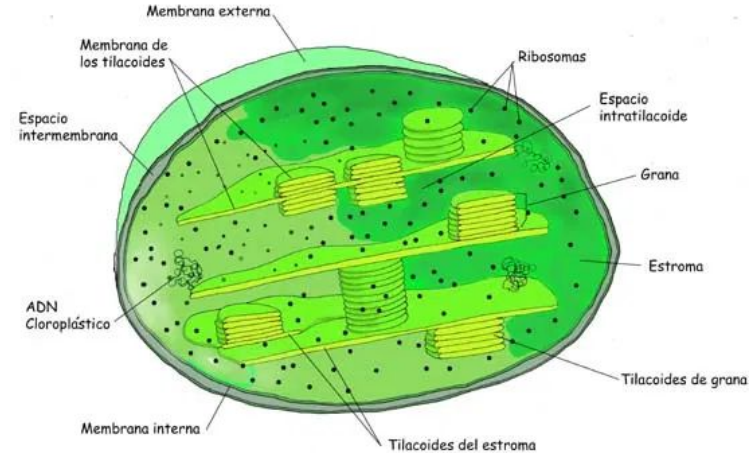
S'ha de destacar que aquestes membranes **no tenen clorofil·la**, i entre els seus lípids, al igual que passa als mitocondris i en els bacteris, **no tenen colesterol**.

- **Membrana plastidial externa** → molt permeable
- **Membrana plastidial interna** → gairebé impermeable, per això presenta una gran quantitat de permeases (**proteïnes transportadores**).

Estroma

Solució concentrada, de tipus gel, on s'hi troben:

- **DNA plastidial** → circular i en doble hèlix
- **Plastoribosomes**
- **Enzims** → es destaquen les que actuen a la fase fosca de la fotosíntesi (cicle de Calvin)
- **Inclusions** de midó i inclusions lipídiques.
- També conté tots els enzims encarregats de la duplicació, transcripció i traducció de la informació genètica



7. Cloroplasts

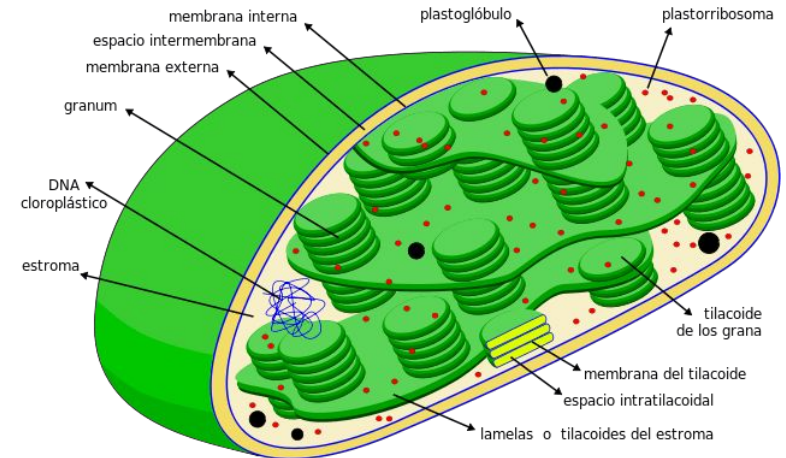
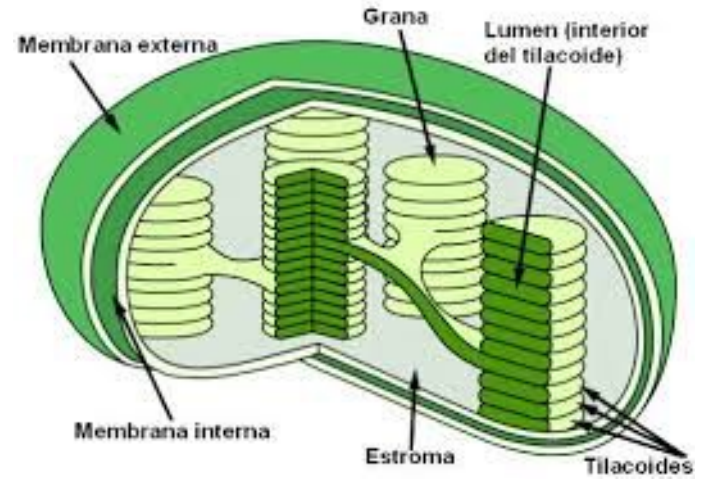
Tilacoides o lamel·les

- Són **sàculs aplanats**, formats per membranes tilacoidals que delimiten un espai intern o lumen.
- Es caracteritzen per presentar **pigments fotosintètics** a l'anomenada **membrana tilacoidal**.

Es poden trobar tilacoides de dos tipus:

Tilacoides de grana → tenen forma de disc, i es presenten amuntegats. Cada pila rep el nom de grana.

Tilacoides d'estroma → allargats, es troben estesos per tot l'estroma i uneixen els tilacoides de grana.



7. Cloroplasts

Quines són les seves funcions?

- **Fotosíntesi** → La fase lluminosa es realitza a la membrana dels tilacoides, i la fase fosca a l'estroma.
- **Fotorespiració** → procés degut a un enzim del cicle de Calvin de la fase fosca, al reaccionar amb l'oxigen en lloc de amb el diòxid de carboni.

Com varen sortir els cloroplasts?

S'explica mitjançant la *teoria de l'endosimbiosi de Lynn Margulis*.

Els cloroplasts procedeixen de **cianobacteris** que varen ser fagocitats i que varen quedar en simbiosi amb la **cèl·lula eucariota primitiva**. Així els cianobacteris disposarien d'un medi intern on quedarien protegits, i cedirien part de la matèria orgànica sintetitzada a la cèl·lula hoste.

