

Bioenergética

Diferencia fundamental entre una célula y el conjunto de moléculas que la componen es **su mayor organización con respecto al medio:**

Axioma

"los organismos vivos presentan un alto grado de orden, y cuando crecen y se dividen crean más orden a partir de materiales que están en un mayor grado de desorden"

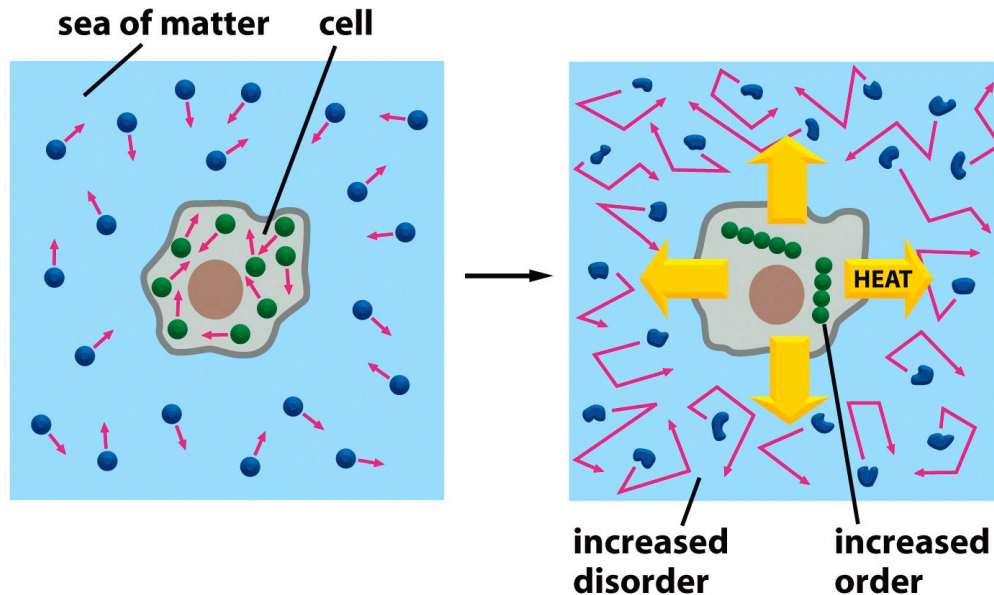
Todos los organismos

Fotótrofos

La energía
proviene
de la luz

Quimiótrofos

La energía proviene
de compuestos
químicos



Células captan Energía de su entorno y la usan para generar Orden.

Parte de la energía usada se disipa como calor (Entalpía: H) y se libera al entorno.

Aumenta la Entropía (S) del universo.

Moléculas complejas: food molecules
ADN, ARN, proteínas.

the many molecules
that form the cell

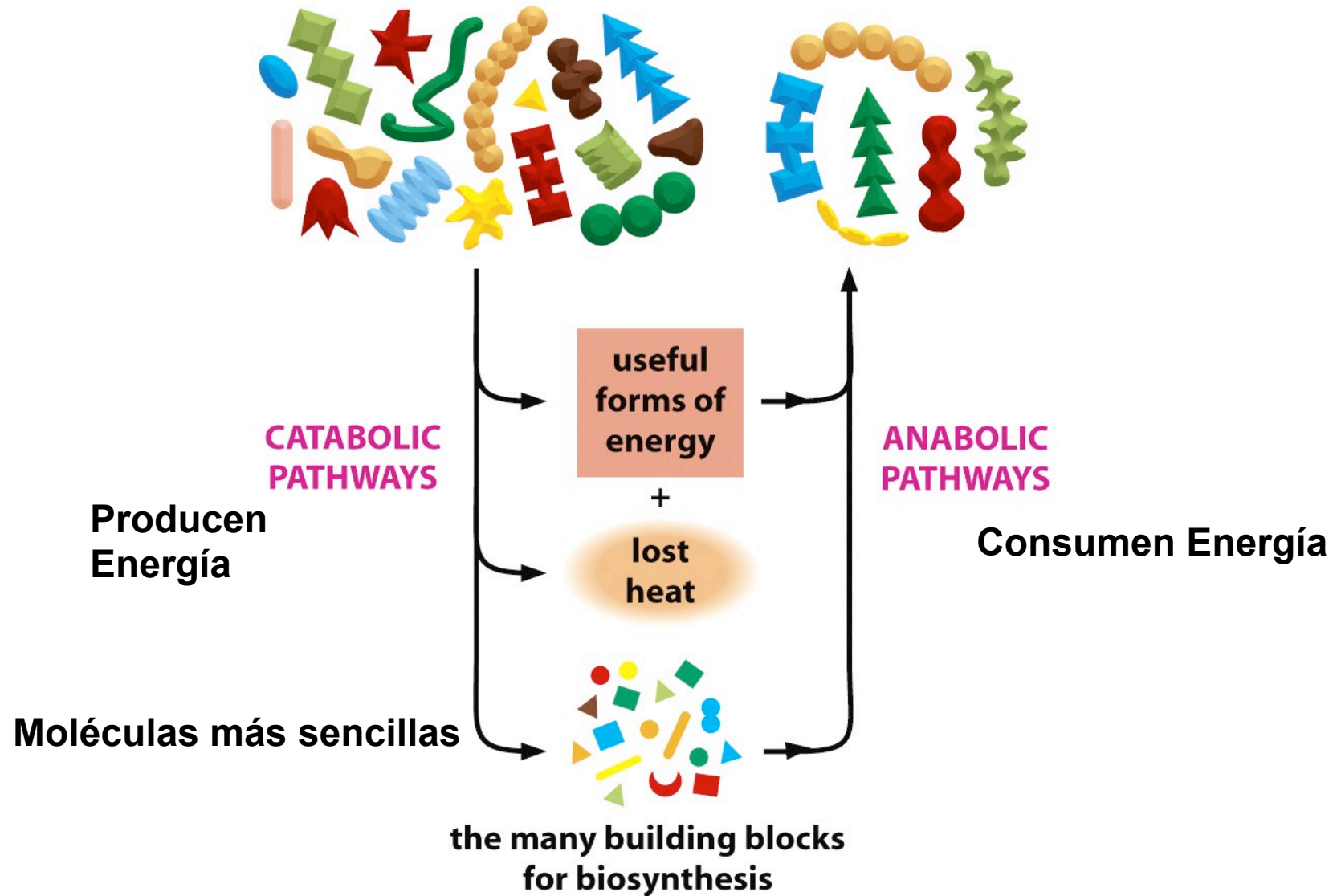
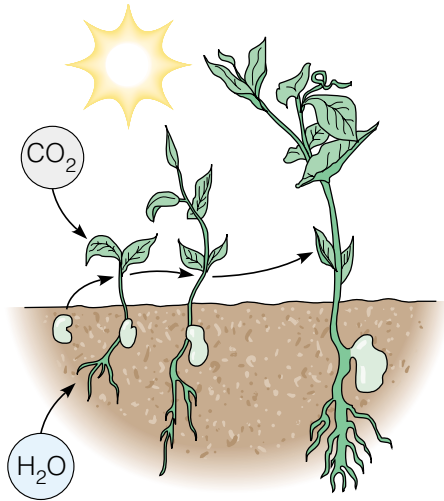


Figure 2-36 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

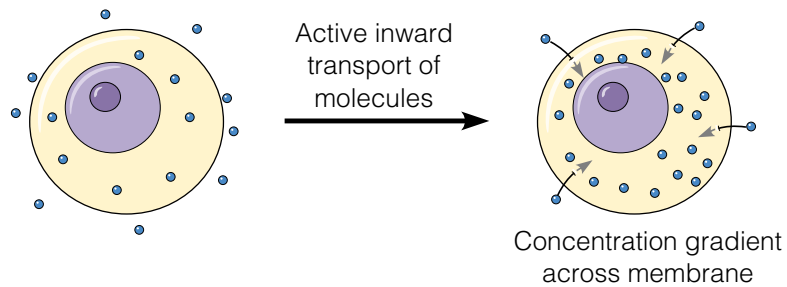
Trabajo ($P\Delta V$)



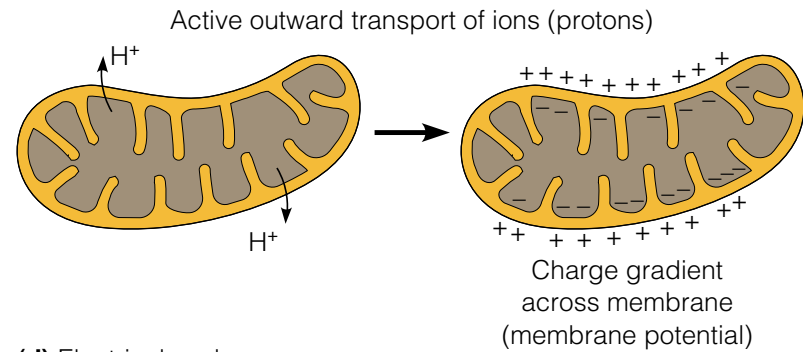
(a) Synthetic work



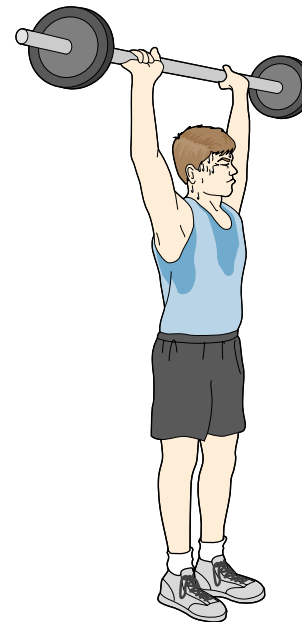
(b) Mechanical work



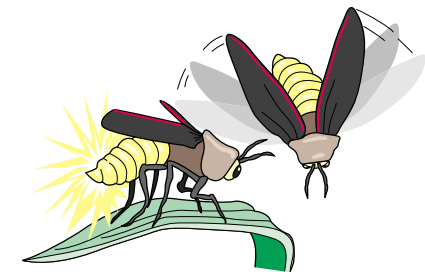
(c) Concentration work



(d) Electrical work



(e) Heat



(f) Bioluminescent work

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

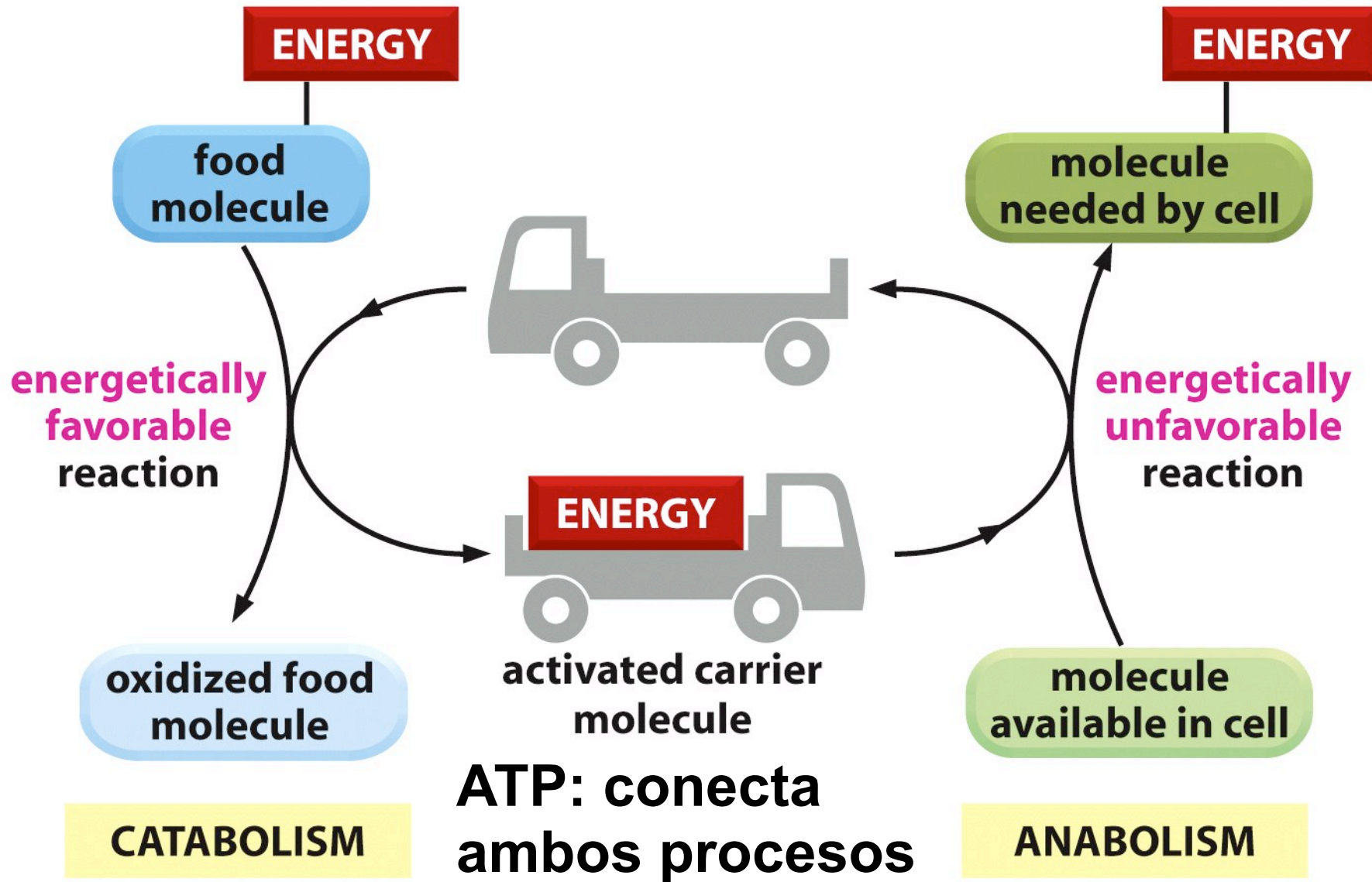
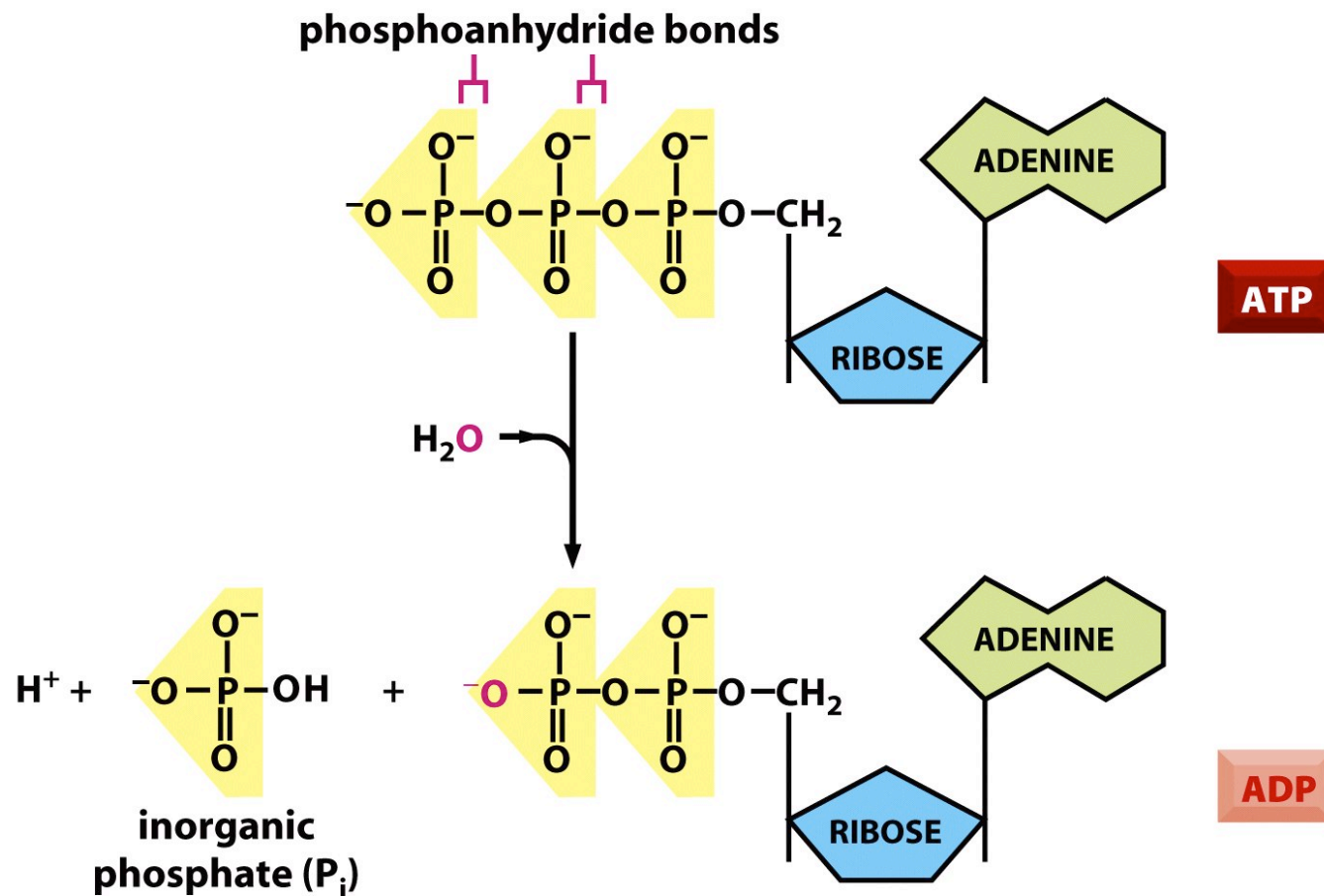


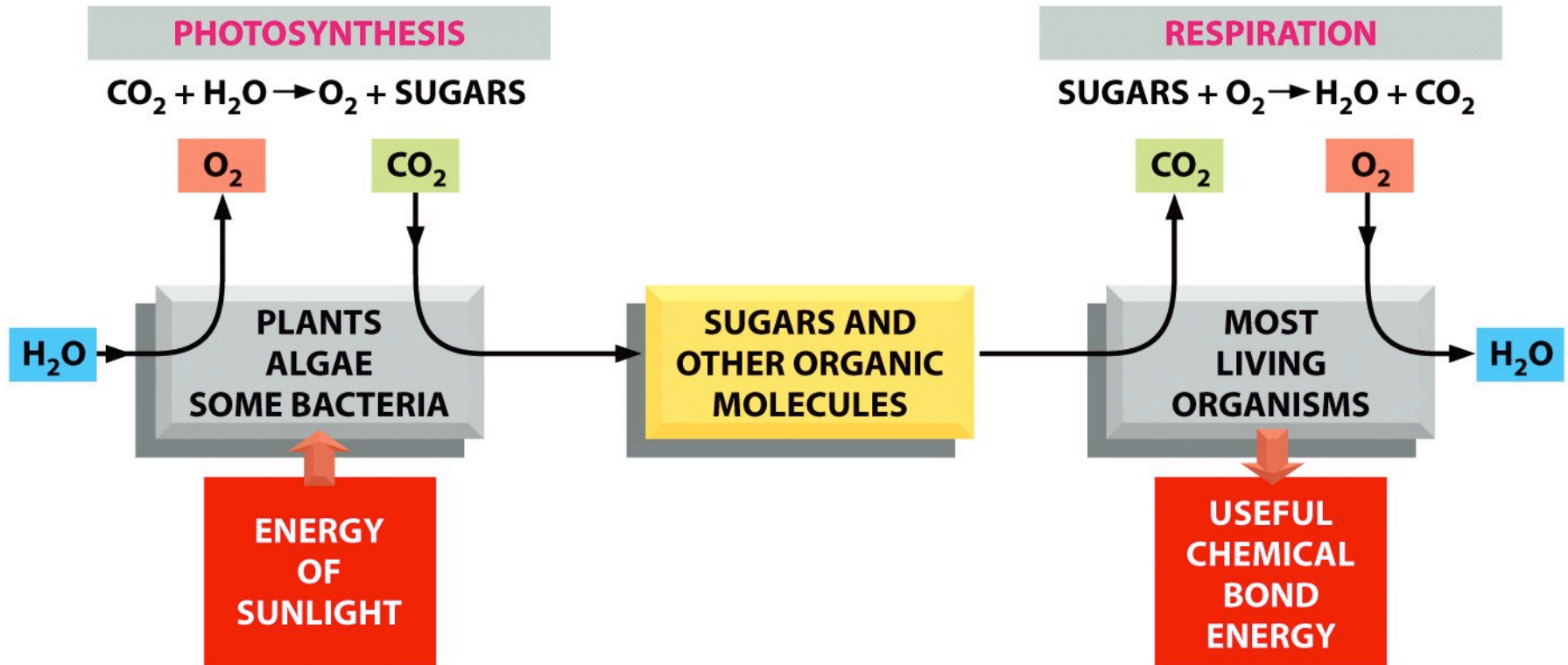
Figure 2-55 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

ATP

La ruptura de los enlaces fosfoanhídrido libera energía (reacción con un valor de energía libre negativo) $\longrightarrow$ TRABAJO BIOLÓGICO



Fotosíntesis y Respiración como Procesos Complementarios.



Energía que permite Trabajo Biológico:
Síntesis de macromoléculas,
trabajo mecánico.

Moléculas de relevancia en el Metabolismo

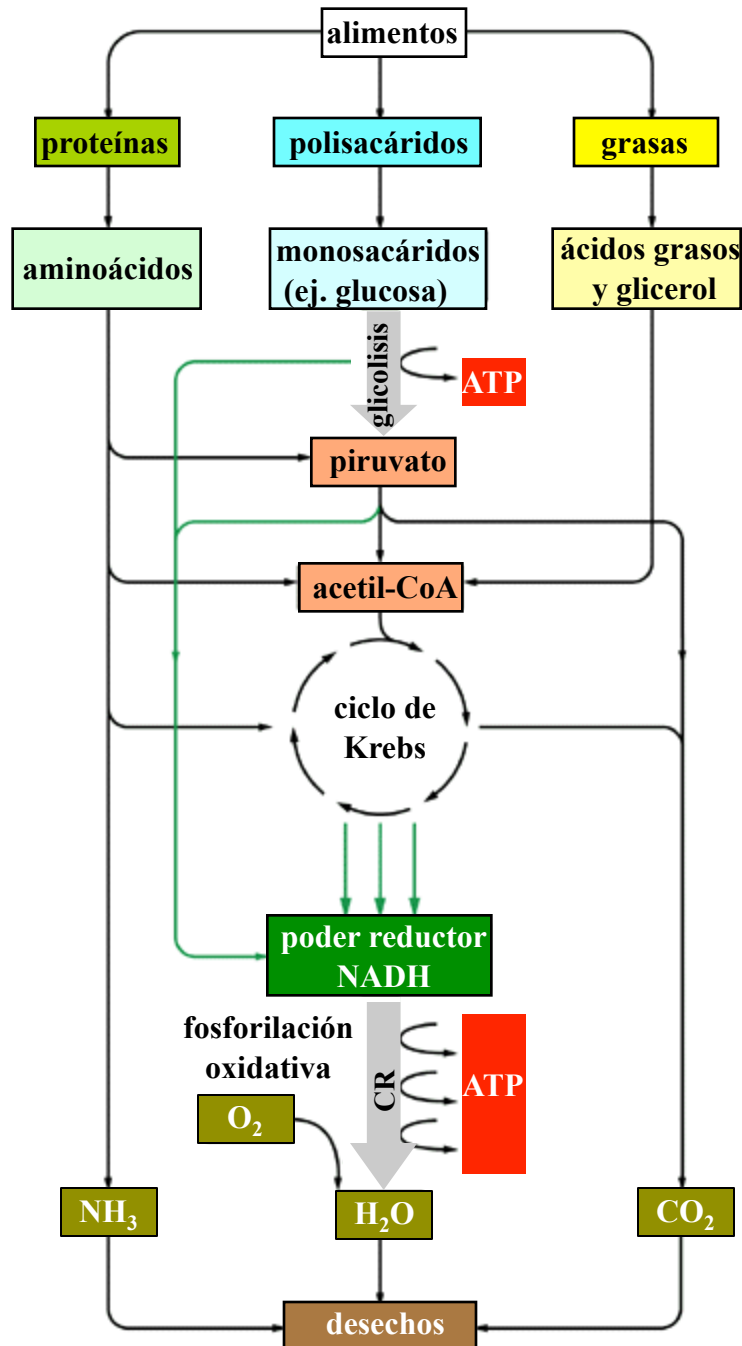
Table 2–5 Some Activated Carrier Molecules Widely Used in Metabolism

ACTIVATED CARRIER	GROUP CARRIED IN HIGH-ENERGY LINKAGE
ATP	phosphate
NADH, NADPH, FADH ₂	electrons and hydrogens
Acetyl CoA	acetyl group
Carboxylated biotin	carboxyl group
S-Adenosylmethionine	methyl group
Uridine diphosphate glucose	glucose

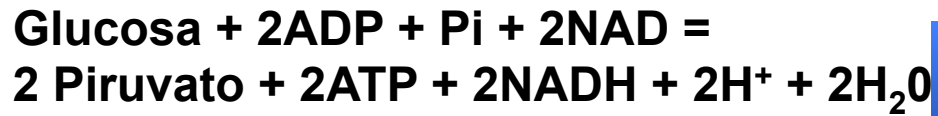
Etapa 1:
desdoblamiento de
macromoléculas a
subunidades simples

Etapa 2:
desdoblamiento de
las subunidades a
acetil-CoA y pro-
ducción de canti-
dades limitadas de
ATP y NADH

Etapa 3:
oxidación completa
del acetil-CoA hasta
 CO_2 y H_2O con pro-
ducción de grandes
cantidades de ATP y
NADH



Glucosa



glicólisis
(10 reacciones sucesivas)

**condiciones
anaeróbicas**

2 Etanol + 2CO₂

fermentación
alcohólica en
levaduras

2 Piruvato

**condiciones
aeróbicas**

2CO₂

2 AcetilCoA

**ciclo de
Krebs**

4CO₂ + 4H₂O

Células animales, vegetales
y muchas bacterias bajo
condiciones aeróbicas

**condiciones
anaeróbicas**

2 Lactato

fermentación a lactato
en músculo, eritrocitos,
y
microorganismos

Glicólisis:

Ocurre en el
Citosol de la
célula

Recordar:

Sin Oxígeno-Fermentación

En presencia de oxígeno-
respiración celular

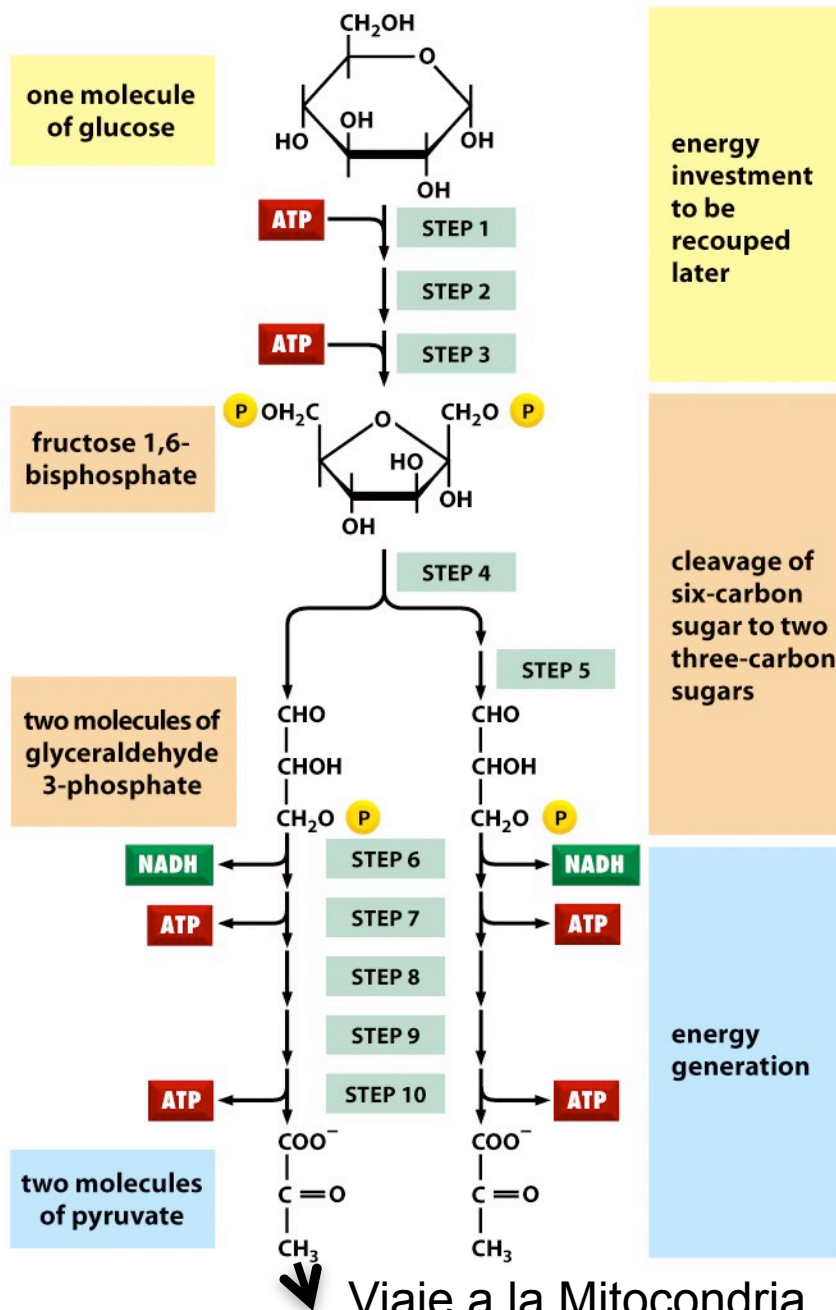
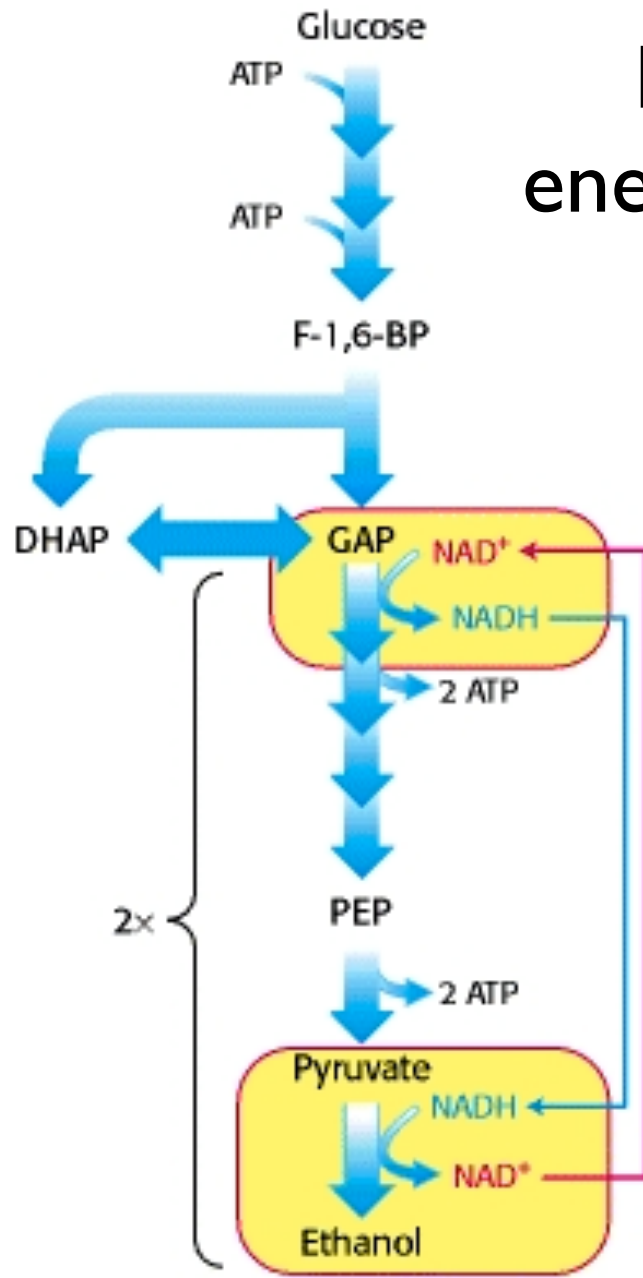
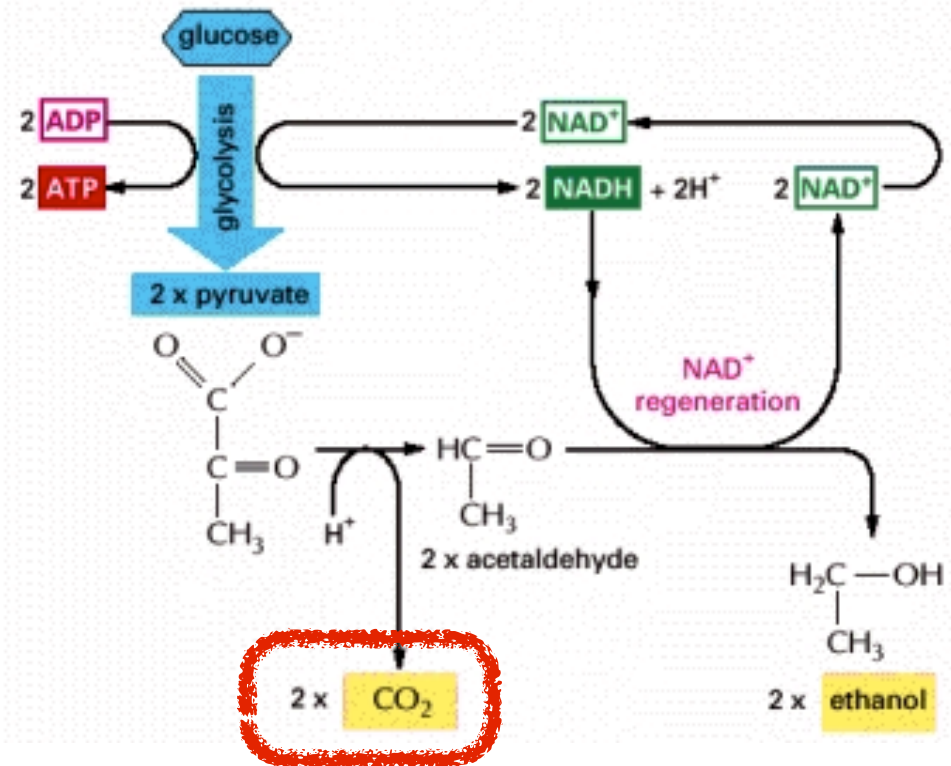


Figure 2-70 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

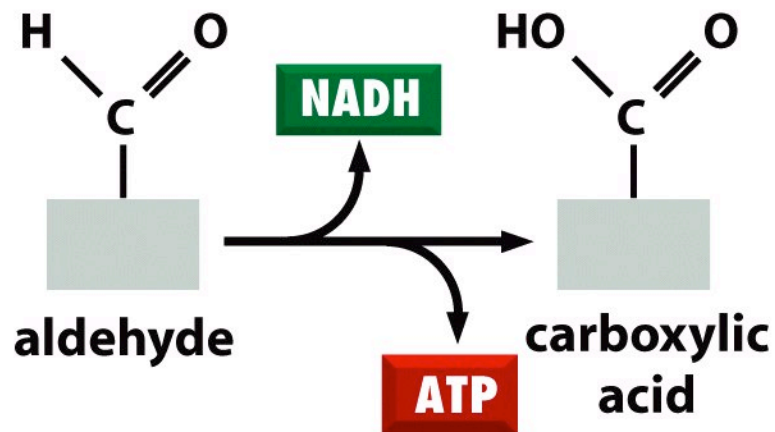
Fermentación, o, cómo sacar energía rápidamente de la glicólisis y no quedarse sin NAD⁺



(B) FERMENTATION LEADING TO EXCRETION OF ALCOHOL AND CO₂

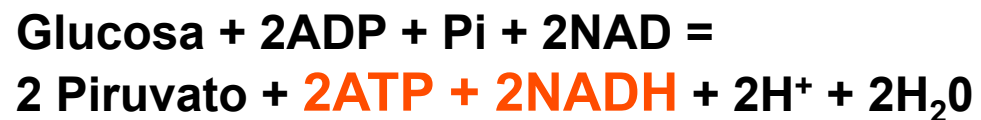


SUMMARY OF STEPS 6 AND 7



Much of the energy of oxidation has been stored in the activated carriers ATP and NADH.

La oxidación de la Glucosa genera ATP y NADH

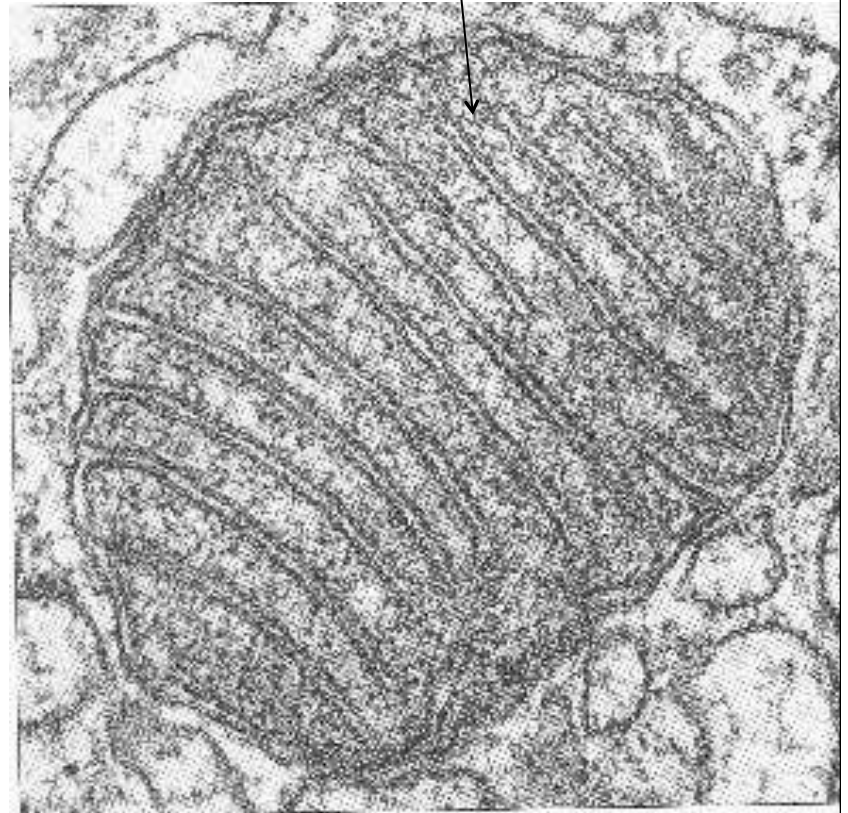


MITOCONDRIAS

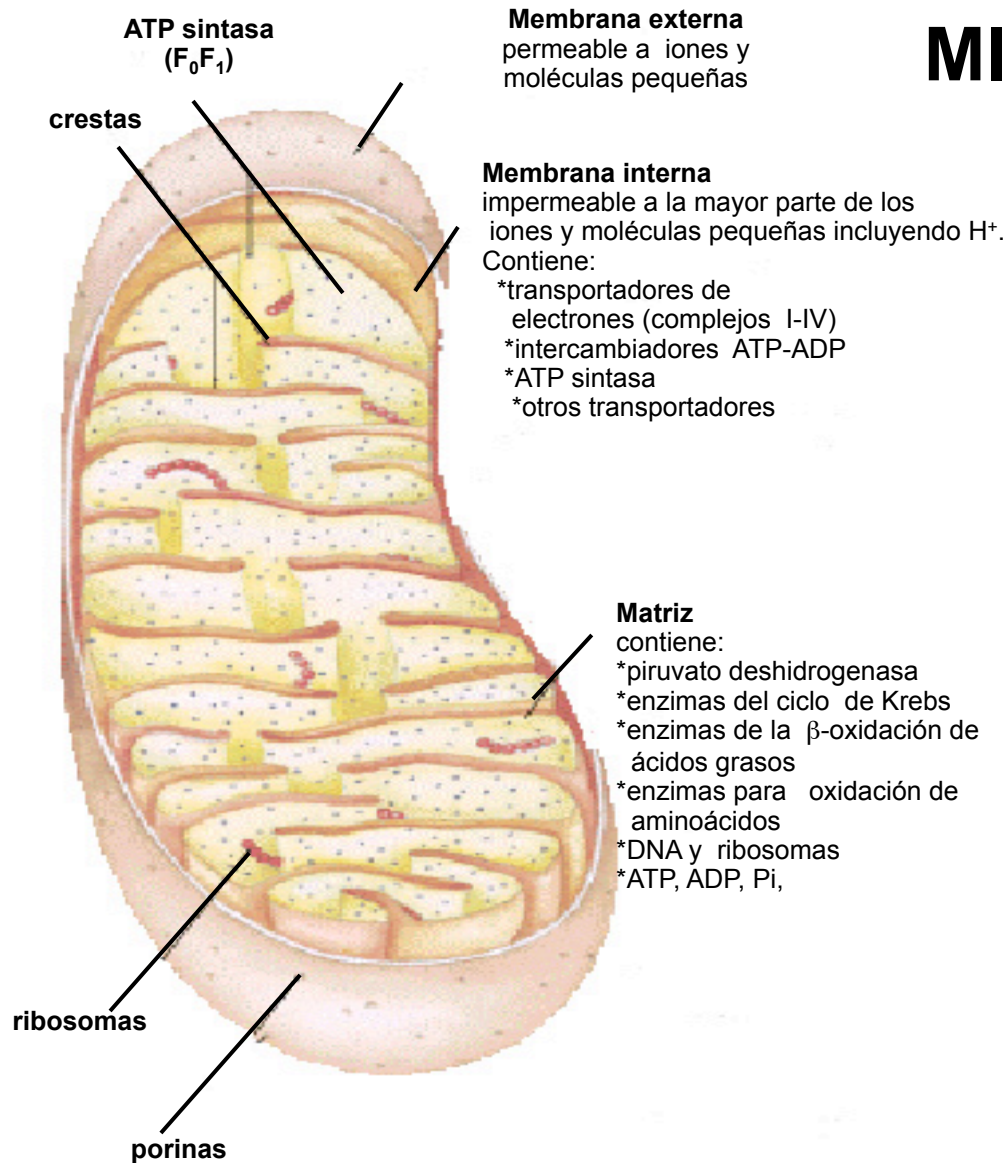


0,2 A 10 μm de diámetro
1 a 4 μm de longitud

DNA
mitocondrial



MITOCONDRIAS



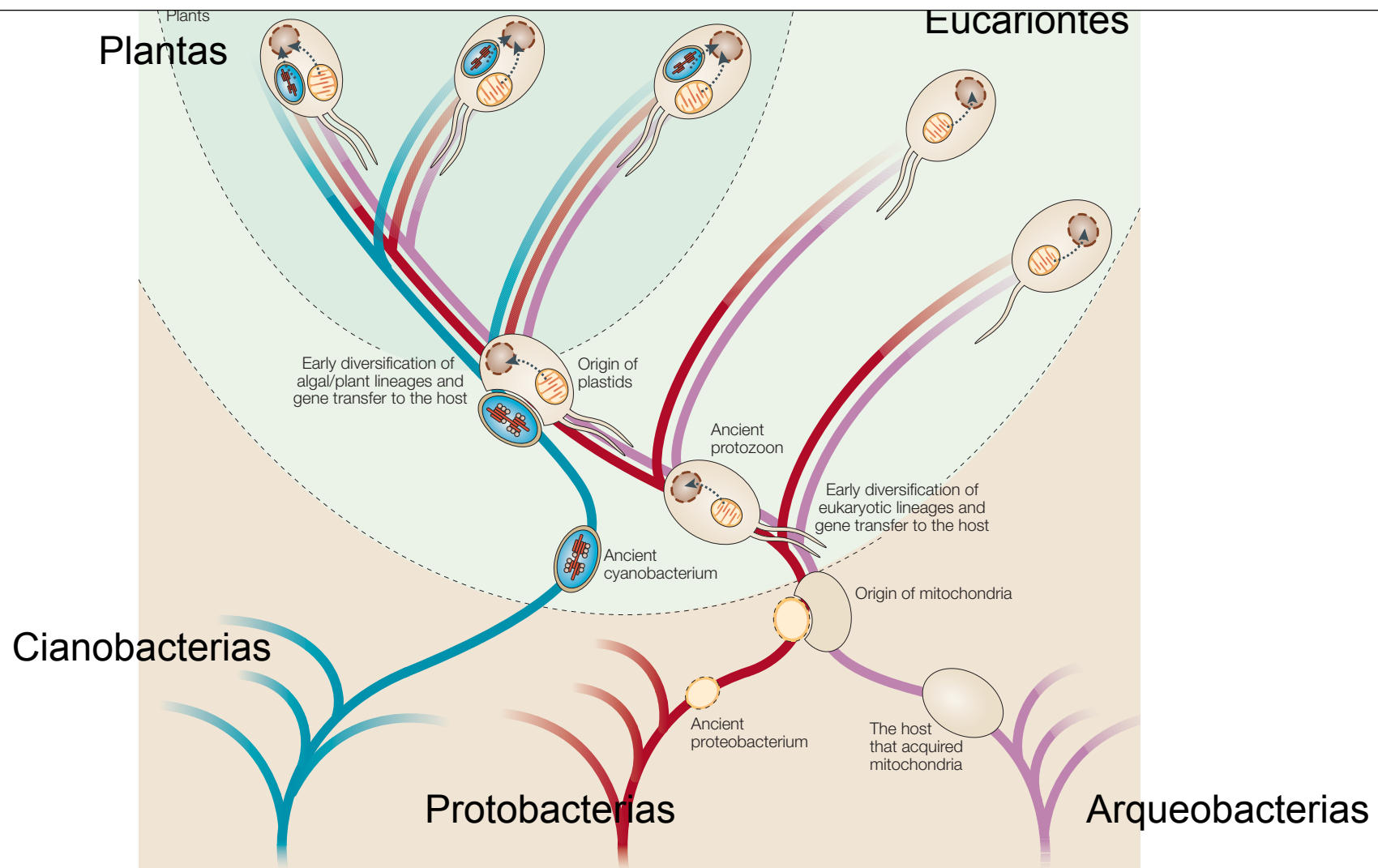
Origen de las Mitocondrias

Características probables de los protoeucariontes

1. Células Depredadoras:
 - Sin pared celular, por lo tanto, capaces de fagocitar.
 - Gran Tamaño,
 - Citoesqueleto
 - Núcleo protegido (de las presas y de las enzimas digestivas).

Características probables de las protomitocondrias

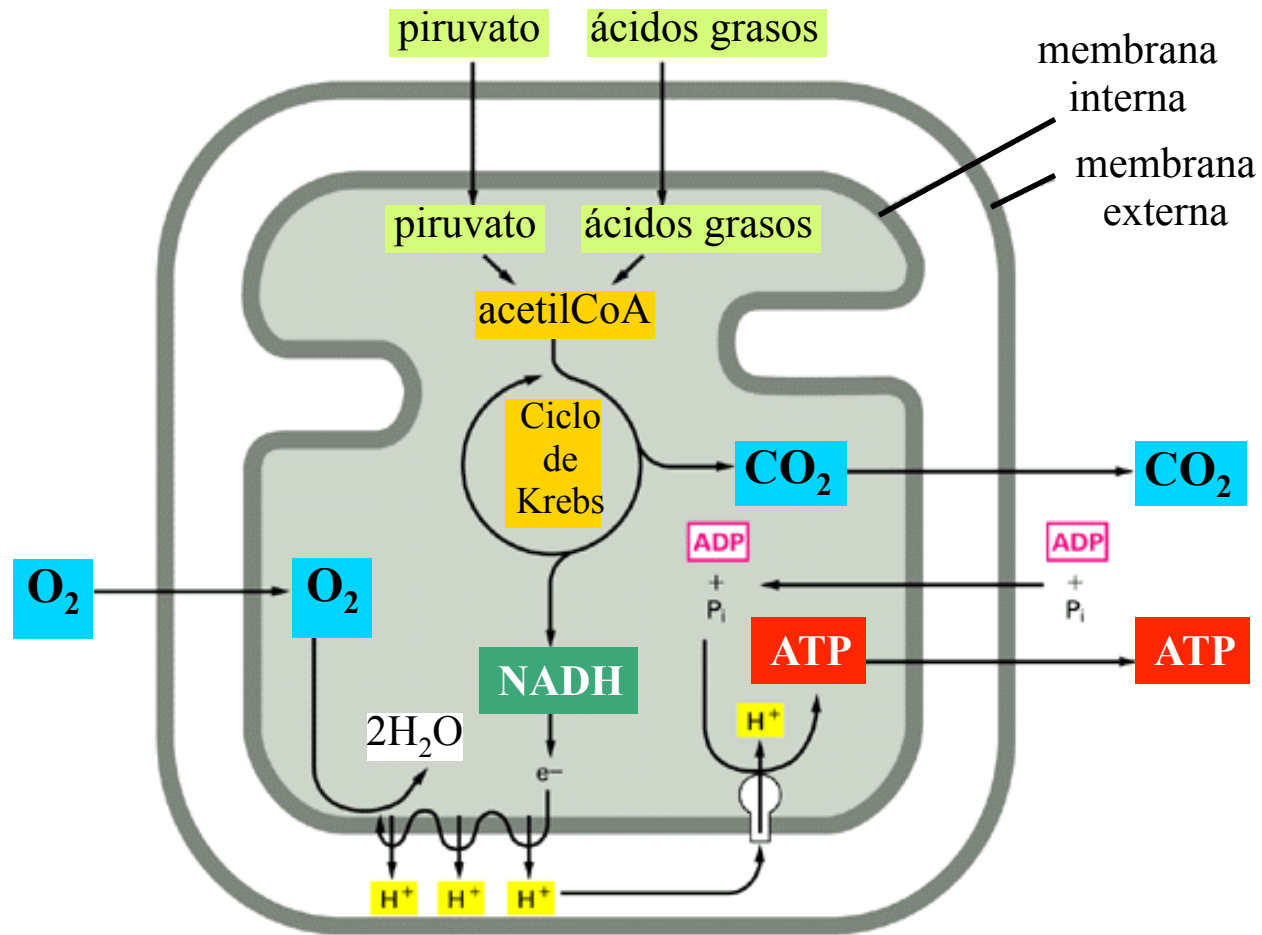
1. ¿Parásitos intracelulares? Poco probable debido a su eficiente metabolismo.
2. Cadena transportadora de H^+ en la membrana. Probablemente asociada ya a la generación de energía, pero desarrollada inicialmente para...
3. Sin núcleo definido.



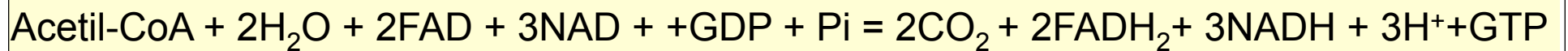
Endosimbiontes Intracelulares que derivaron de procariotes de vida libre han dado origen a dos organelos citoplasmáticos:

Las Mitocondrias se originaron a partir de una α -proteobacteria, mientras que los cloroplastos derivan de las cianobacterias. Ambos organelos han transferido un número sustancial de genes a sus hospederos. Las características del hospedero de las mitocondrias son controversiales, se sabe que estuvo relacionado con las ARCHAEBACTERIA, pero se desconoce su organización intracelular (procarionte, eucarionte o intermedio) y sus genética

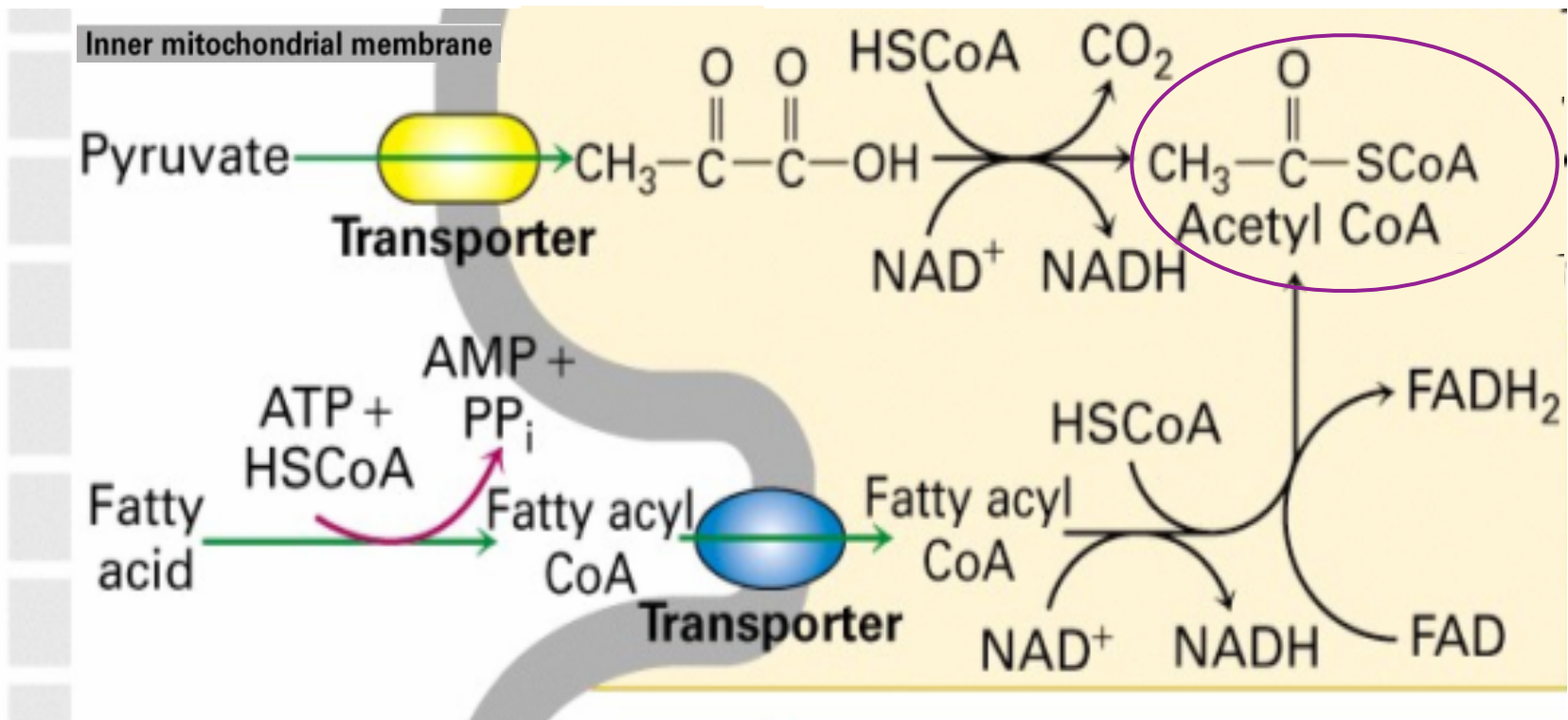
Timmis et al, 2004, Nature Reviews Genetics. 123-135



Ciclo de Krebs: Sustratos y Productos



Transporte de sustratos al interior de la mitocondria:
piruvato y Acil-CoA-de-AcGrasos

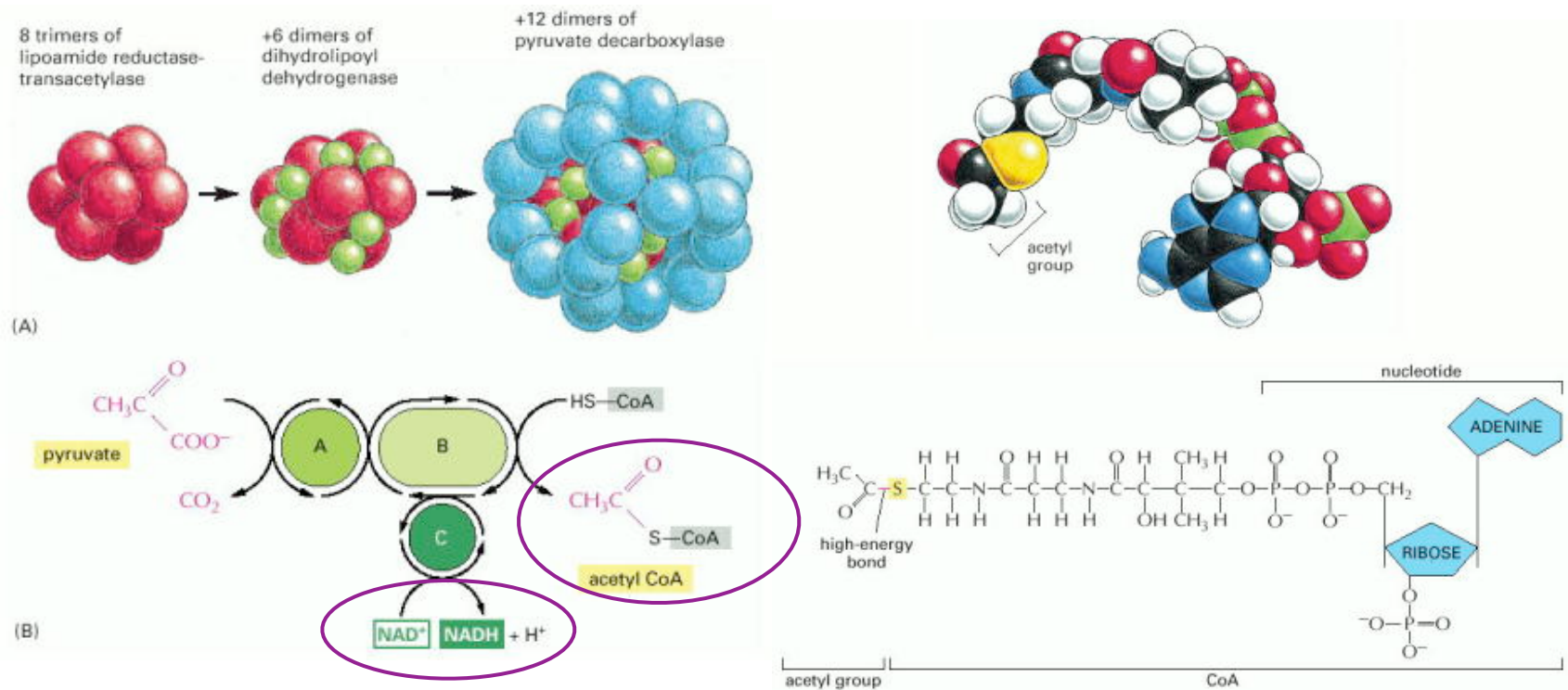


Activación: de piruvato a Acetil-CoA,

Las mitocondrias pueden usar piruvato ($\text{CH}_3\text{-CO-COO}^-$) o ácidos grasos como combustible, para formar la importante molécula portadora activada: acetil CoA.

El piruvato generado durante la glicólisis es transportado a través de las membranas mitocondriales a la matriz. Allí reacciona con la coenzima A para formar acetil CoA, NADH y CO_2 en una reacción catalizada por el complejo piruvato deshidrogenasa.

complejo piruvato deshidrogenasa



Ciclo de Krebs

(ciclo de los ácidos tricarboxílicos)
(ciclo del ácido cítrico)

Piruvato

Acetyl-CoA

Matriz Mitocondrial

Citrate

Oxidación del grupo acetilo proveniente del
piruvato hasta CO_2

Isocitrate

Oxaloacetate

NADH

Malate

CO_2

NADH

Fosforilación

Oxidativa

CO_2

α -Ketoglutarate

NADH

Fumarate

Succinyl-CoA

FADH_2

Fosforilación

Oxidativa

Succinate

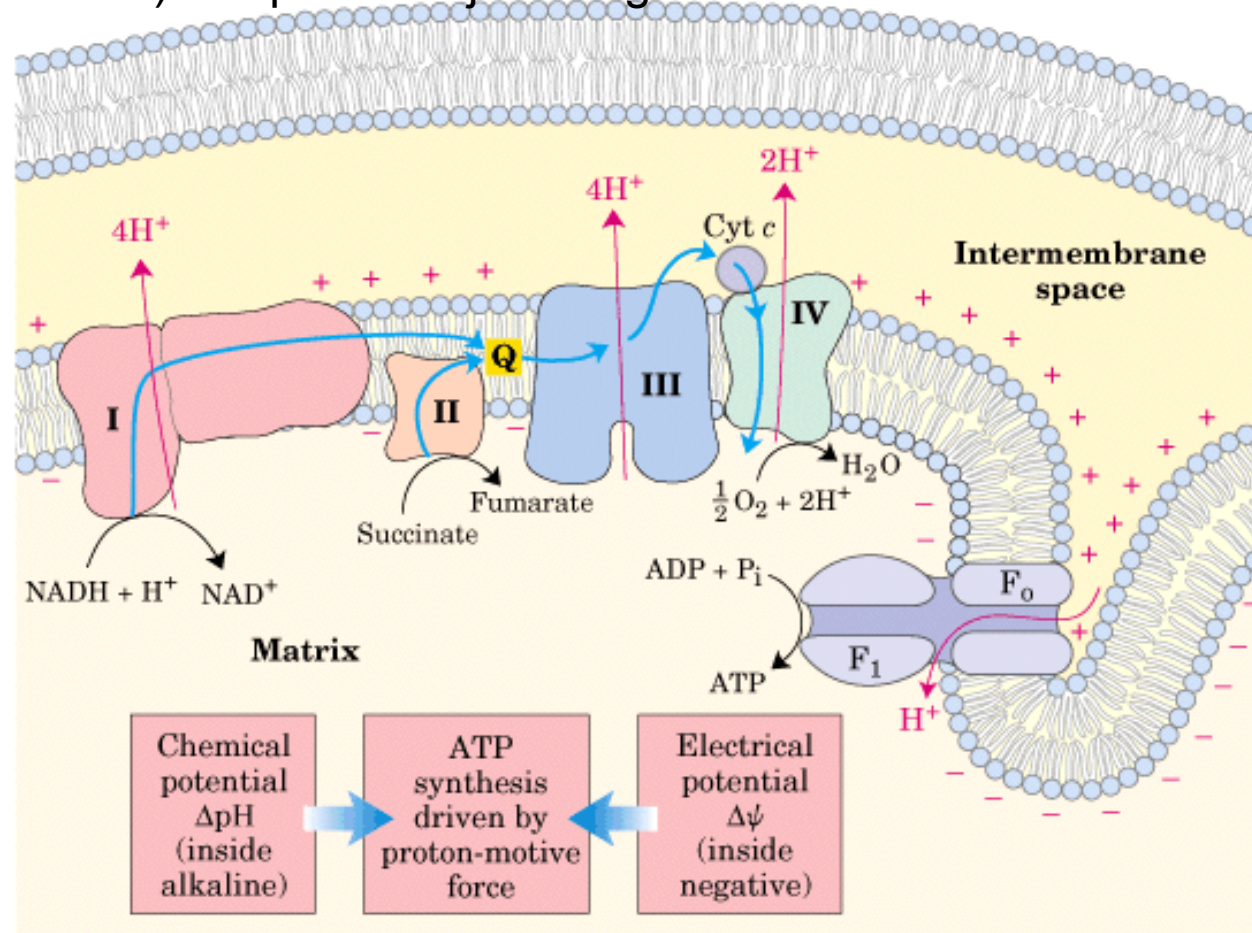
GTP
(ATP)

Energía química

FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

La energía derivada del transporte de electrones se acopla a la formación de un gradiente de protones.

El complejo V (ATPasa) acopla el flujo energéticamente favorable de los H^+ a la síntesis de ATP.



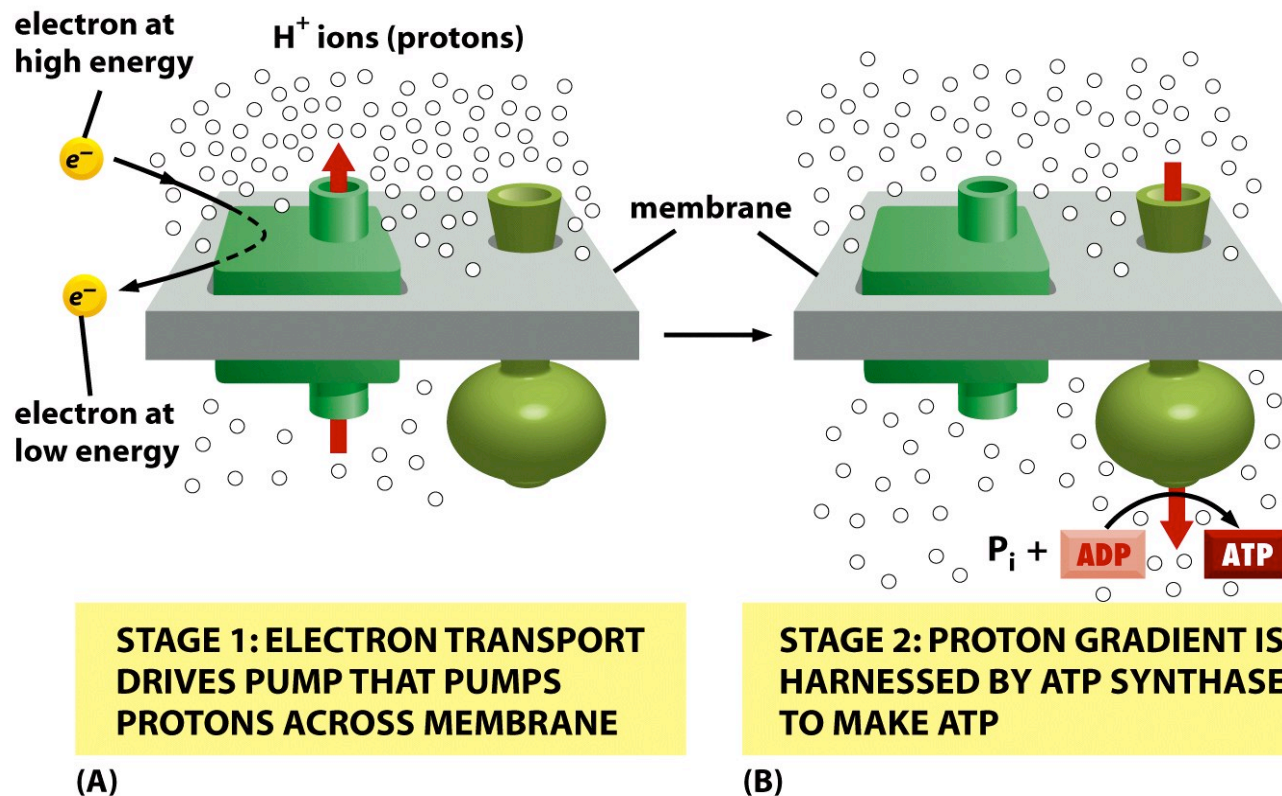
NADH = 3 moléculas de ATP
FADH₂ = casi 2 moléculas de ATP

El ATP producido se usa para realizar Trabajo Biológico.

Fosforilación oxidativa

La fosforilación oxidativa es el proceso en cual se forma ATP como resultado de la transferencia de electrones desde el NADH o FADH_2 al O_2 por medio de una serie de transportadores de electrones en la membrana interna mitocondrial.

Las reacciones de la vía glicolítica y del ciclo de Krebs producen la conversión de 1 molécula de glucosa en 6 de CO_2 y la reducción de 10 NAD^+ a 10 NADH y 2 FAD a 2 FADH_2 .

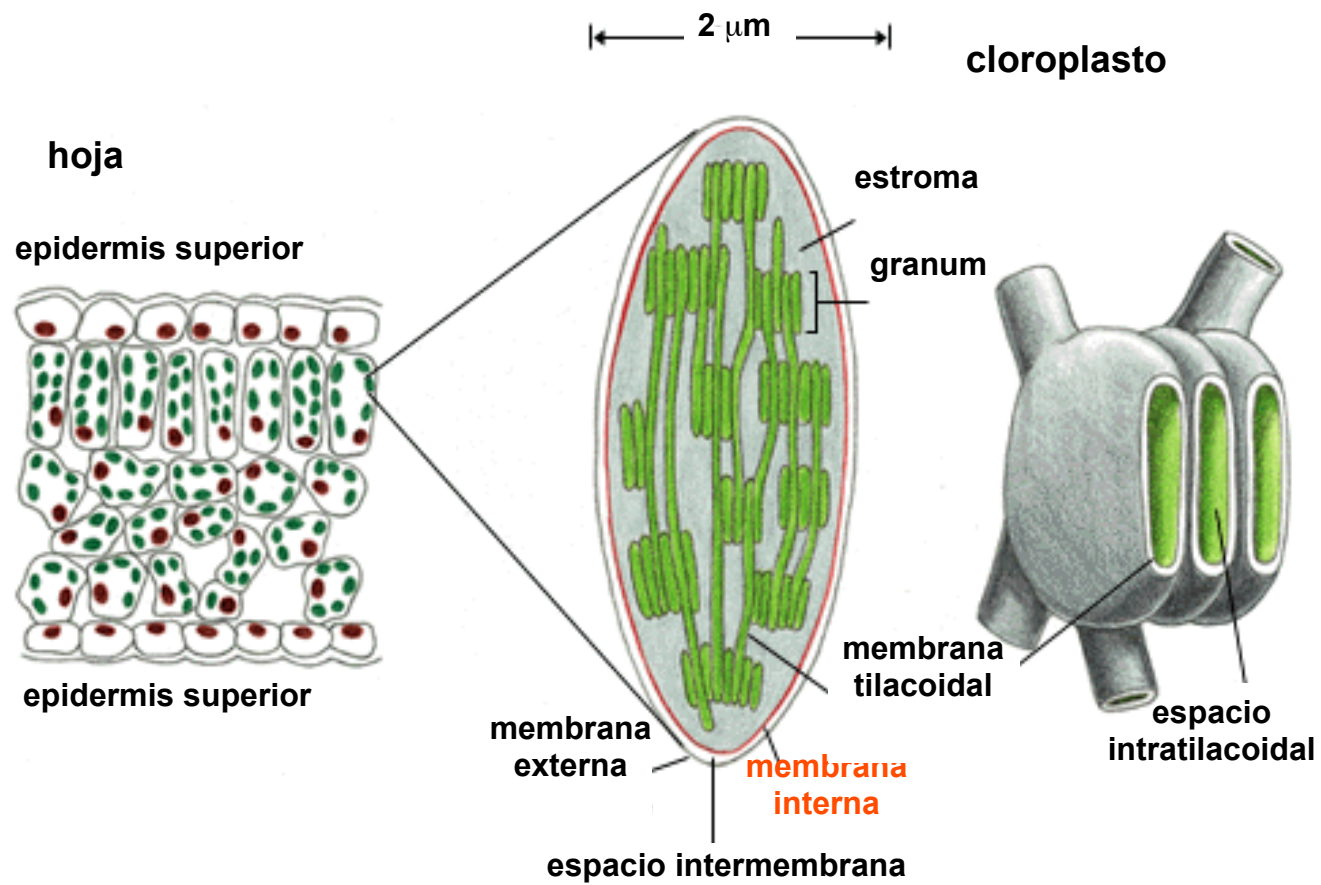


Acoplamiento quimiosmótico

La hipótesis quimiosmótica, propuesta por Peter Mitchell en 1961, consistía de cuatro postulados. En términos de las funciones de la mitocondria eran los siguientes:

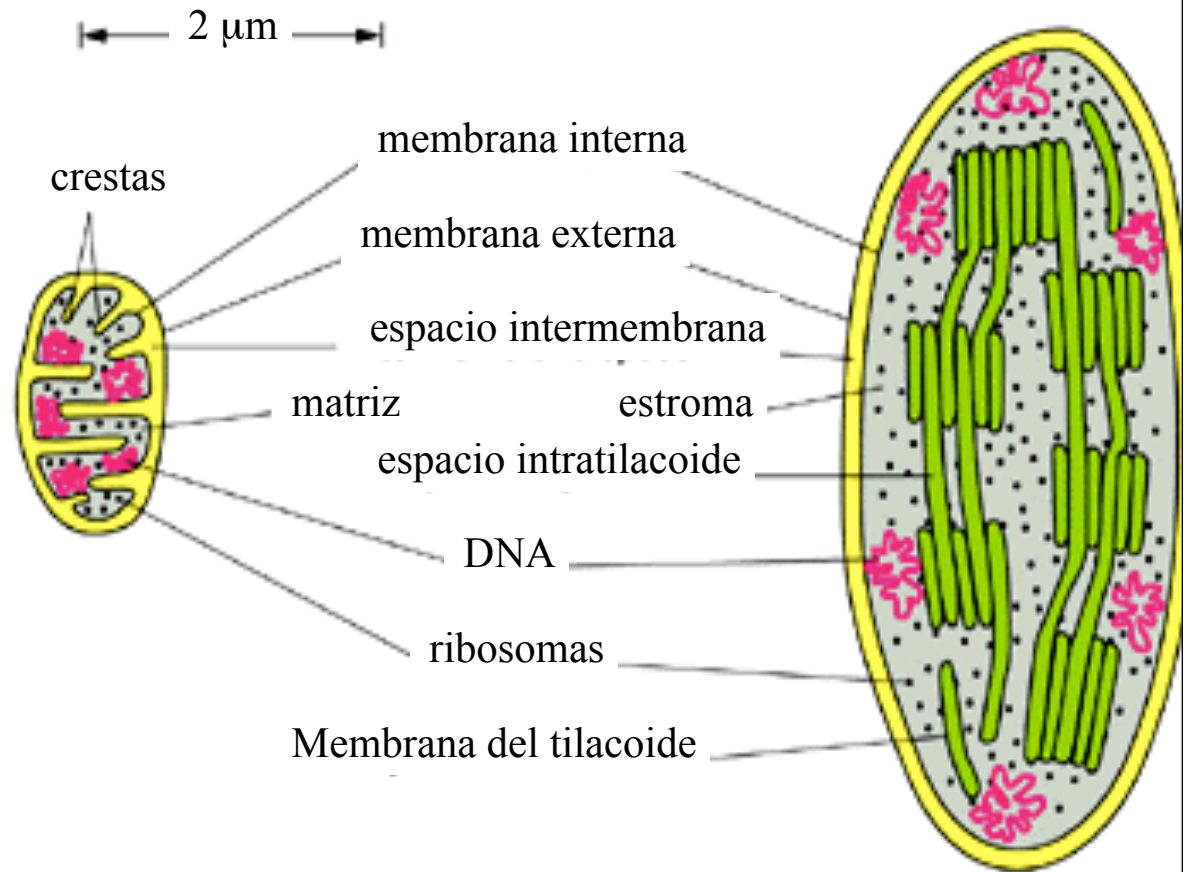
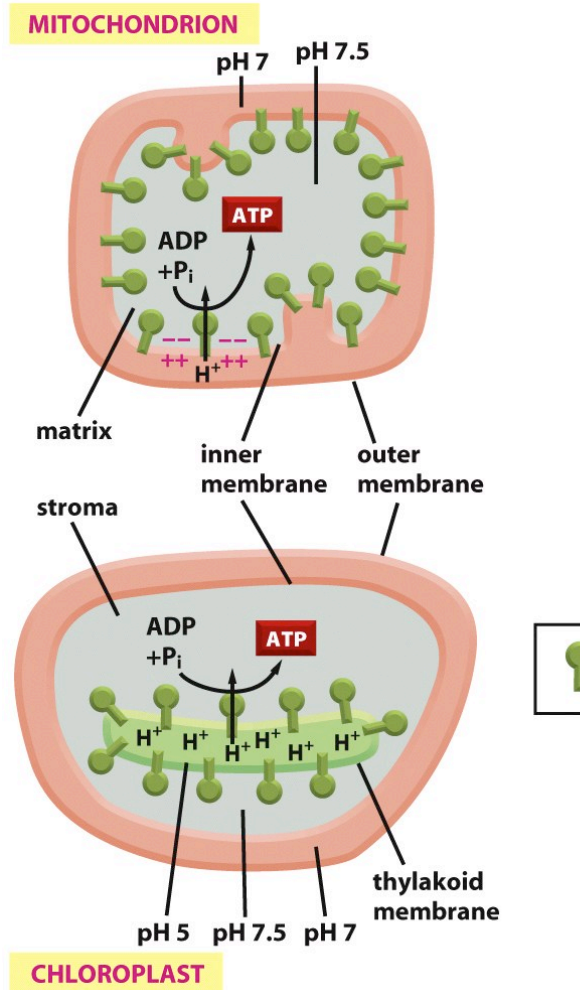
- 1.- La cadena respiratoria mitocondrial es ***translocadora de protones***. La cadena bombea protones fuera de la matriz cuando se transportan electrones a lo largo de ella.
- 2.- El complejo ATP sintasa ***también transloca protones*** a través de la membrana interna. Debido a su actividad reversible puede usar la energía de la hidrólisis del ATP para bombear protones a través de la membrana, pero si existe una gradiente electroquímica de protones suficientemente grande, los protones fluyen en dirección inversa a través del complejo y permiten la síntesis de ATP.
- 3.- La membrana mitocondrial interna es **impermeable** a H^+ , OH^- y en general a cationes y aniones.
- 4.- En la membrana mitocondrial interna existe un conjunto de **proteínas transportadoras** encargadas de la entrada y la salida de metabolitos y de ciertos iones orgánicos.

COLOROPLASTOS



2 a 4 μm diámetro
5 a 10 μm de largo
20 a 40 por célula

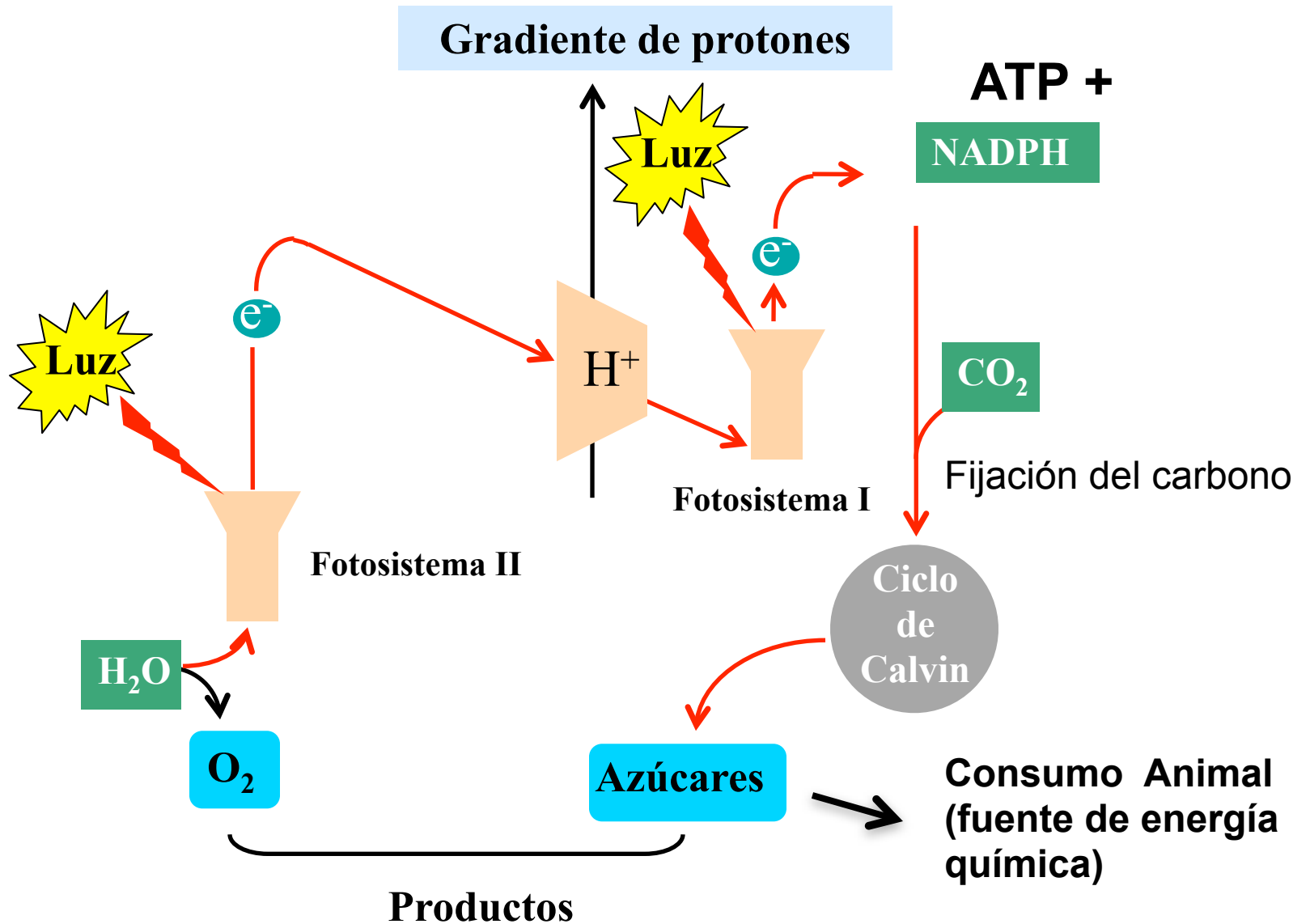
Comparación entre mitocondrias y cloroplastos



Mitocondria

Cloroplasto

CLOROPLASTO



Luz

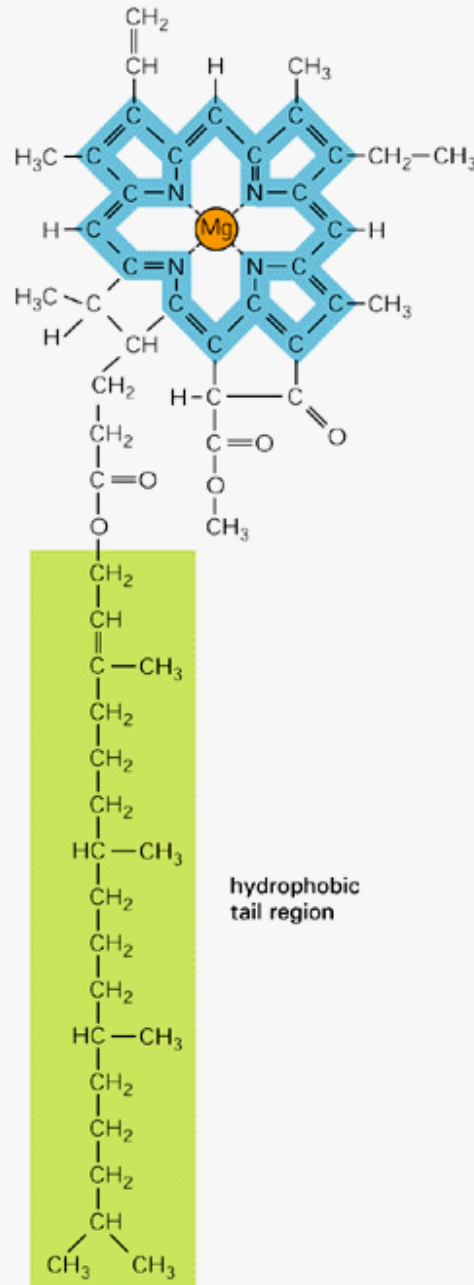


Excitación electrónica a niveles de mayor energía.

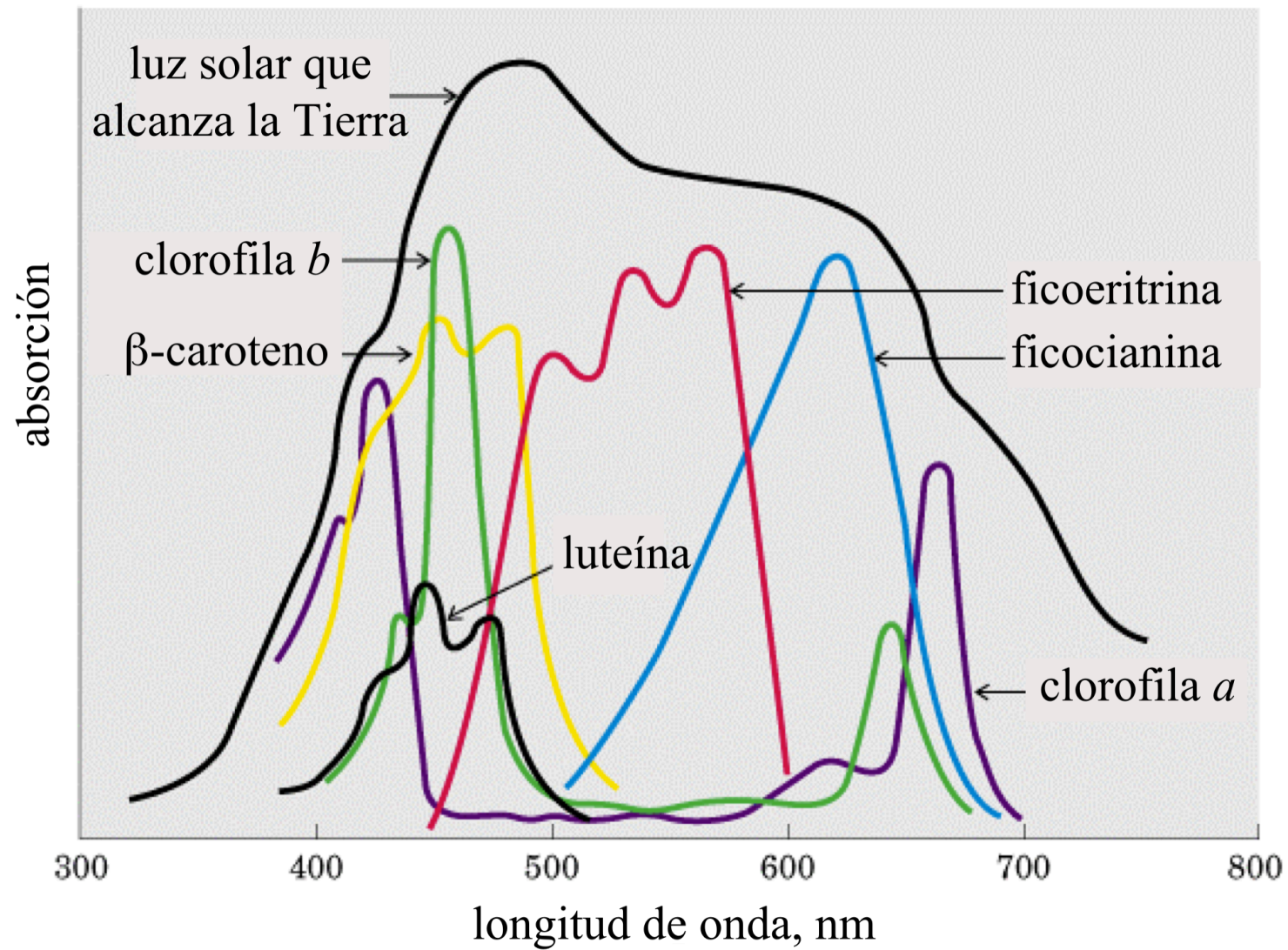
Sucede:

Transferencia electrónica a un receptor de electrones (Fotosistemas).

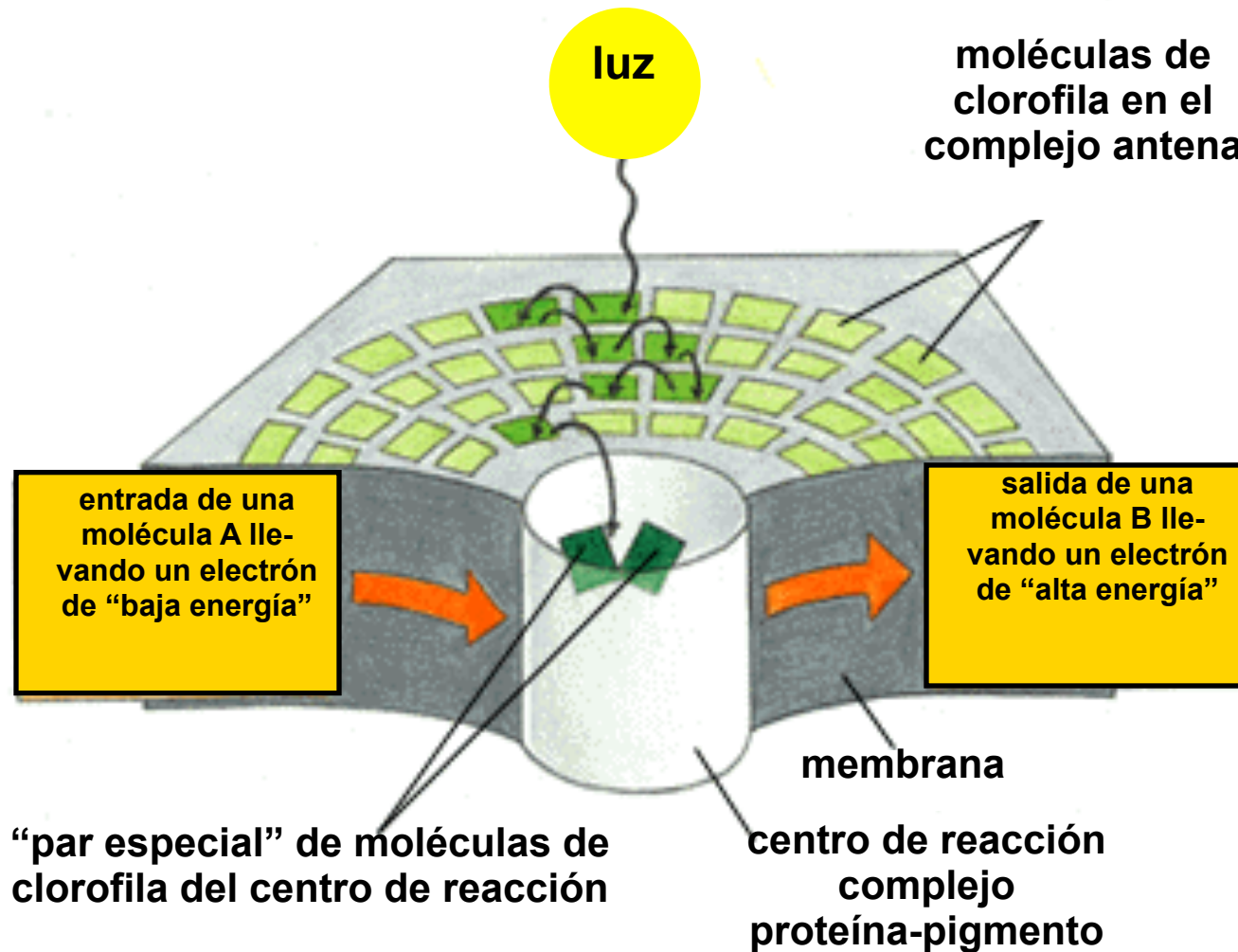
La clorofila capta electrones del Agua.

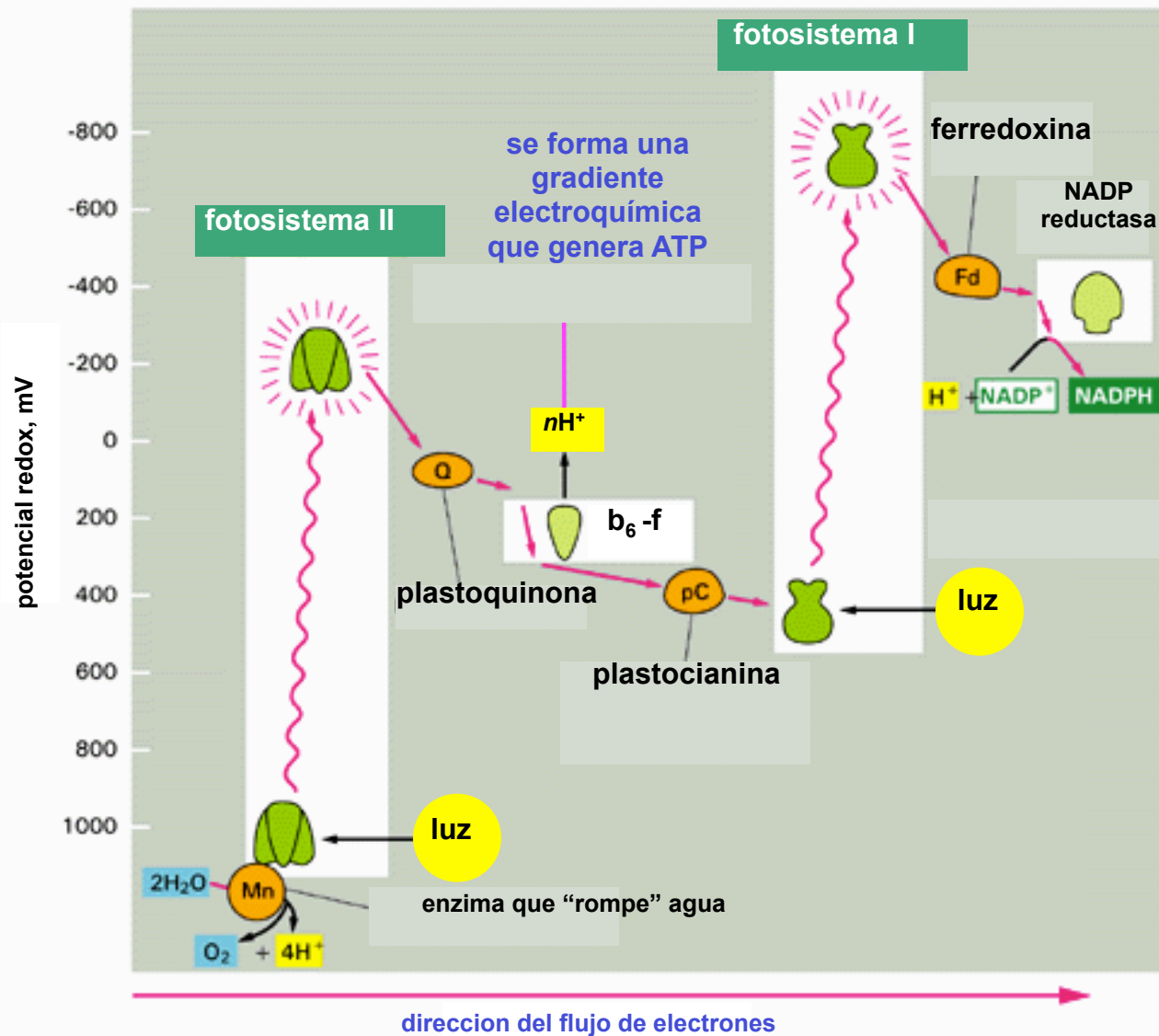


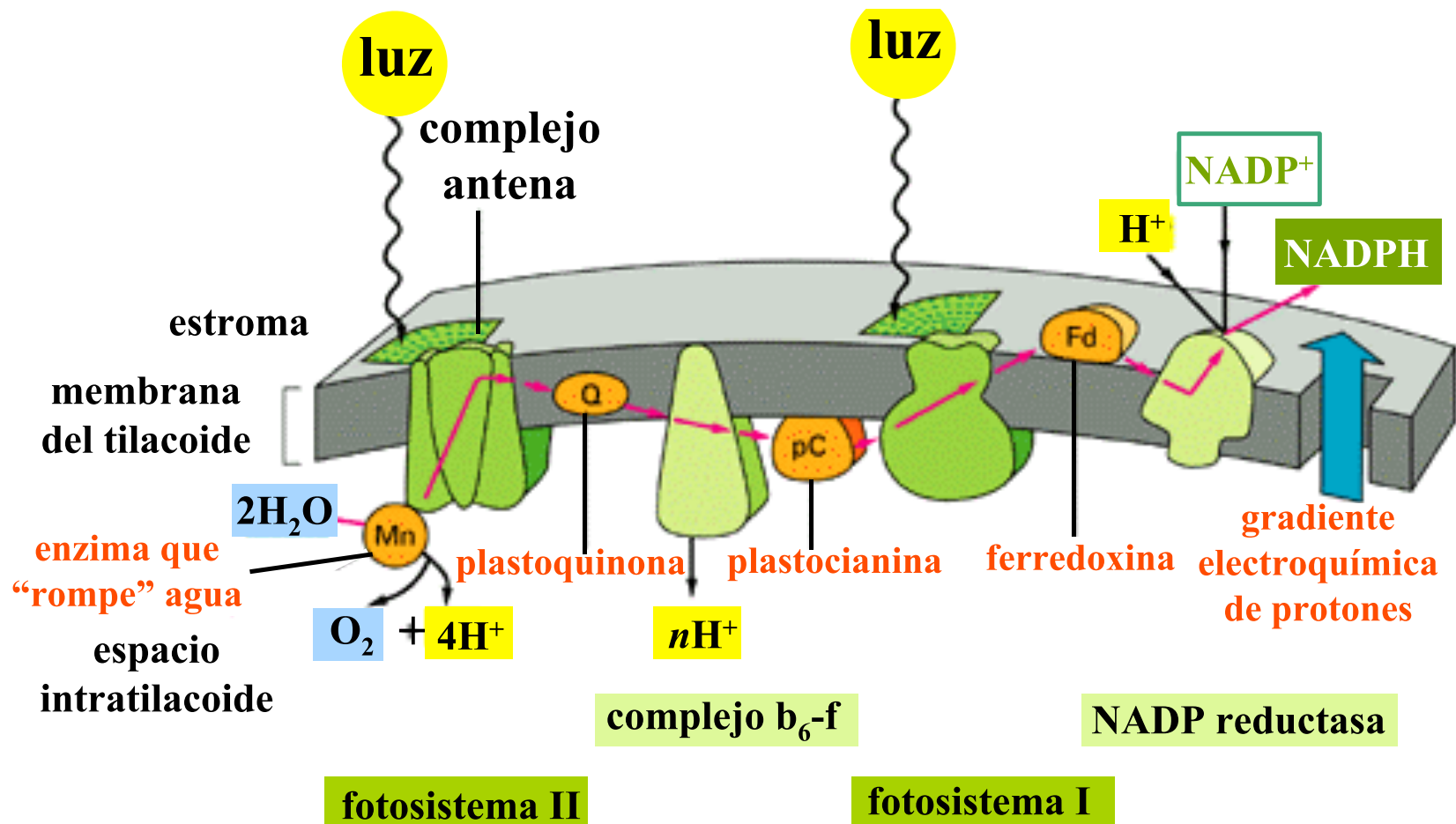
Clorofila



Esquema de un Fotosistema (Centro de reacción+Complejo Antena)







En la membrana tilacoidal ocurre la transferencia electrónica, a la par, los H^+ son bombeados hacia el interior del tilacoide. El flujo de estos H^+ retornando al estroma a través de la ATP asa permite la síntesis del ATP.

citosol

cloroplasto

H_2O

reacciones de
transferencia
de electrones
fotosintéticas

O_2

ATP

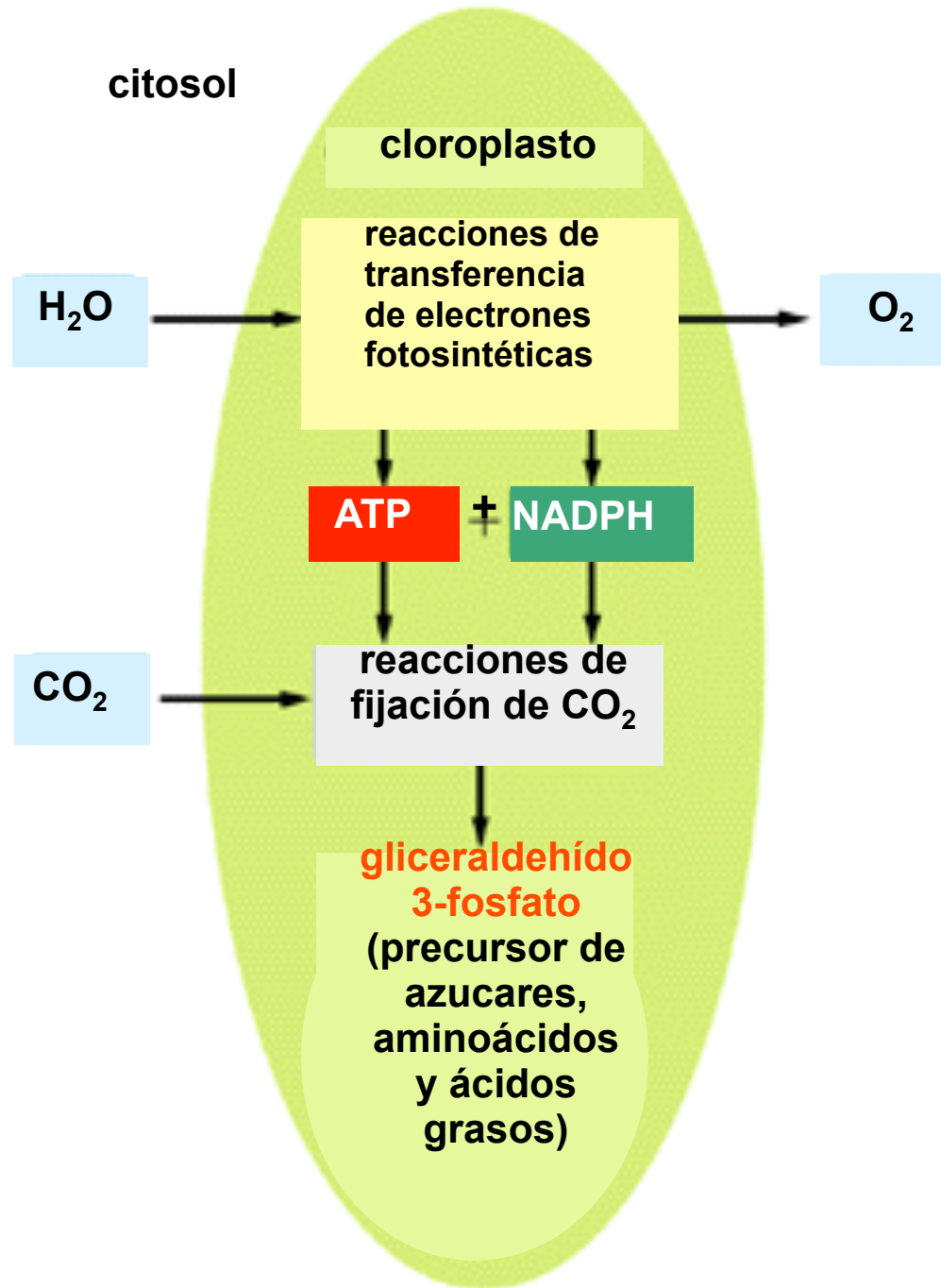
+

NADPH

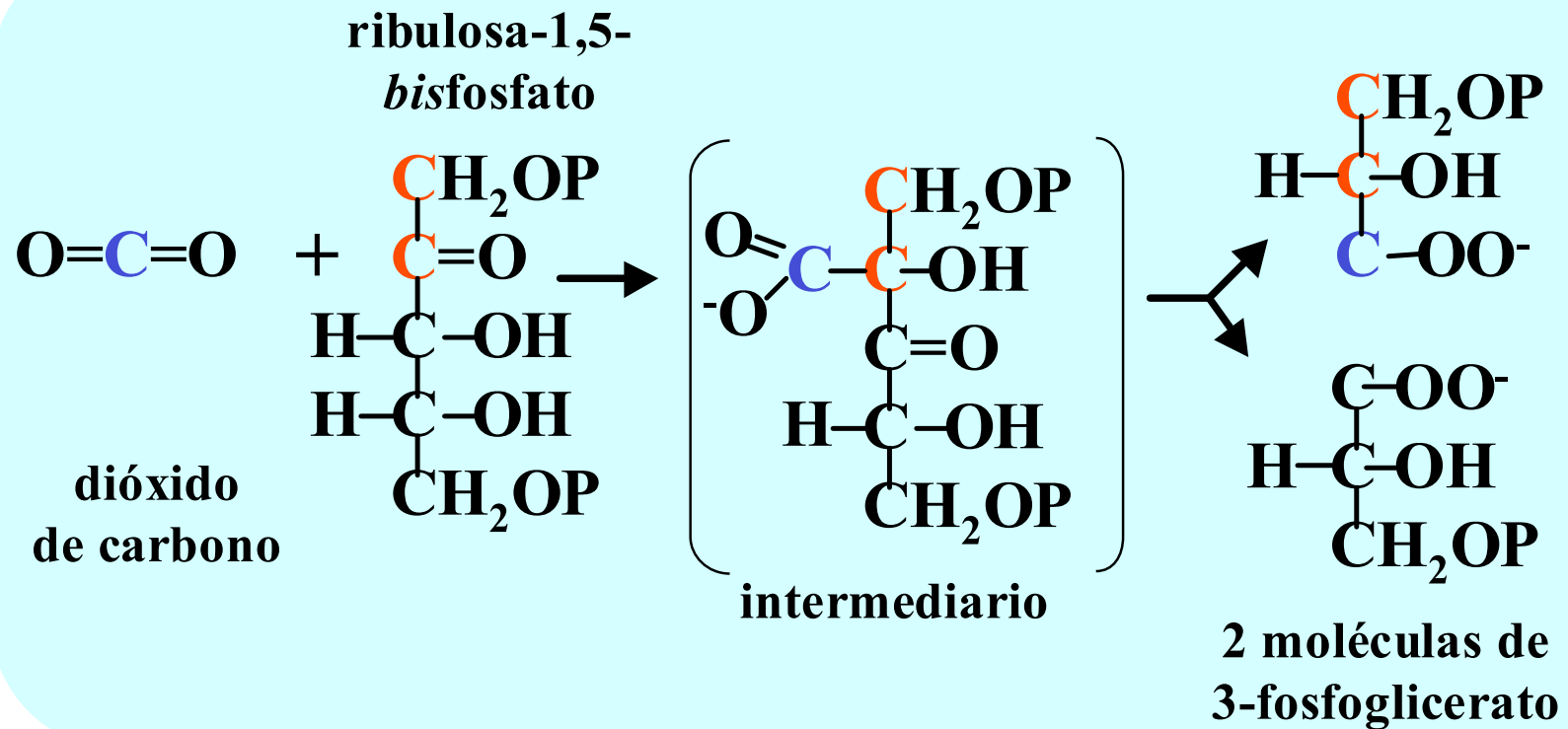
CO_2

reacciones de
fijación de CO_2

gliceraldehído
3-fosfato
(precursor de
azúcares,
aminoácidos
y ácidos
grasos)



Reacción catalizada por la ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa oxigenasa (Rubisco)



Ciclo de Calvin Benson

