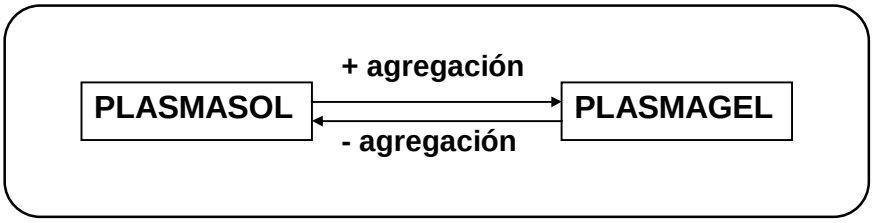
EL HIALOPLASMA . ORGÁNULOS CITOPLASMÁTICOS.

I .- El hialoplasma.

COMPOSICIÓN:

El **hialoplasma** es el líquido, más o menos homogéneo, que ocupa el espacio citoplasmático que dejan libre los orgánulos celulares.
Se trata de un medio acuoso (85% del volumen total es agua) en el que aparecen disueltas las biomoléculas: sales minerales, glúcidos, lípidos, proteínas, ácidos nucléicos. Este tipo de disolución, en la que las moléculas de soluto son de gran tamaño, se denomina **disolución coloidal o coloide**. Los coloides pueden presentarse bajo dos estados de agregación diferentes: el **estado sol** (de menor agregación; más fluído) o el **estado gel** (de mayor agregación; más viscoso). Así pues, podemos hablar de **plasmasol**, para referirnos al hialoplasma en estado sol, y de **plasmagel**, para referirnos al hialoplasma en estado gel. Generalmente, la región más periférica del hialoplasma (la que está en contacto con la membrana plasmática) se encuentra en forma de gel, lo que contribuye a mantener la forma de la célula, mientras que las regiones más internas se encontrarían bajo la forma de sol, que facilita la posibilidad del desplazamiento de materiales en el seno del hialoplasma.
Se puede pasar de uno a otro de los estados coloidales, en función de las necesidades de la célula; por tanto, hay una reversibilidad sol/gel que depende, no de cambios en la composición de los solutos, sino del nivel de agregación de los mismos:



La mayor o menor agregación se debe a la polimerización o despolimerización de proteínas hialoplasmáticas de tipo fibrilar (como la actina, p.ej.).

FUNCIONES:

El hialoplasma es, fundamentalmente, un medio acuoso en el que transcurren gran cantidad de reacciones metabólicas celulares: glucolisis,gluconeogénesis biosíntesis de ácidos grasos, de aminoácidos, de nucleótidos,...

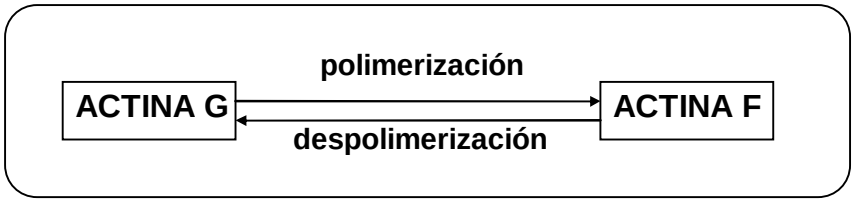
II.- El citoesqueleto.

El citoplasma celular no es una masa amorfa, sino que posee una compleja organización estructural, en la que intervienen diversos tipos de filamentos proteícos. El conjunto de estos filamentos constituye el **citoesqueleto**.
La utilización del término citoesqueleto ("esqueleto celular") puede inducirnos a pensar que se trata de una estructura rígida, permanente, a modo de armazón interno. En realidad, se trata de una estructura cambiante, dinámica, capaz de organizarse o desorganizarse en distintos lugares de la célula, en función de las necesidades de la misma.
Los constituyentes del citoesqueleto son proteínas, capaces de adoptar estructuras filamentosas, que podemos clasificar en tres grupos, en relación con el tamaño que poseen:

1. **Microfilamentos,** de menor tamaño.
2. **Filamentos intermedios,** de tamaño intermedio.
3. **Microtúbulos,** de mayor tamaño.

- **MICROFILAMENTOS:**

Los más importantes son los filamentos de **actina**. La actina es una proteína globular, capaz de polimerizarse formando largas cadenas fibrilares; por tanto, podemos encontrar : **actina globular (actina G)** o **actina fibrilar (actina F).** El paso de una forma de actina a la otra depende de su polimerización o despolimerización:



Es probable que la polimerización/despolimerización de la actina esté directamente relacionada con la transición gel/sol en el hialoplasma. De un modo más concreto, los microfilamentos de actina estarían implicados en las siguientes funciones:

1. **Mantienen la forma de la célula.** Situados bajo la membrana plasmática, dan consistencia y flexibilidad.
2. **Sirven de armazón de las prolongaciones citoplasmáticas**, como en el caso de las microvellosidades intestinales.
3. **Facilitan las deformaciones de la membrana** (pseudópodos), que están implicadas en la locomoción celular (movimiento ameboide) y en los fenómenos de endocitosis y exocitosis.
4. **Generan corrientes citoplasmáticas**.

5. **Constituyen el “anillo de estrangulamiento” en la citocinesis**.
6. **Posibilitan la contractilidad muscular**.

- **FILAMENTOS INTERMEDIOS.**

Los filamentos intermedios, a diferencia de los otros componentes del citoesqueleto, no se polimerizan y despolimerizan, sino que poseen una estructura permanente (conformación espacial) de tipo filamentoso.
Son muy diversos, dependiendo del tipo de célula (epitelial, conjuntiva, muscular,...) en el que aparecen. No obstante, todos ellos desempeñan funciones estructurales (resistencia mecánica, impermeabilización,...). De todos ellos, los más significativos son los **filamentos de queratina** o **tonofilamentos** de las células epiteliales.

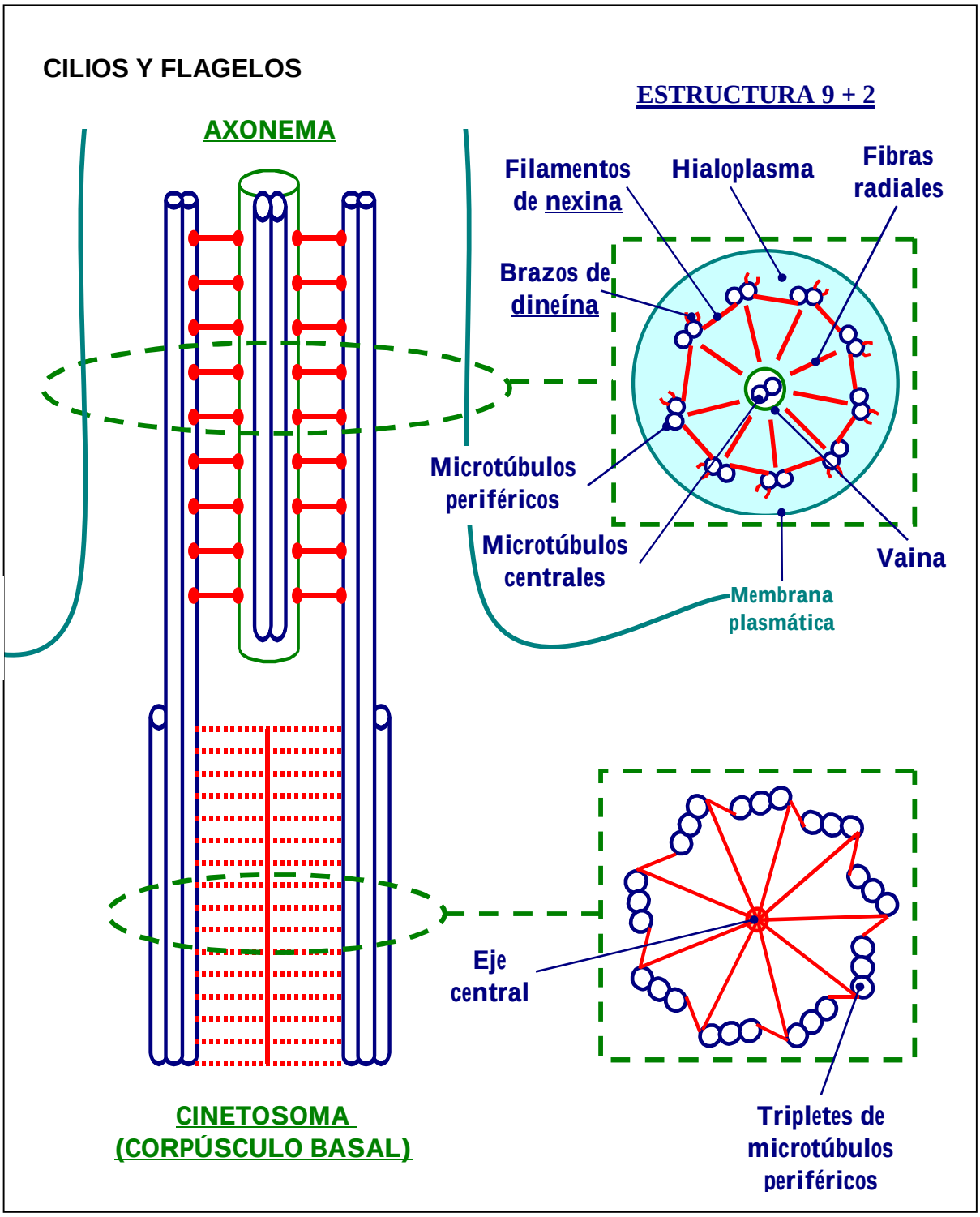
- **MICROTÚBULOS.**

Están constituídos a partir de moléculas de una proteína globular: la **tubulina**. Las unidades de tubulina se polimerizan constituyendo una estructura en forma de cilindro hueco que se llama **microtúbulo**.
Los microtúbulos pueden constituir estructuras transitorias (**microtúbulos lábiles**) o permanentes (**microtúbulos estables**).

1. **Microtúbulos lábiles.** Se organizan cuando la célula los necesita e inmediatamente vuelven a desorganizarse.
    - **Formación del huso acromático.**
    - **Transporte axónico de neurotransmisores (neuronas).**
    - **Migración de granos de pigmento (células pigmentarias).**

2. **Microtúbulos estables.** Son permanentes, en las células en las que aparecen (que no son todas).
    - **Cilios y flagelos.** Son prolongaciones filamentosas del citoplasma, rodeadas por membrana, en cuyo interior existe un armazón microtubular: **9 pares de microtúbulos periféricos** + **1 par de microtúbulos centrales** rodeados por una **vaina**; cada pareja de microtúbulos periféricos se une a la vaina central por **unas fibras radiales**, y a las parejas adyacentes por **filamentos de nexina**; unida a los microtúbulos periféricos, aparece una proteína contráctil, la **dineína**, responsable del movimiento del batido del cilio o flagelo; este conjunto se denomina **axonema**. En la base de cada cilio o flagelo, existe un **corpúsculo basal o cinetosoma**, formado por 9 tripletes de microtúbulos en forma de cilindro hueco (que se continúan parcialmente en el axonema) con un eje central; esta estructura controla y coordina el movimiento de batido del axonema. Los cilios y flagelos poseen un movimiento ondulatorio que bate el líquido en contacto con la célula, produciendo el desplazamiento celular (locomoción) o el del fluído que está en contacto con ella (limpieza). Ambas estructuras se diferencian únicamente en la

longitud y en el número (CILIOS: cortos y numerosos. FLAGELOS: largo y único).

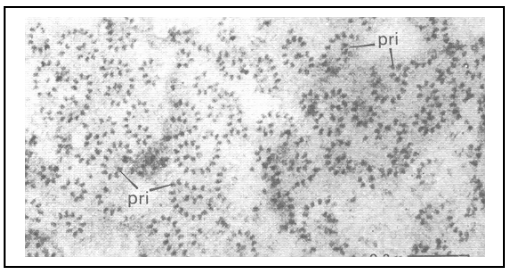


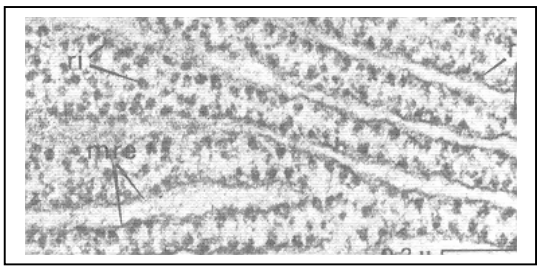
- **Centriolos (centrosoma).** El **centrosoma** o **citocentro** es una estructura que únicamente aparece en las células animales, y está constituída por un par de centriolos (similares en todo a los cinetosomas de cilios o flagelos) dispuestos perpendicularmente entre sí (**diplosoma**), rodeados por una zona densa (**material pericentriolar**), del que parten unos microtúbulos radiales (**áster**). El centrosoma se interpreta como un **centro organizador de microtúbulos**, a partir del cual se constituye el huso acromático en las células animales; sus centriolos pueden también constituirse en corpúsculos basales de cilios o flagelos.

III.- Ribosomas.

ESTRUCTURA:

Son orgánulos citoplasmáticos granulares de pequeño tamaño, no limitados por membrana. En su composición intervienen el ARN-r y las proteínas. Están constituídos por dos subunidades de diferente tamaño, que sólo se ensamblan cuando se va a iniciar la síntesis proteíca. En esta situación, varios ribosomas recorren sucesivamente la cadena de ARN-m traduciendo su información; a esta estructura, que se visualiza al microscopio como una especie de "rosario" se le denomina **polisoma**.





FUNCIONES:

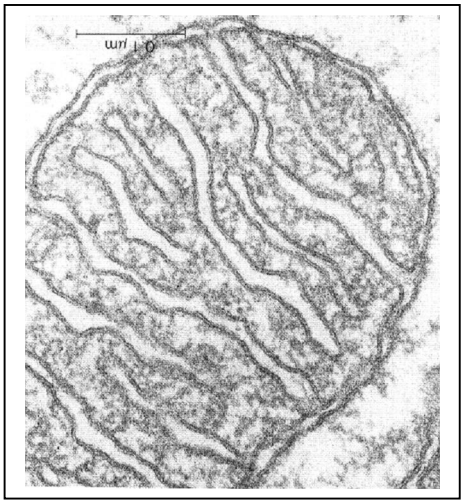
La función de los ribosomas es siempre la **síntesis de proteínas**, tanto en aquellos que están asociados a las membranas del retículo endoplasmático como en los que se encuentran libres en el hialoplasma.

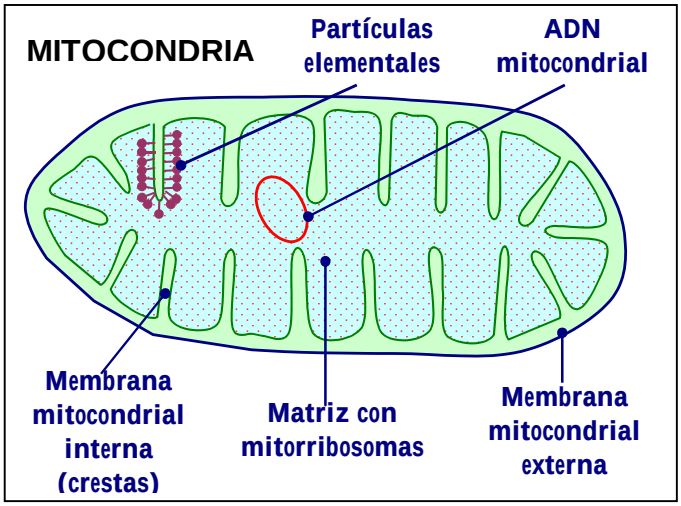
IV.- Mitocondrias.

ESTRUCTURA:

Las mitocondrias son unos orgánulos de gran tamaño, de forma variada, aunque predominan las morfologías ovaladas.
Son orgánulos limitados por una doble membrana: la **membrana mitocondrial externa** y la **membrana mitocondrial interna**; entre ambas, se sitúa el **espacio intermembranoso**.

La membrana mitocondrial externa es lisa, y tiene una composición y características similares a las de cualquier otra membrana celular; no obstante, posee una elevada proporción de proteínas transmembrana transportadoras (proteínas de canal), lo que le confiere una gran permeabilidad.
El espacio intermembranoso está ocupado por una disolución cuya composición es, lógicamente, similar a la del hialoplasma.
La membrana mitocondrial interna presenta repliegues hacia el interior de la mitocondria: las **crestas mitocondriales**, que sirven de soporte a secuencias enzimáticas. Sobre la superficie de las crestas mitocondriales, se disponen las **partículas elementales**, que constan de una **base** integrada en la propia membrana, un **pedúnculo** o tallito (F_0) y una **estructura esférica** (F_1). La membrana mitocondrial interna posee una menor porporción de lípidos, y carece absolutamente de colesterol (igual que ocurre en las membranas de las células procariontes). Su contenido en proteínas es muy elevado, incluyendo las que constituyen la **cadena transportadora de electrones**, el **complejo enzimático ATP-sintetasa** (localizado en las partículas elementales) y **proteínas transportadoras**, necesarias para el paso de moléculas dada la elevada impermeabilidad de esta membrana.
El espacio interno de la mitocondria está ocupado por un líquido (la **matriz mitocondrial**) que contiene: **ADN mitocondrial** (de estructura circular, similar al de las células procariontes), **ribosomas mitocondriales o mitorribosomas** (de tamaño pequeño) y **sistemas enzimáticos** : los que intervienen en la duplicación y expresión del ADN mitocondrial, y los enzimas oxidativos responsables de los procesos catabólicos de la respiración celular.





FUNCIONES:

La principal función de la mitocondria es la **obtención de energía** para la célula. Para ello, entre otros procesos metabólicos, lleva a cabo la **respiración celular** (oxidación de diversos sustratos para obtener energía, que se almacena en los enlaces altamente energéticos del ATP).

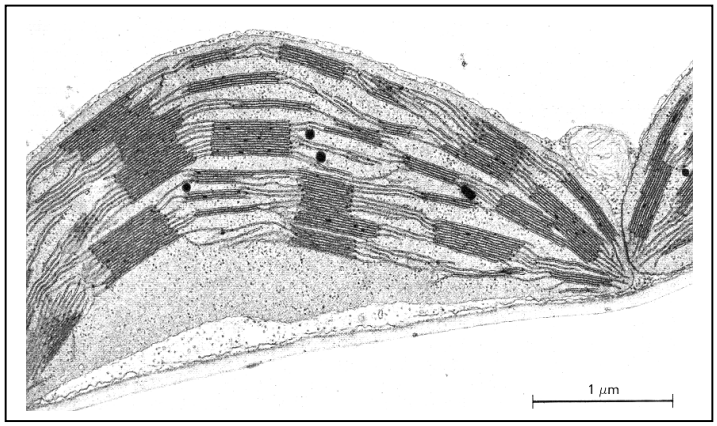
V.- Cloroplastos.

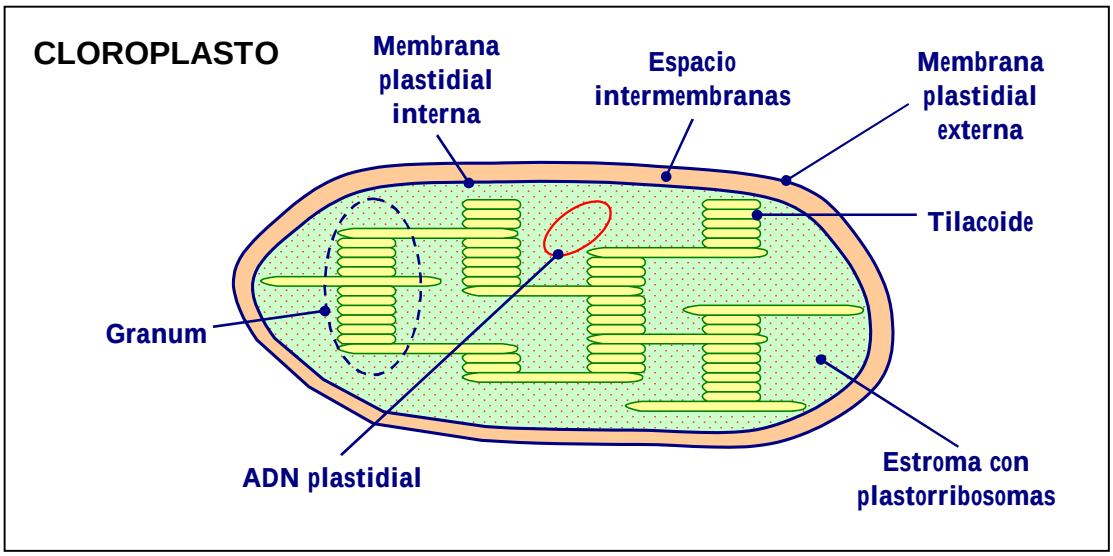
ESTRUCTURA:

Los cloroplastos son orgánulos exclusivos de las células vegetales, de gran tamaño y de morfología variable, con predominio de las forma ovaladas.
Son orgánulos limitados por una doble membrana: la **membrana plastidial externa** y la **membrana plastidial interna**. Entre ambas, se sitúa el **espacio intermembranoso**.

La membrana plastidial externa es muy permeable, debido a la presencia de un gran número de proteínas transportadoras. El espacio intermembranoso posee una composición análoga a la del hialoplasma.
La membrana plastidial interna es lisa (a diferencia de la mitocondrial), carece de colesterol, y posee muchas proteínas transportadoras para compensar la gran impermeabilidad de esta membrana, y permitir el paso de determinados materiales.

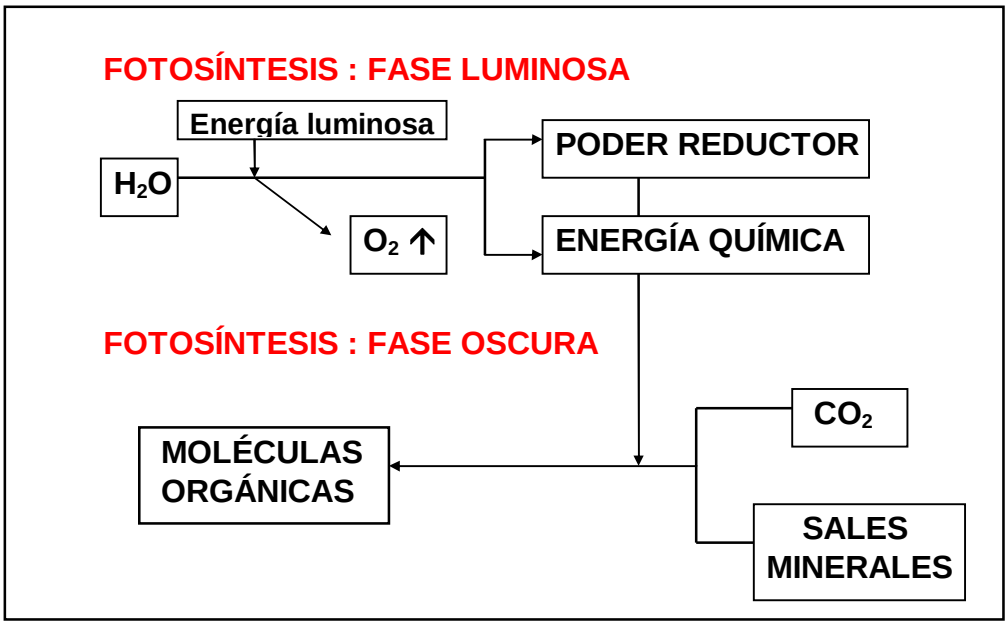
El interior del cloroplasto contiene un tercer tipo de sistema membranoso: la **membrana tilacoidal**, que constituye unos discos aplanados (los **tilacoides**), interconectados entre sí, delimitando un **espacio intratilacoidal**. Los tilacoides se agrupan formando apilamientos (los **grana**). La membrana tilacoidal contiene los **pigmentos fotosintéticos** (**clorofila** y otras moléculas), capaces de captar la energía luminosa, y tres tipos de proteínas: las que se **asocian a los pigmentos fotosintéticos**, las que constituyen una **cadena de transporte electrónico** y las que conforman el **complejo ATP-sintetasa**.
El espacio interno del cloroplasto está ocupado por un líquido (el **estroma**), que contiene: **ADN plastidial** (similar al de las células procariontes), **ribosomas plastidiales o plastorribosomas** (de pequeño tamaño) y **sistemas enzimáticos**: los que intervienen en la duplicación y expresión de la información contenida en el ADN plastidial, y los que intervienen en la síntesis de materia orgánica (fase oscura de la fotosíntesis).





FUNCIONES:

La función de los cloroplastos es realizar la **fotosíntesis**, proceso que permite sintetizar materia orgánica, a partir de moléculas inorgánicas, utilizando para ello la energía luminosa de origen solar. Este proceso se realiza en dos fases, que se localizan en diferentes lugares del cloroplasto: la **fase luminosa**, que se produce en los tilacoides, y la **fase oscura**, que se lleva a cabo en el estroma.



VI.- Origen endosimbiótico de mitocondrias y cloroplastos.

Las mitocondrias y cloroplastos son orgánulos que presentan importantes peculiaridades estructurales:

- están limitados por doble membrana

- la membrana interna presenta características similares a las de las células procariontes.
- en la mitocondria, las crestas mitocondriales recuerdan a los mesosomas bacterianos.
- en los cloroplastos, las membranas tilacoidales recuerdan a las de células procariontes fotosintéticas.
- poseen información propia, en un ADN circular.
- poseen ribosomas similares a los de las células procariontes.
- poseen sistemas enzimáticos que les confieren una gran autonomía, hasta el punto de que poseen capacidad de división.

Todas estas características parecen sugerir la idea de un **origen endosimbiótico,** a partir de células primitivas fagocitadas e incorporadas al interior de células de mayor tamaño.