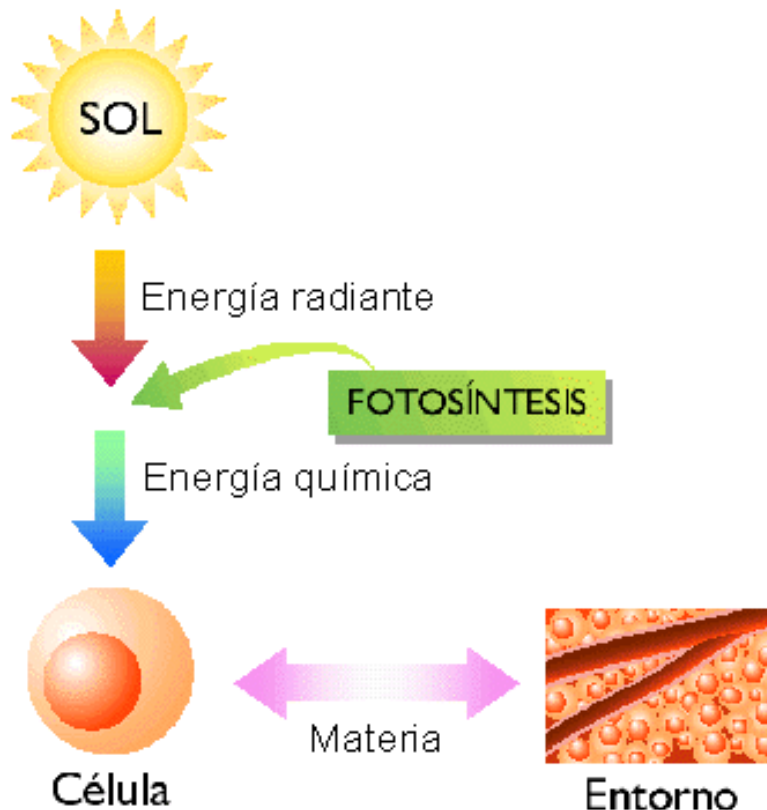


Metabolismo celular

Célula y ser vivo: sistemas abiertos

Una célula (y por lo tanto un ser pluricelular) son sistemas abiertos que se encuentran en equilibrio dinámico y realizando trabajo.



SISTEMA ABIERTO

Intercambia materia y energía con el entorno.

SISTEMA EN EQUILIBRIO

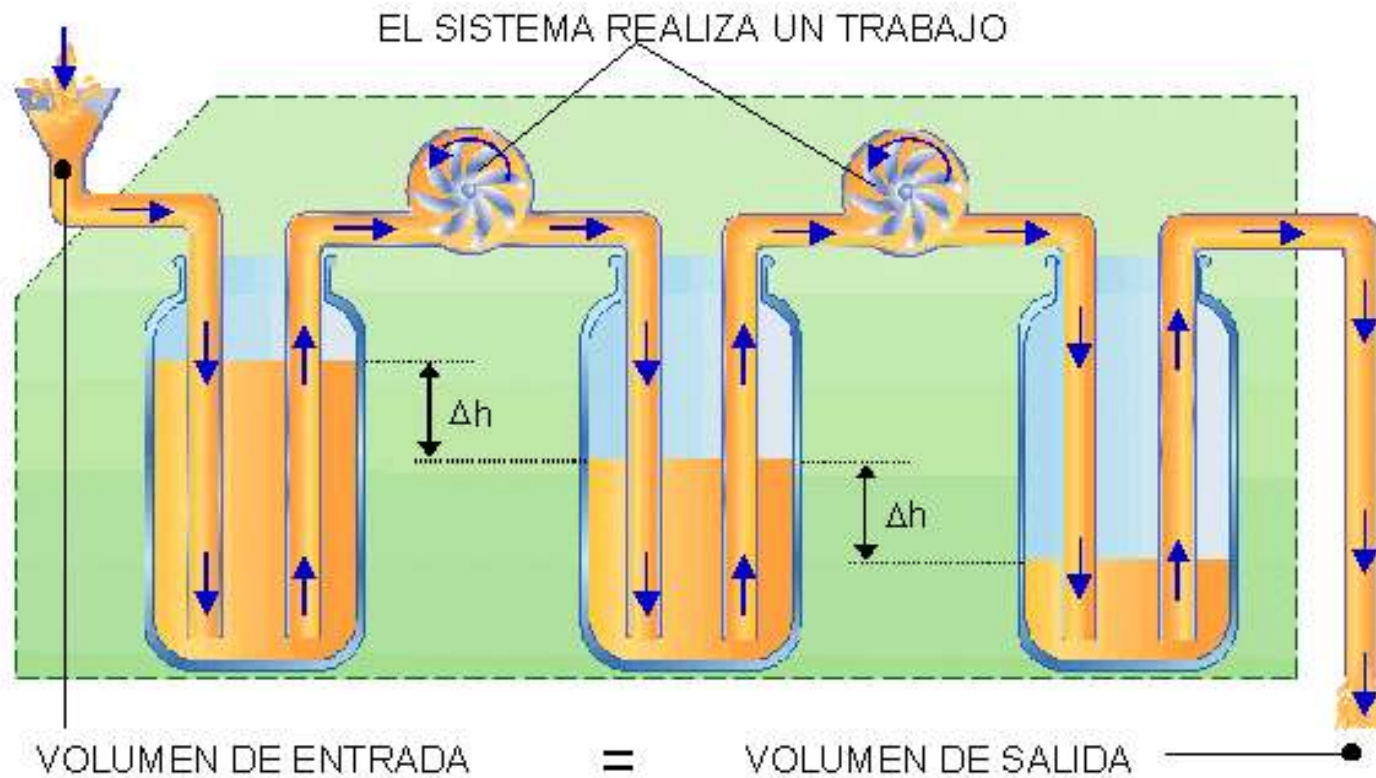
El valor de ciertas variables no cambia o permanece dentro de un intervalo de tolerancia.

EQUILIBRIO DINÁMICO

Realiza un trabajo manteniendo el equilibrio.

Símil hidráulico del equilibrio dinámico de flujos

El volumen total de líquido no varía dentro de la línea de puntos: el sistema está en **EQUILIBRIO**



El desnivel entre los depósitos permite que se realice un trabajo: el sistema es **DINÁMICO**

METABOLISMO CELULAR

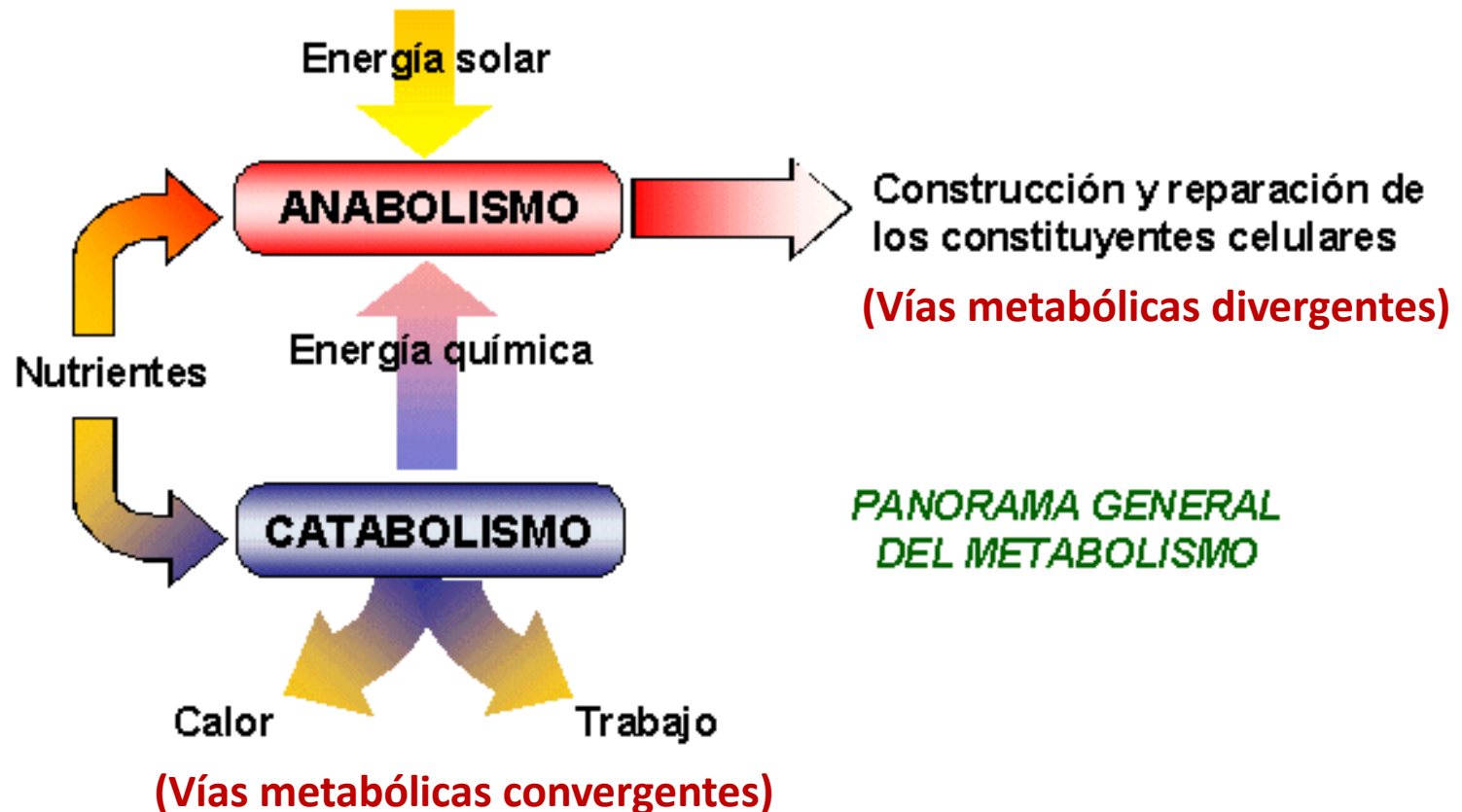
El metabolismo es el resultado de la interacción entre dos tipos de procesos:

ANABOLISMO

Construcción de los componentes celulares a partir de los nutrientes.

CATABOLISMO

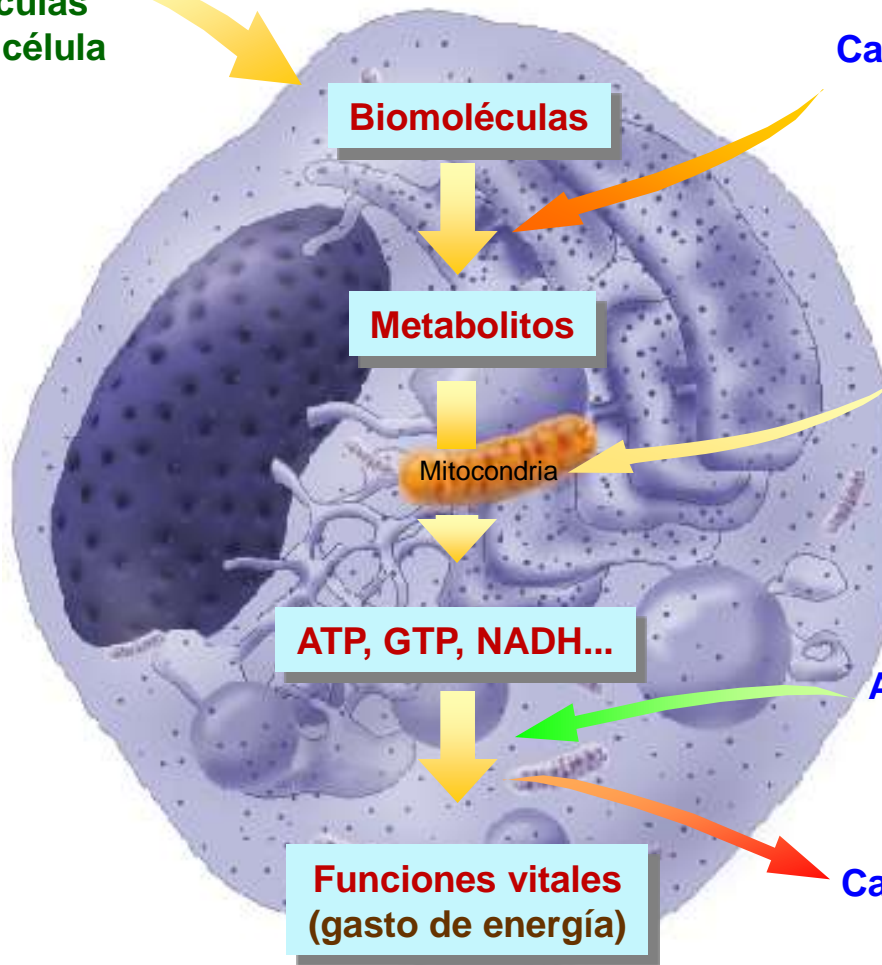
Destrucción de compuestos químicos en componentes más sencillos liberando energía.



METABOLISMO CELULAR

Procesos celulares, catalizados por *enzimas*, que tienen como objetivo la **obtención de materia y E** para la realización de las *funciones vitales*. Los orgánulos se especializan en determinados trabajos metabólicos.

Ingreso de moléculas en la célula



Catabolismo

Es el metabolismo de degradación de moléculas y produce energía

Anabolismo

Procesos en los que se almacena gran cantidad de energía

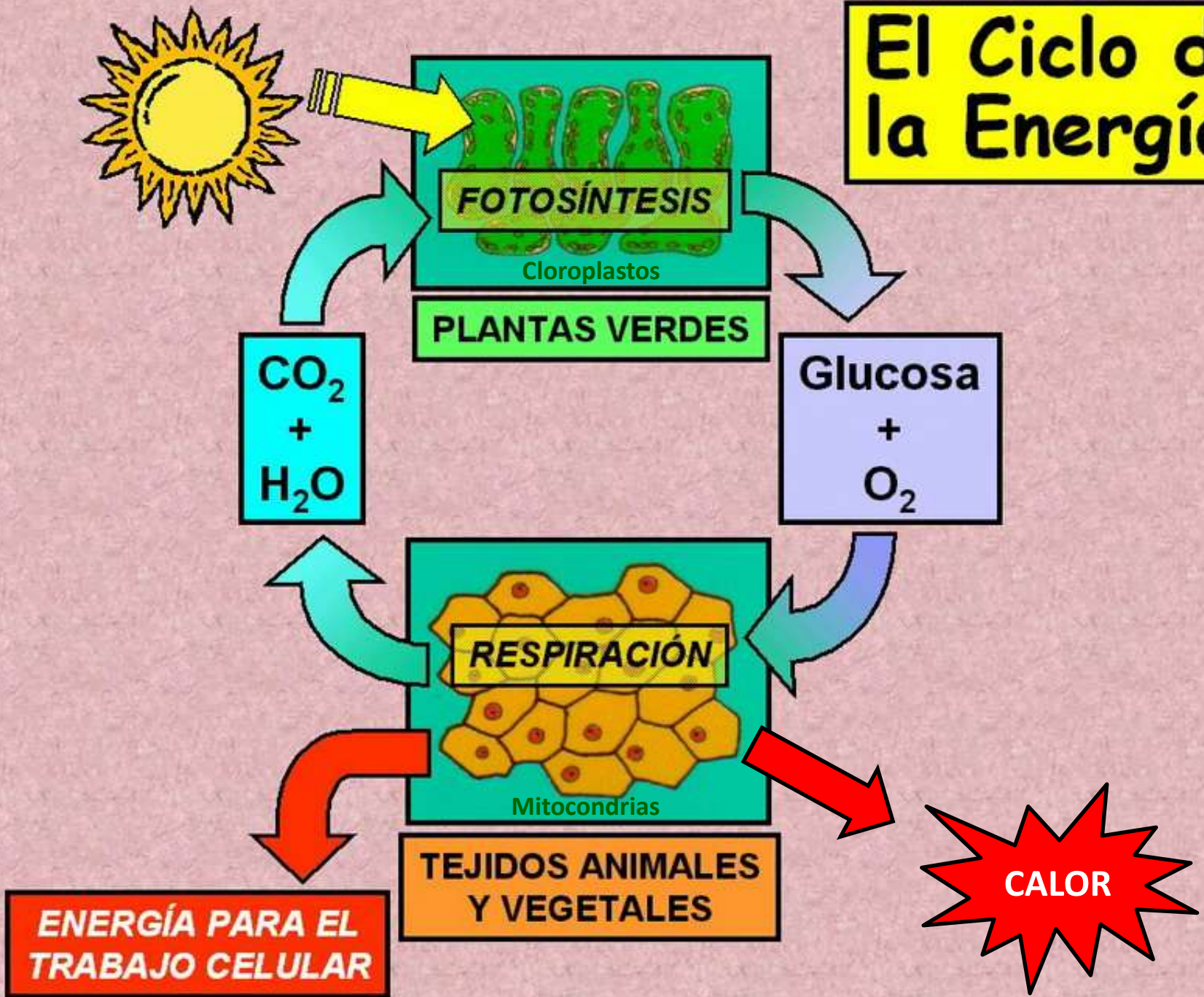
Anabolismo

Son procesos endergónicos en los que se realiza síntesis de moléculas

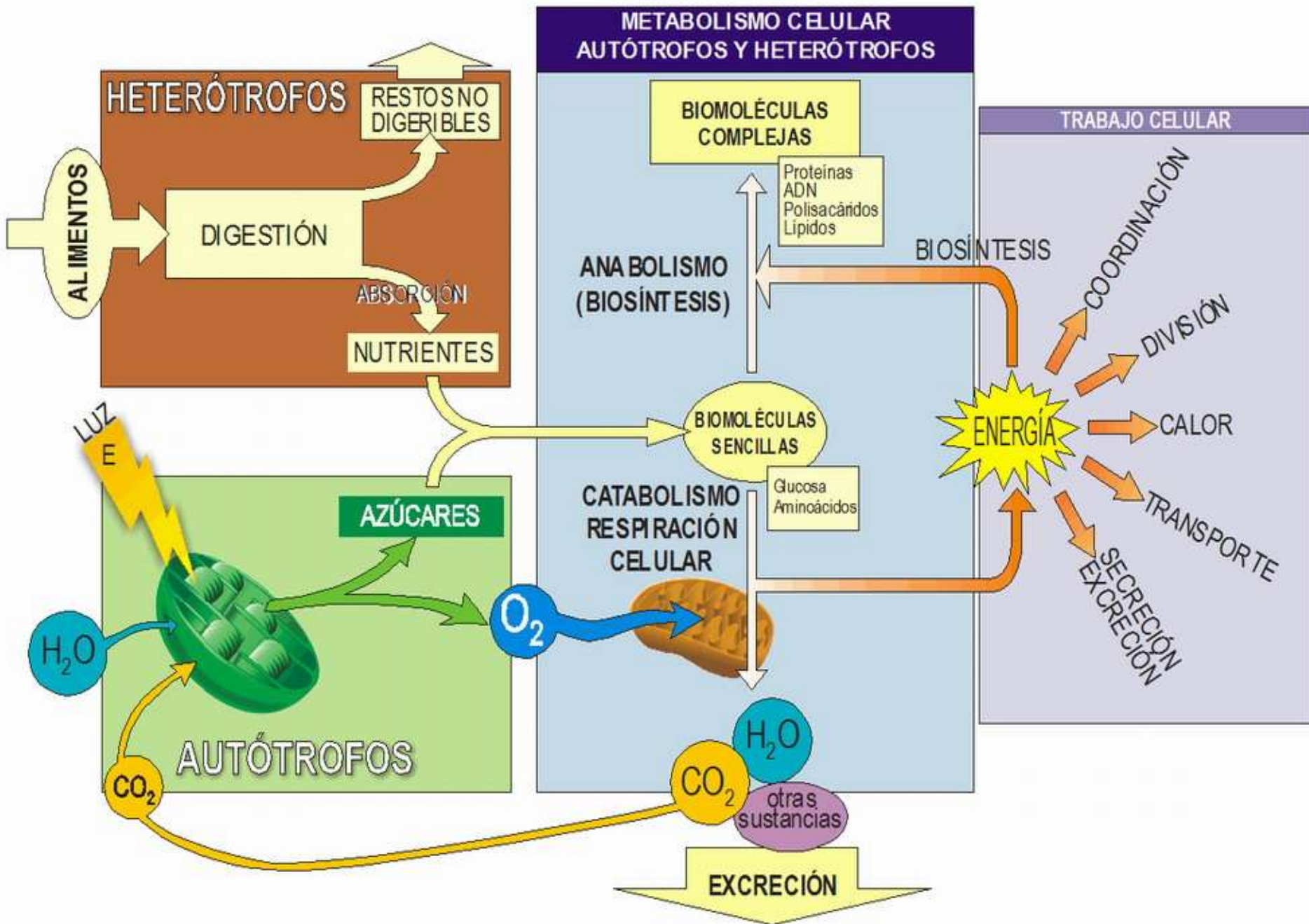
Calor

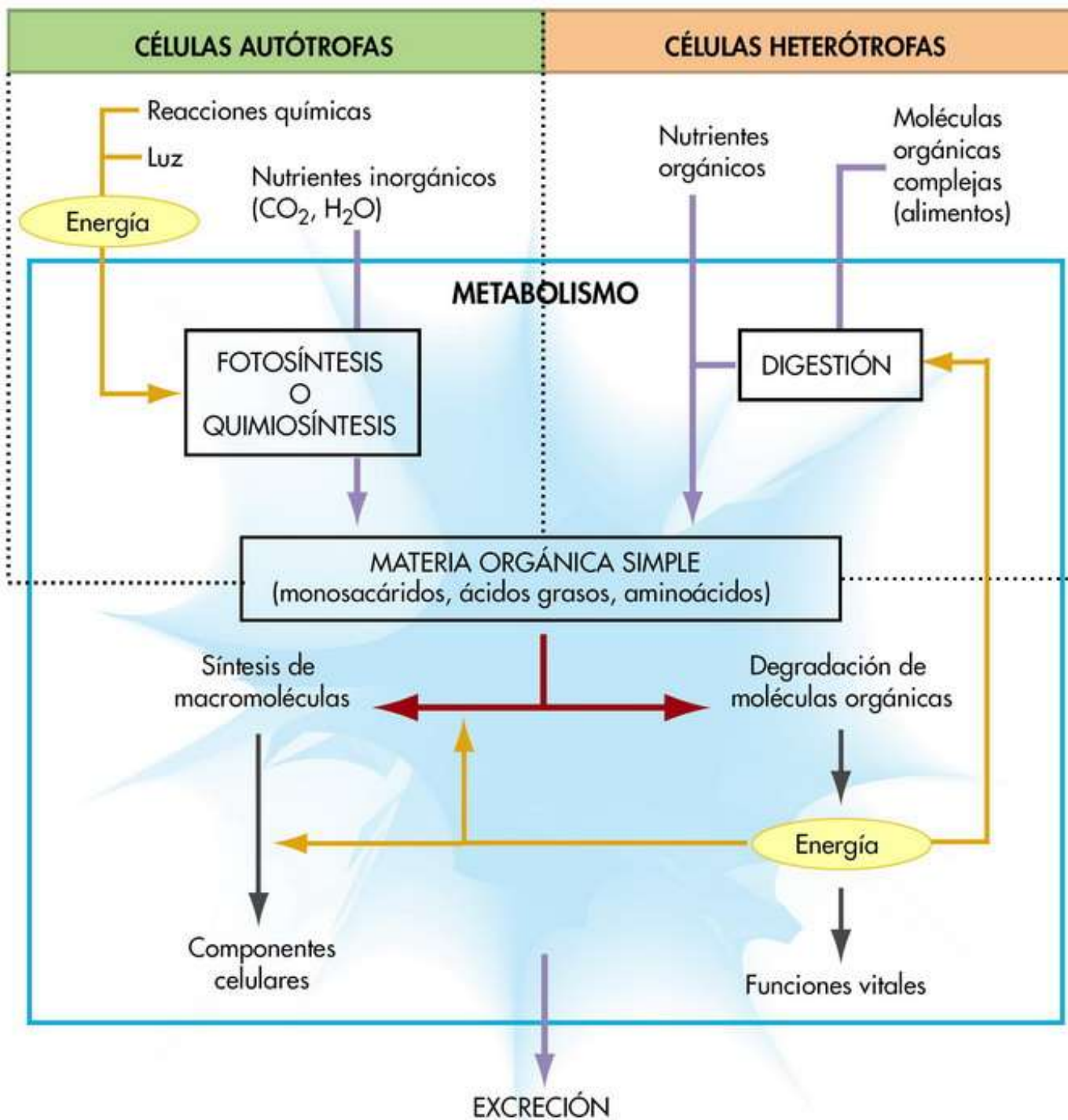
Los procesos catabólicos y anabólicos desprenden energía libre

El Ciclo de la Energía

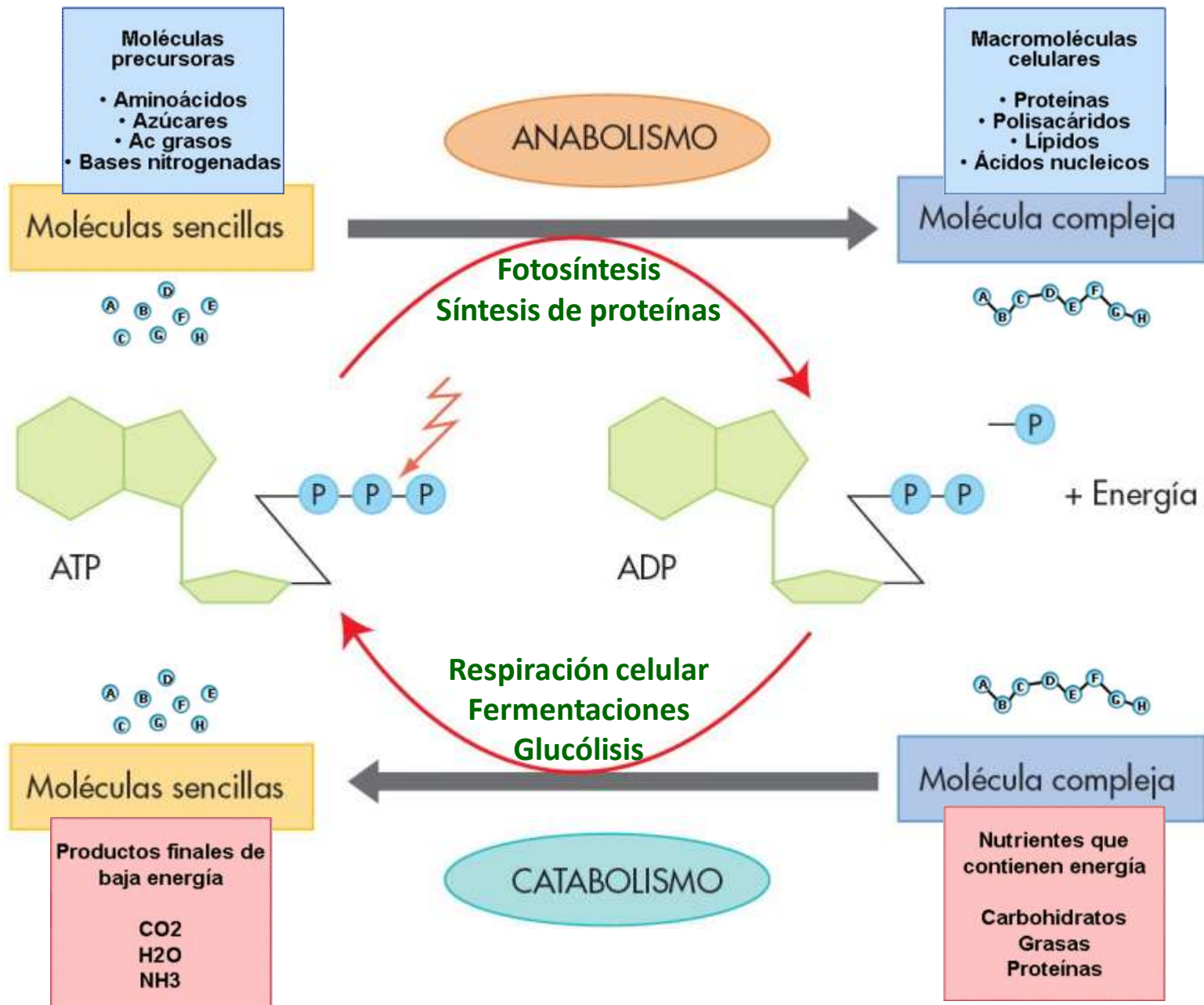


METABOLISMO CELULAR

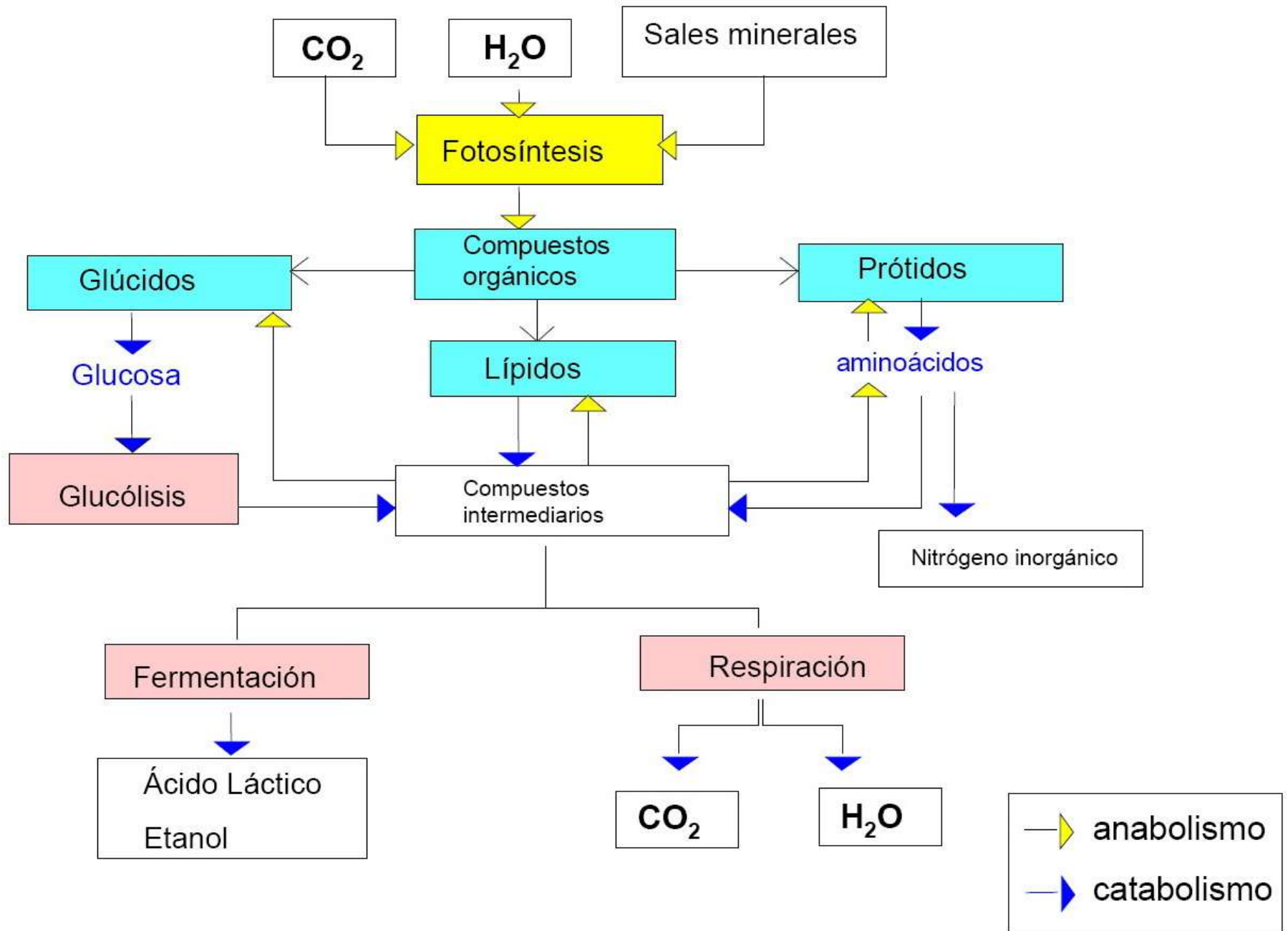




METABOLISMO CELULAR



RUTAS METABOLISMO CELULAR

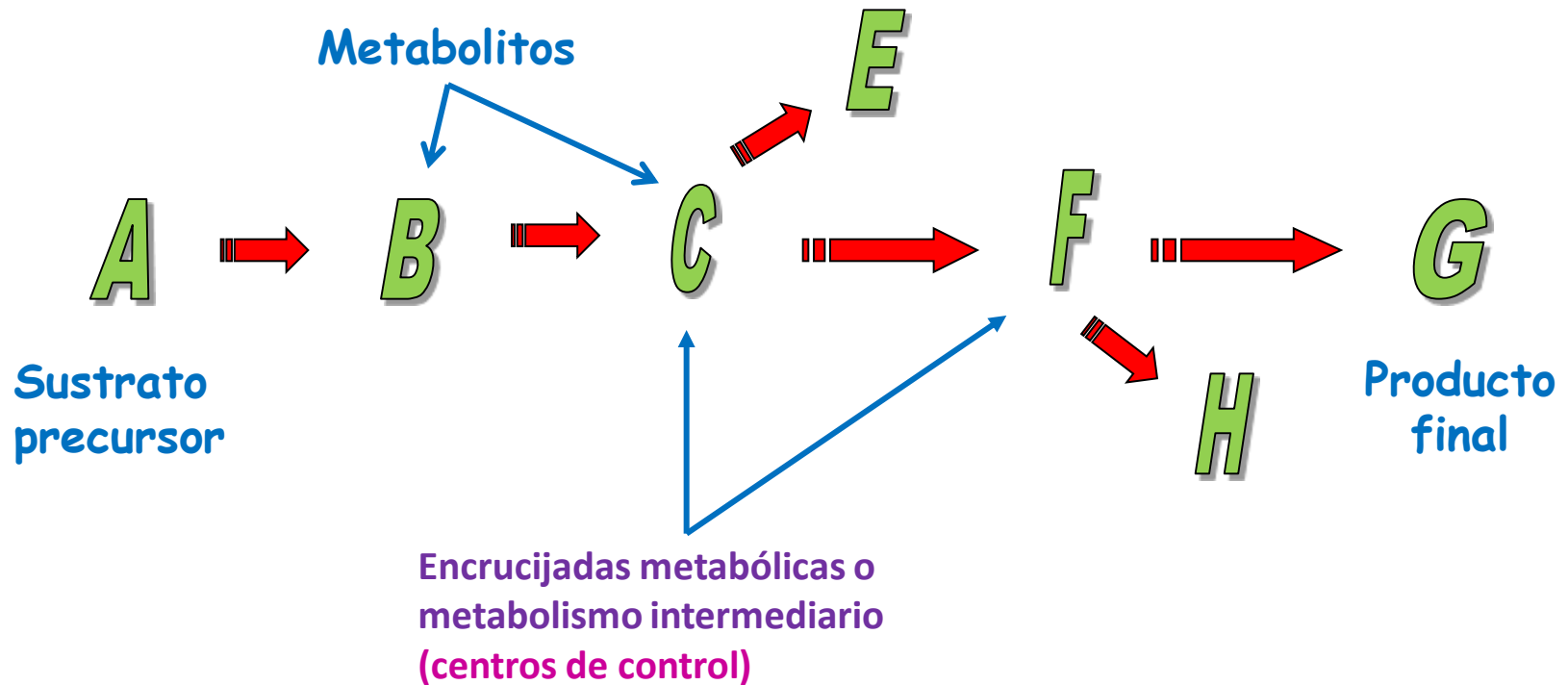




Reacciones metabólicas

RUTAS METABÓLICAS LINEALES

REACCIONES ENCADENADAS \longrightarrow Rutas o vías metabólicas



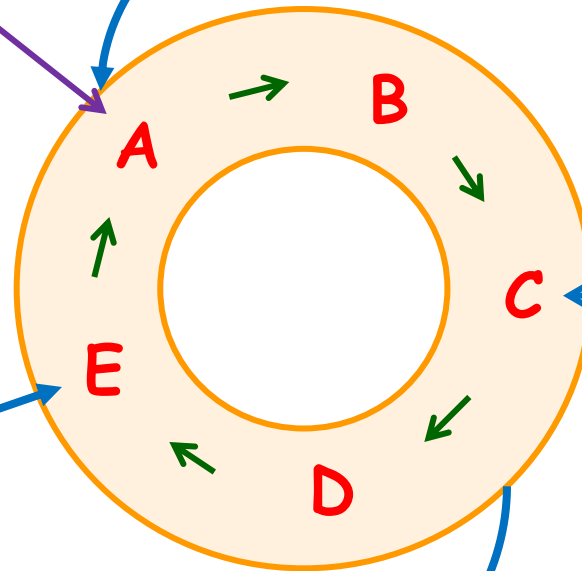
RUTAS METABÓLICAS CÍCLICAS

Hay dos moléculas precursoras

X

Molécula que se metaboliza

Estas moléculas se van transformando hasta regenerar la molécula A

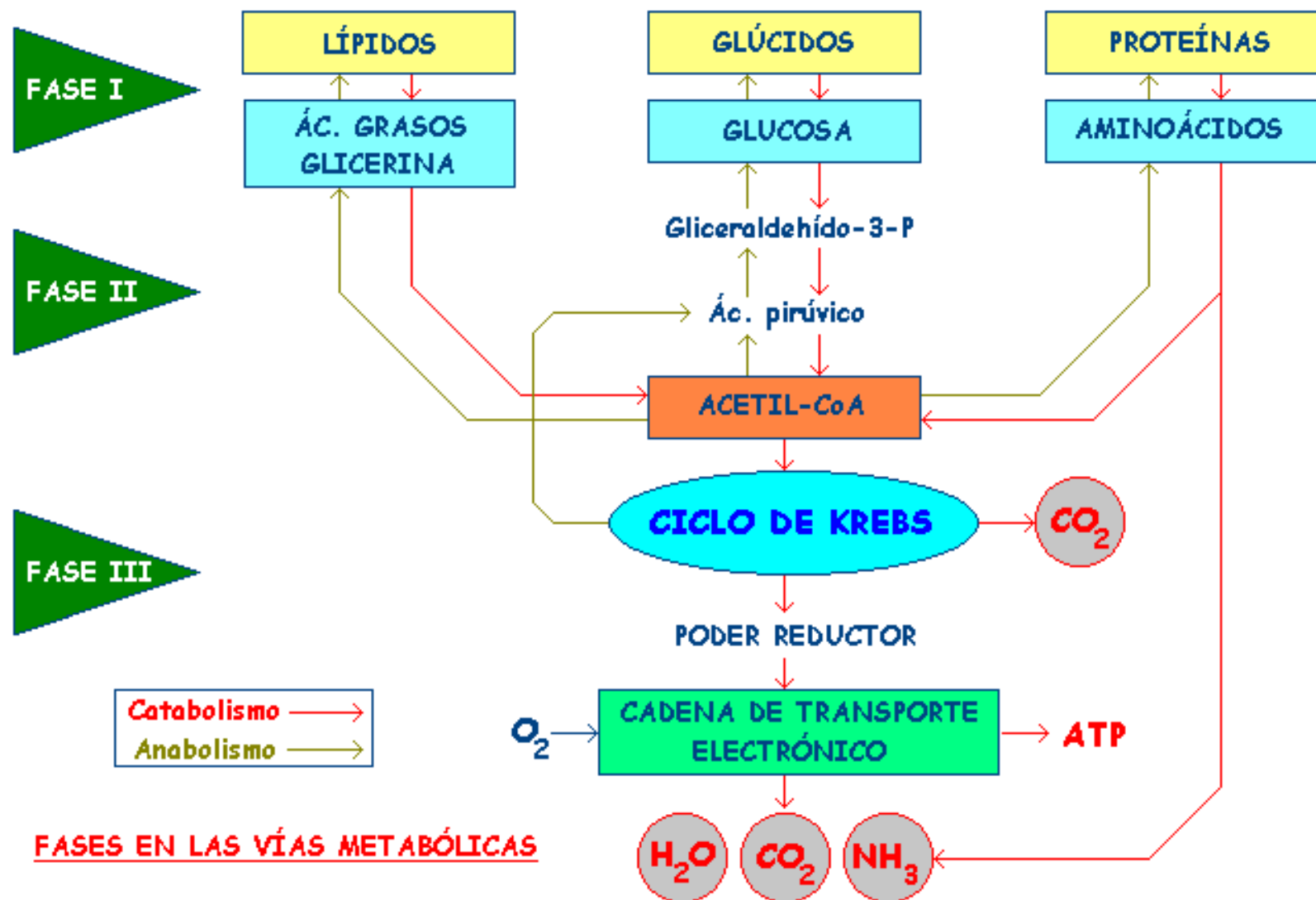


Estas moléculas pueden ser repuestas por medio de las llamadas *reacciones anapleróticas*

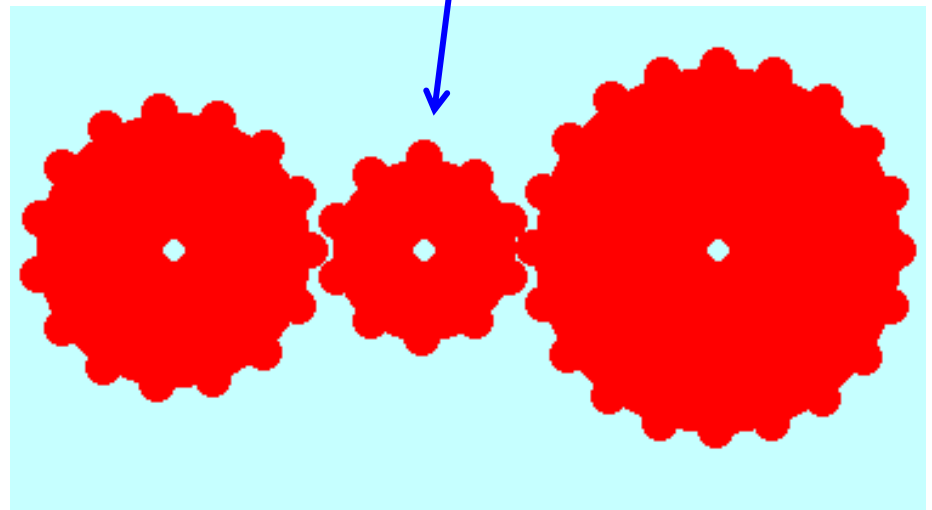
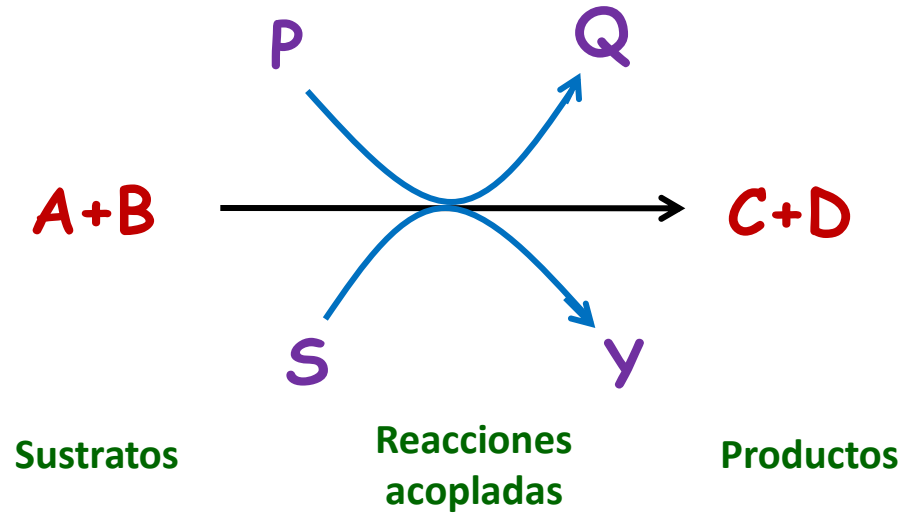
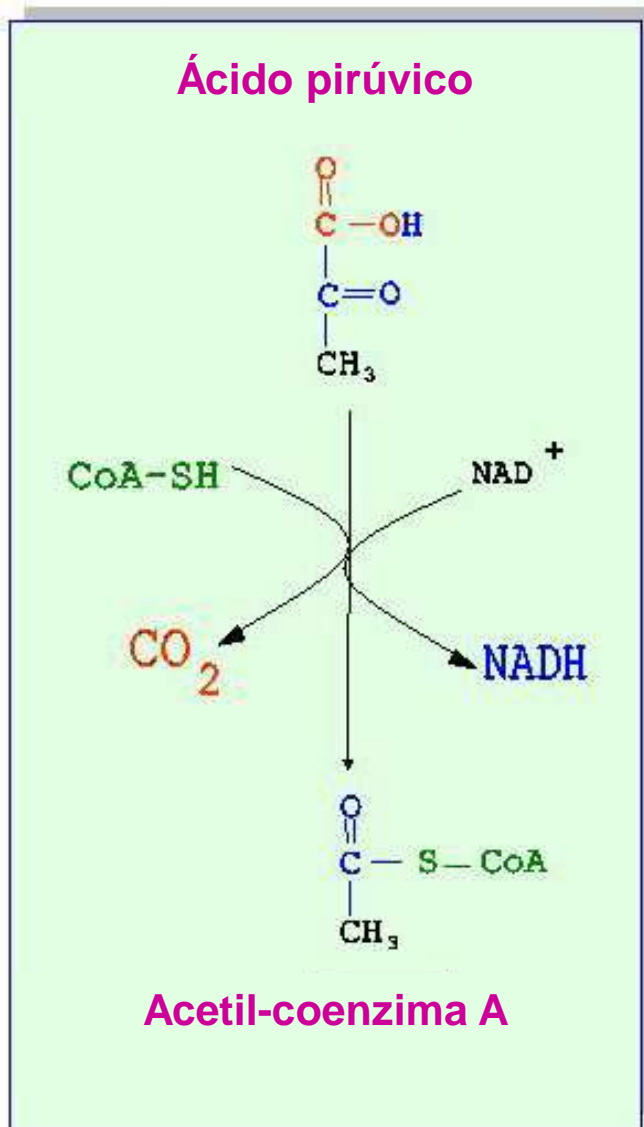
Molécula producida

Y

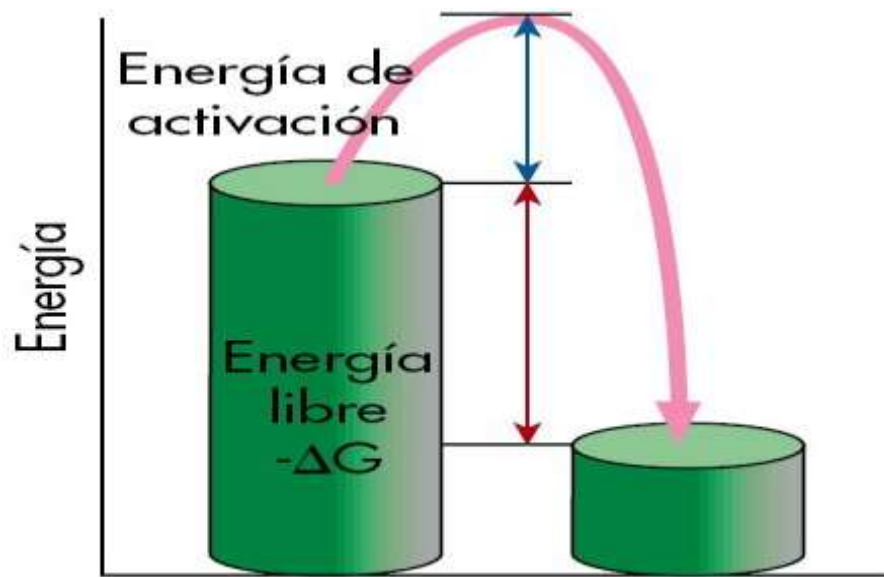
HAY PASOS COMUNES EN EL ANABOLISMO Y EL CATABOLISMO



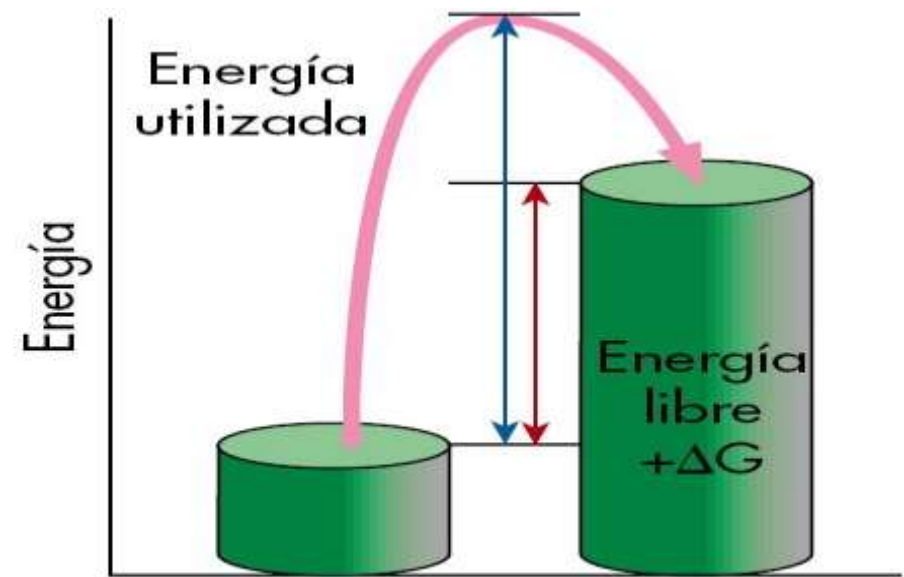
REACCIONES ACOPLADAS



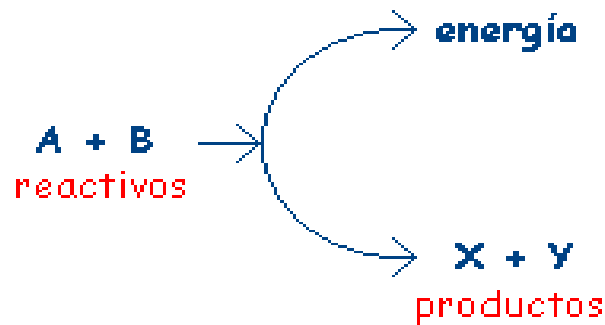
LA ENERGÍA EN LAS REACCIONES METABÓLICAS



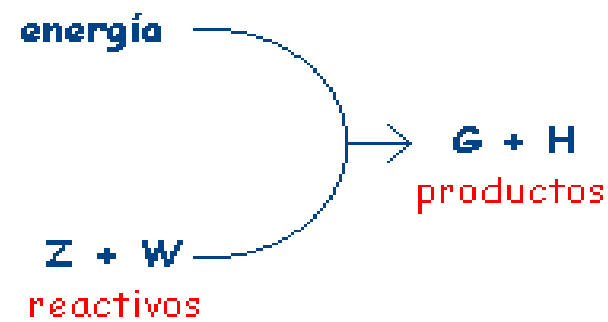
a) Reacción exergónica



b) Reacción endergónica



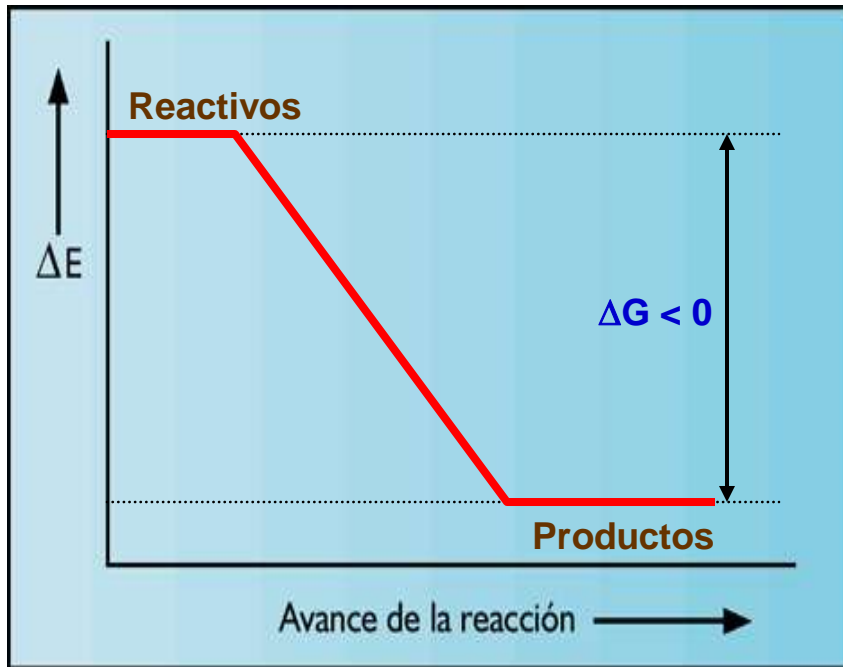
Reacción exergónica



Reacción endergónica

En una reacción exergónica, los reactivos contienen un mayor nivel de energía que los productos; al contrario de lo que sucede en una reacción de carácter endergónico.

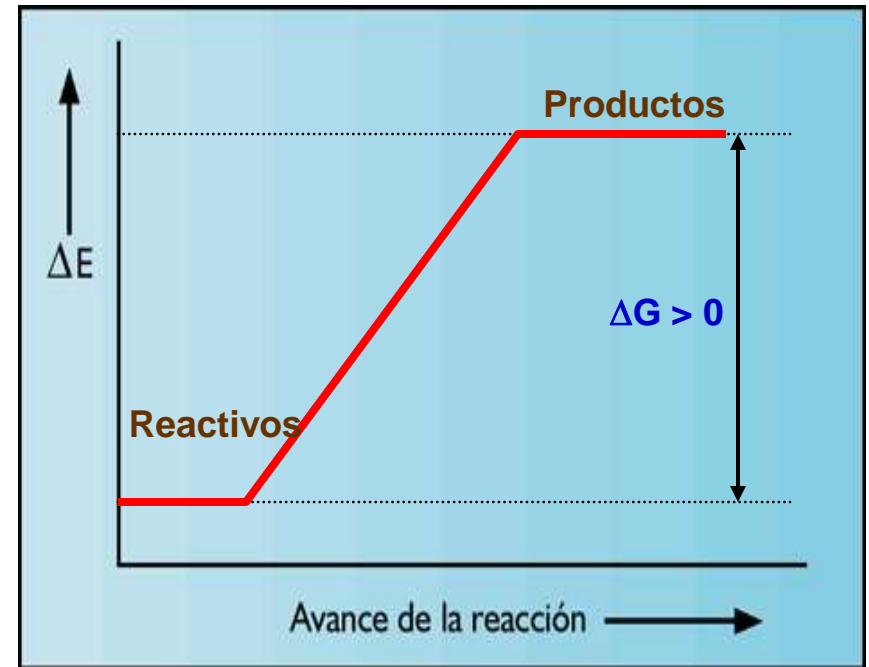
LA ENERGÍA EN LAS REACCIONES METABÓLICAS



La reacción es espontánea.

Cuando se desprende energía libre, las reacciones se denominan exergónicas.

El sistema puede realizar trabajo y se produce aumento de desorden.

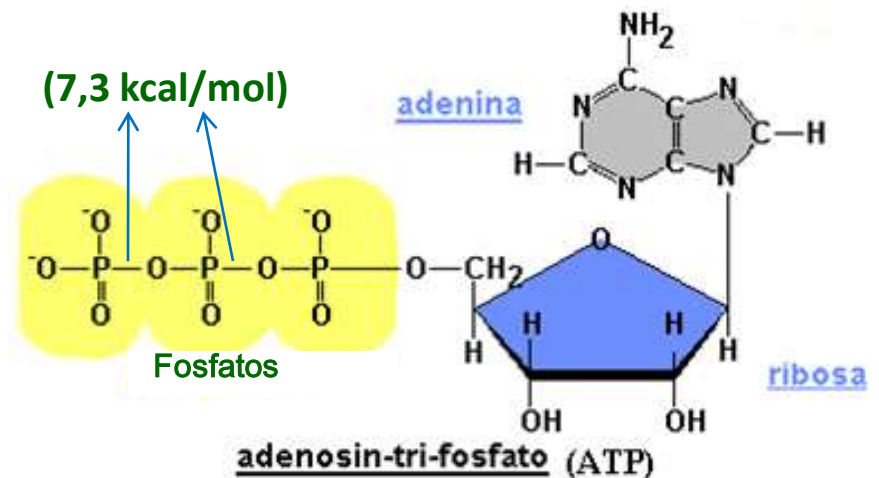
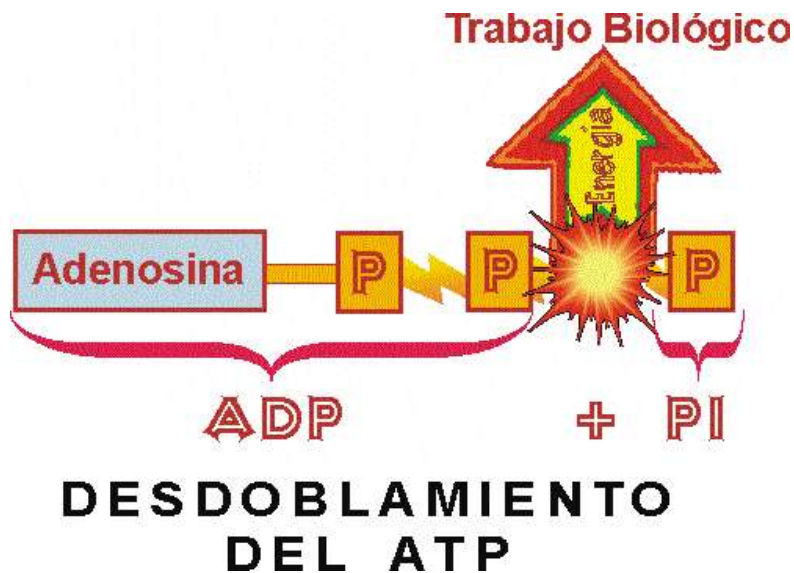


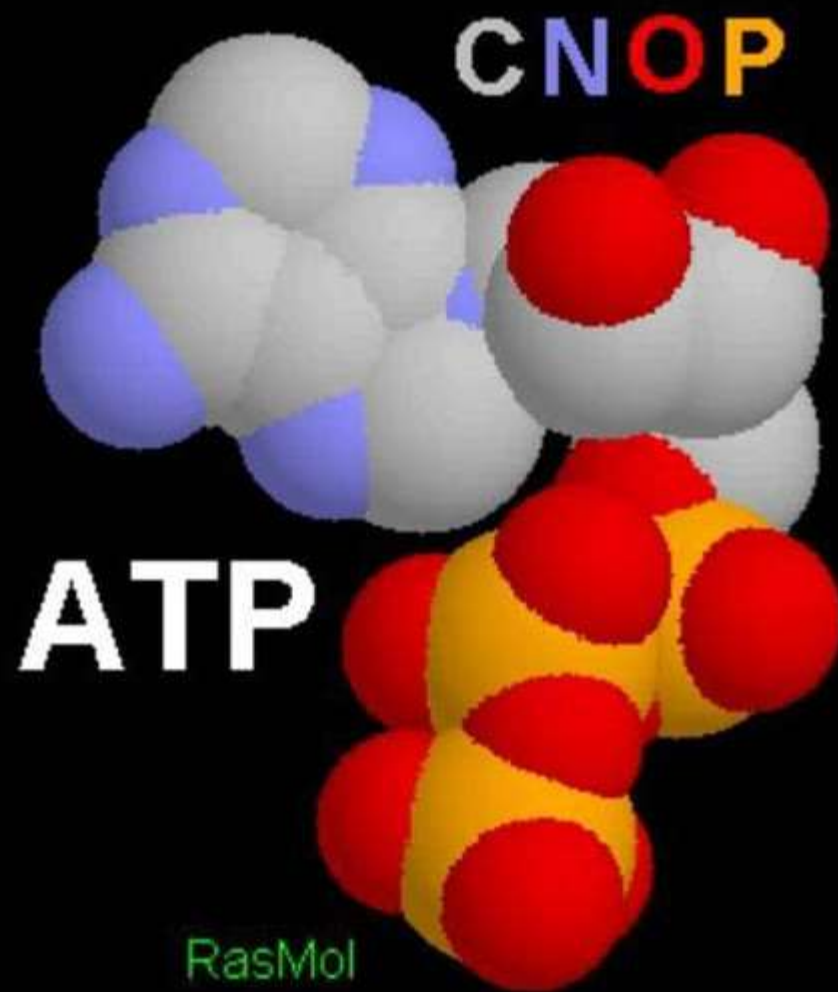
La reacción no es espontánea.

Cuando se absorbe energía libre, las reacciones se denominan endergónicas.

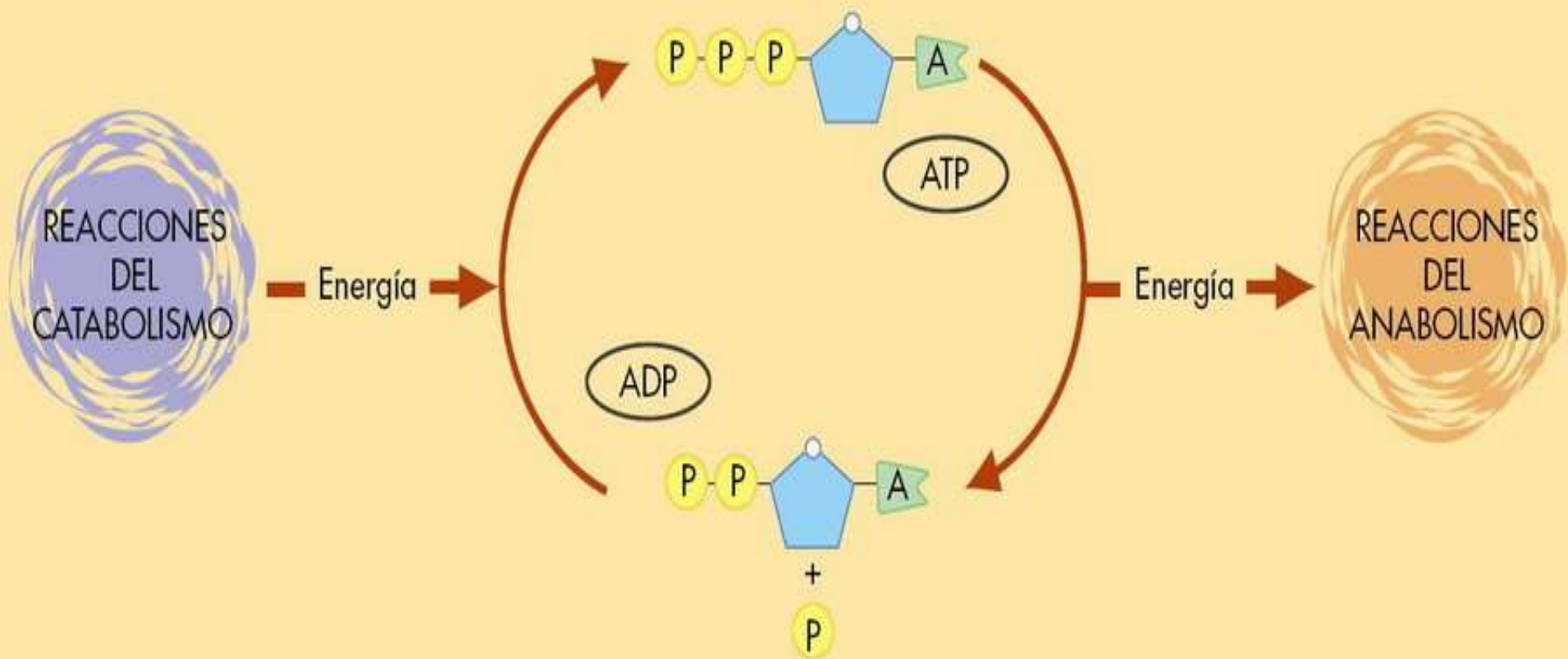
Para que se produzcan deben estar asociadas a otras donde ΔG sea lo suficientemente negativo.

PAPEL DEL ATP COMO TRANSPORTADOR DE ENERGÍA



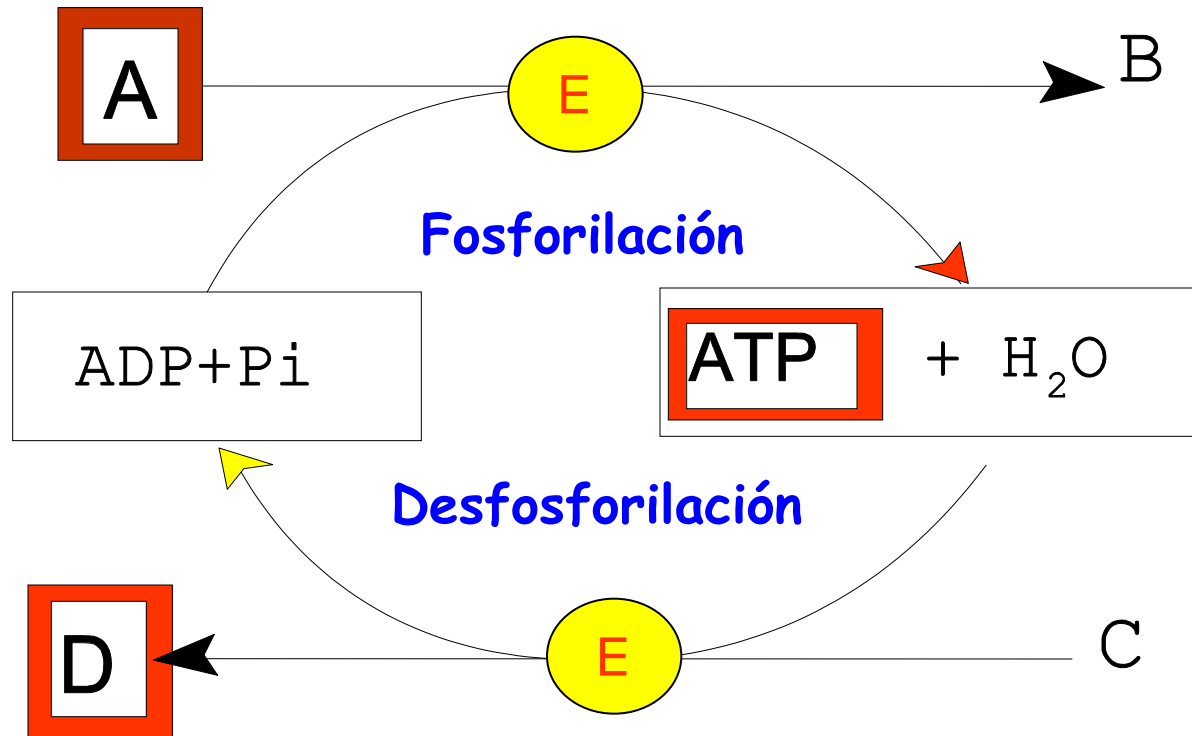


PAPEL DEL ATP COMO TRANSPORTADOR DE ENERGÍA



PAPEL DEL ATP COMO TRANSPORTADOR DE ENERGÍA

El **ADP/ATP** es una *coenzima* que interviene en las transferencias de energía de los procesos *exergónicos* a los *endergónicos*.



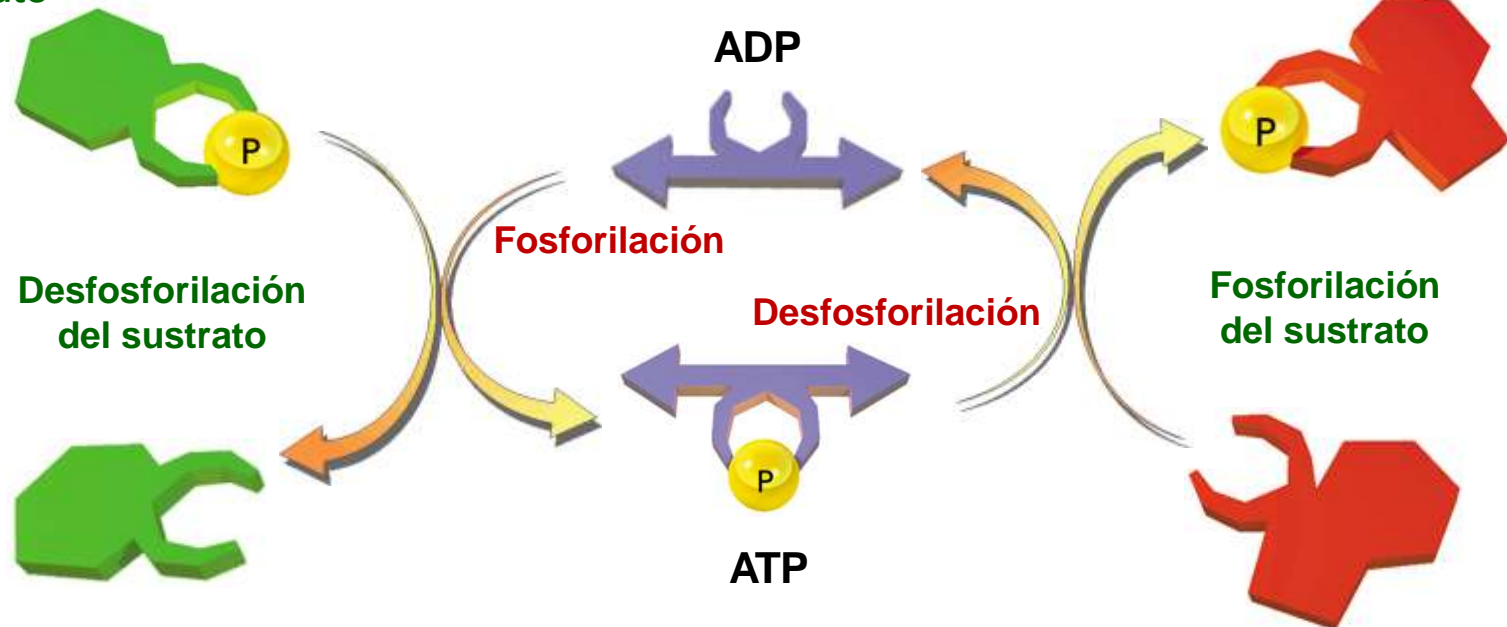
PAPEL DEL ATP COMO TRANSPORTADOR DE ENERGÍA

El **ADP/ATP** es una *coenzima* que interviene en las transferencias de energía de los procesos *exergónicos* a los *endergónicos*.

El **ATP** almacena energía y actúa como “moneda de cambio energético” mediante dos vías:

- **Fosforilación a nivel de sustrato** (por degradación del mismo).
- **Fosforilación oxidativa** (asociada a un *gradiente quimiosmótico* en los complejos *ATP-sintetasas* de las crestas o de los tilacoides).

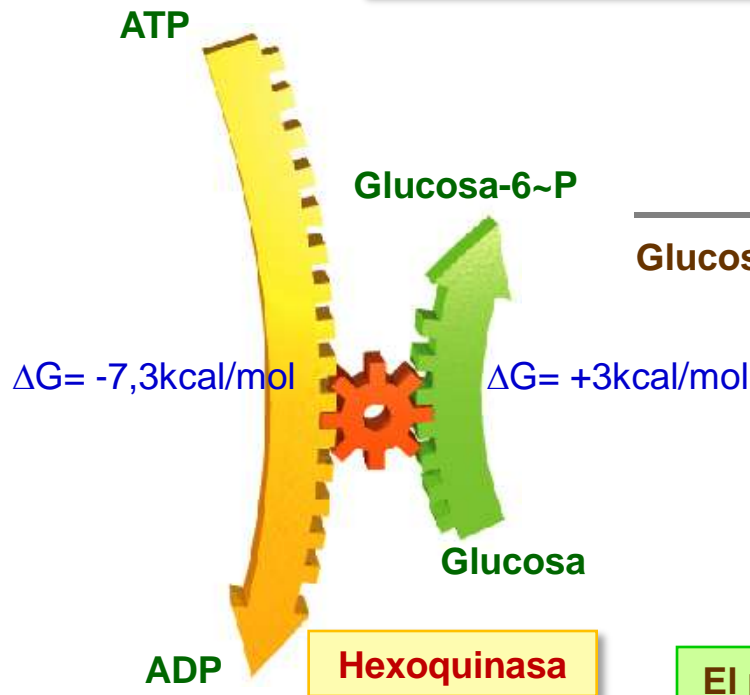
Sustrato



EJ. DE ACOPLAMIENTO ENERGÉTICO ENTRE REACCIONES

La energía desprendida en una reacción exérgica, puede aprovecharse para que se produzcan reacciones energéticamente desfavorables.

FOSFORILACIÓN DE LA GLUCOSA MEDIANTE ATP

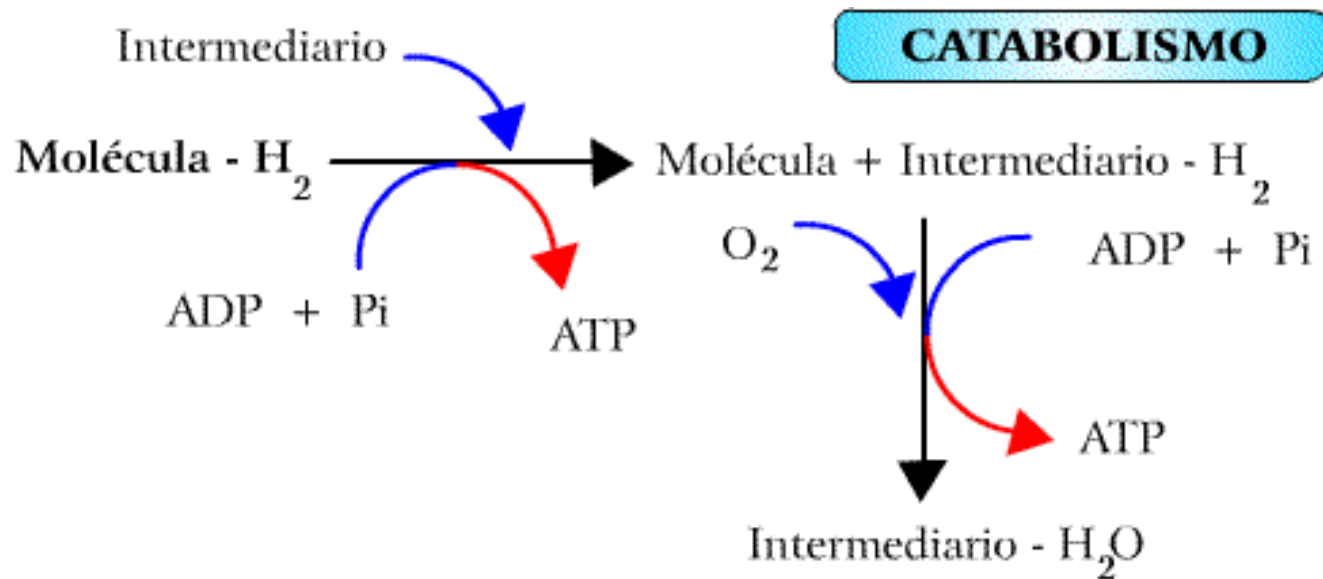


La hidrólisis del ATP (proceso exérgico) se acopla a la fosforilación de la glucosa (proceso endérgico).

El proceso global es favorable energéticamente.

Procesos catabólicos

CATABOLISMO: PROCESOS DE DEGRADACIÓN OXIDATIVA



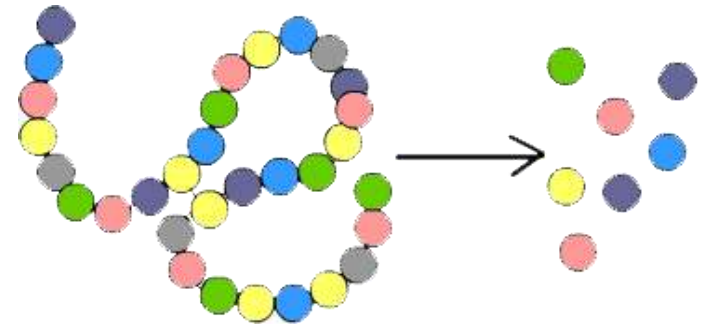
Son reacciones de oxidación que liberan E, la cual se acumula en forma de (ATP).

Esta liberación de E es posible porque los sustratos tienen una E libre (G) (en sus enlaces químicos) mayor que la de los productos (por ej., al ocupar los e- de éstos un orbital más bajo).

CATABOLISMO: PROCESOS DE DEGRADACIÓN OXIDATIVA

Los **sustratos carburantes metabólicos** (glúcidos, ácidos grasos,...) proporcionan *pequeñas moléculas* que actúan como:

METABOLITOS PRECURSORES para las reacciones anabólicas



Otros CARBURANTES METABÓLICOS

- Productores de energía

- Con poder reductor

ATP

Nucleótidos reducidos

$\left\{ \begin{array}{l} \text{NADH} \\ \text{NADPH} \end{array} \right.$

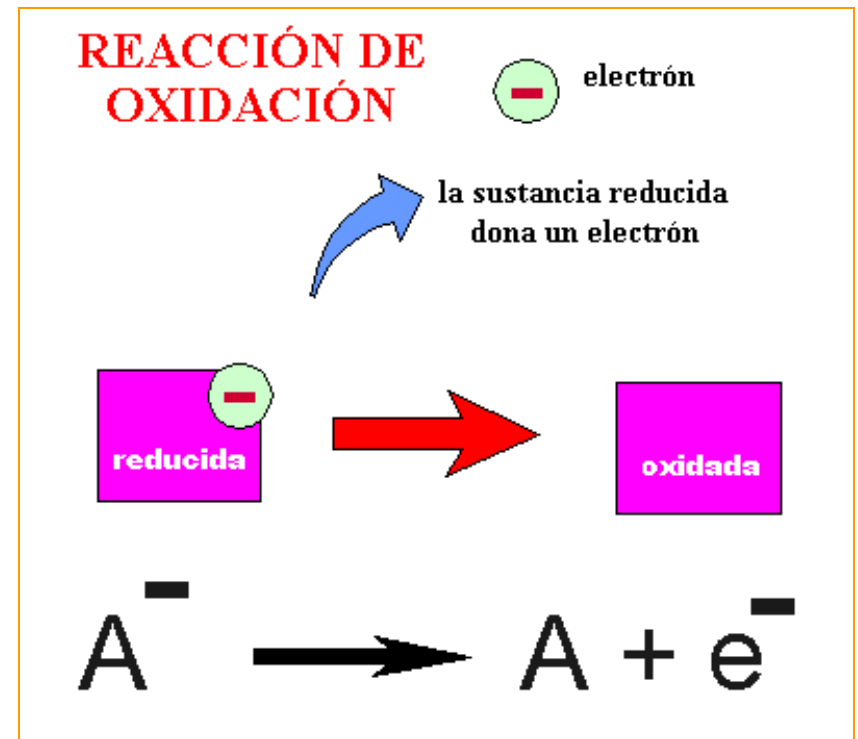
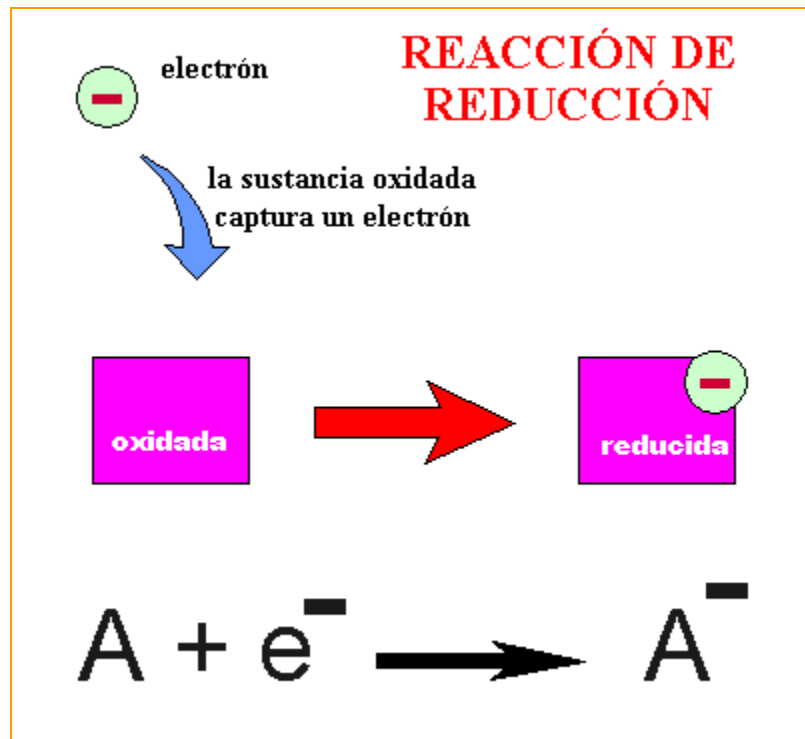
CATABOLISMO: REACCIONES DE ÓXIDO-REDUCCIÓN

REACCIONES REDOX	COMPUESTO OXIDADO	COMPUESTO REDUCIDO
$A + BO \longrightarrow AO + B$	AO	B
$AH + B \longrightarrow A + BH$	A	BH
$A + B \xrightarrow{e^-} A^+ + B^-$	A⁺	B⁻

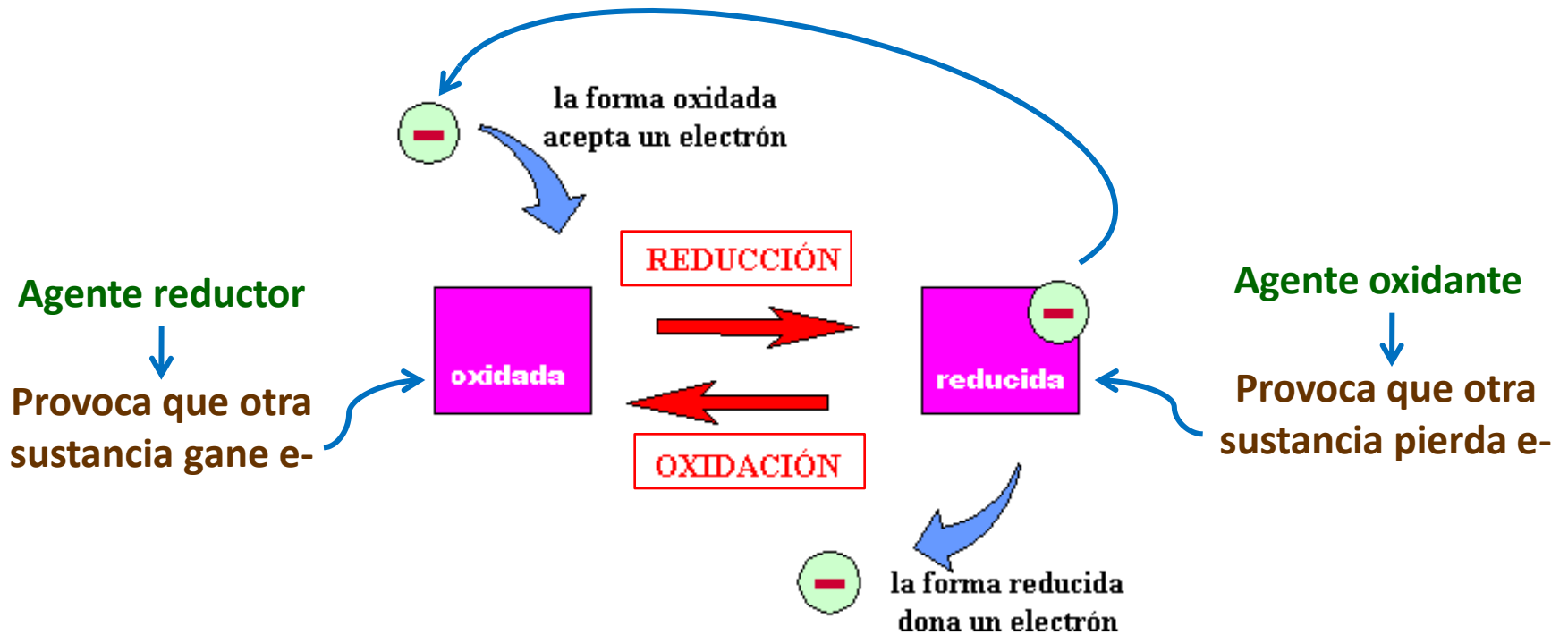
CARACTERÍSTICAS DE LAS REACCIONES REDOX

	HIDRÓGENO	ELECTRONES	ENERGÍA
OXIDACIÓN	ELIMINACIÓN	ELIMINACIÓN	LIBERACIÓN
REDUCCIÓN	ADICIÓN	ADICIÓN	ALMACENAMIENTO

CATABOLISMO: REACCIONES DE ÓXIDO-REDUCCIÓN



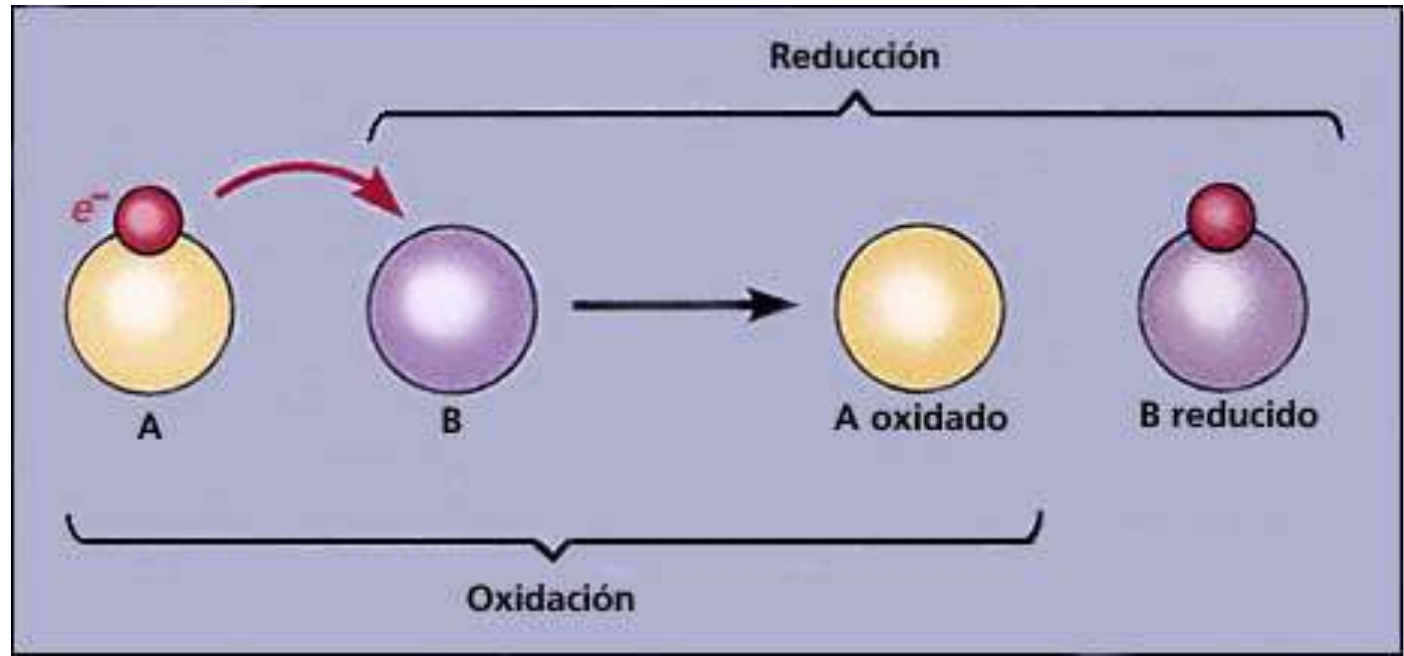
CATABOLISMO: REACCIONES DE ÓXIDO-REDUCCIÓN



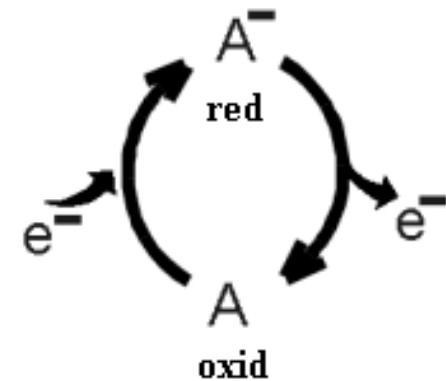
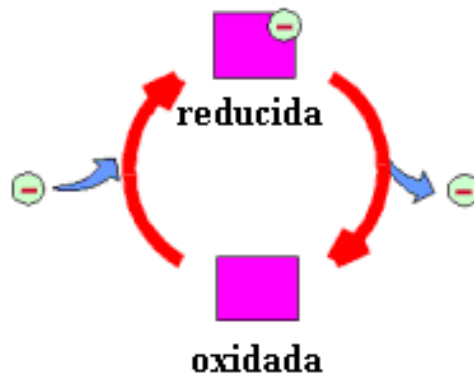
CATABOLISMO: REACCIONES DE ÓXIDO-REDUCCIÓN

REACCIONES REDOX

↓
ENERGÍA
↓
ATP

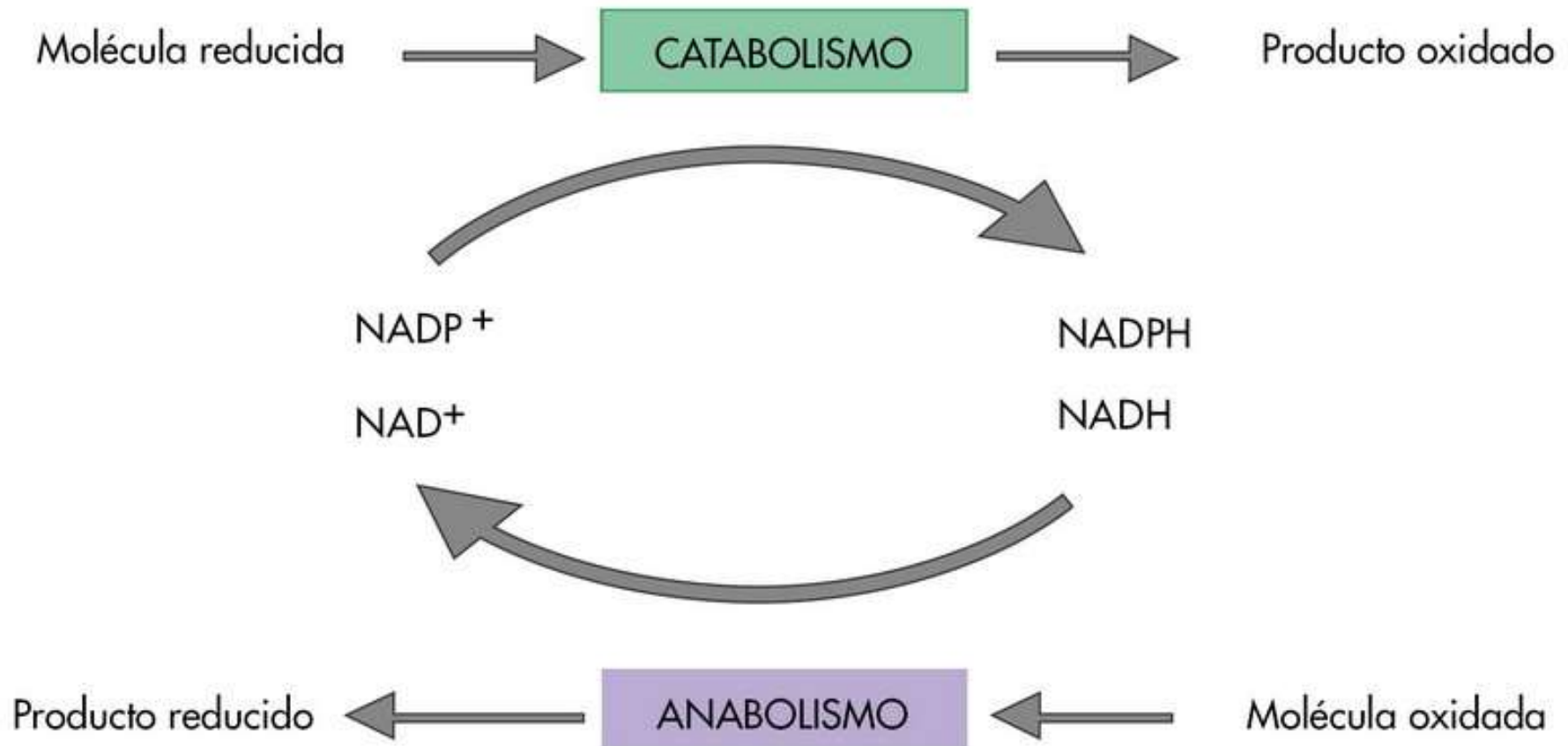


El transporte de e⁻ va unido al transporte de H⁺

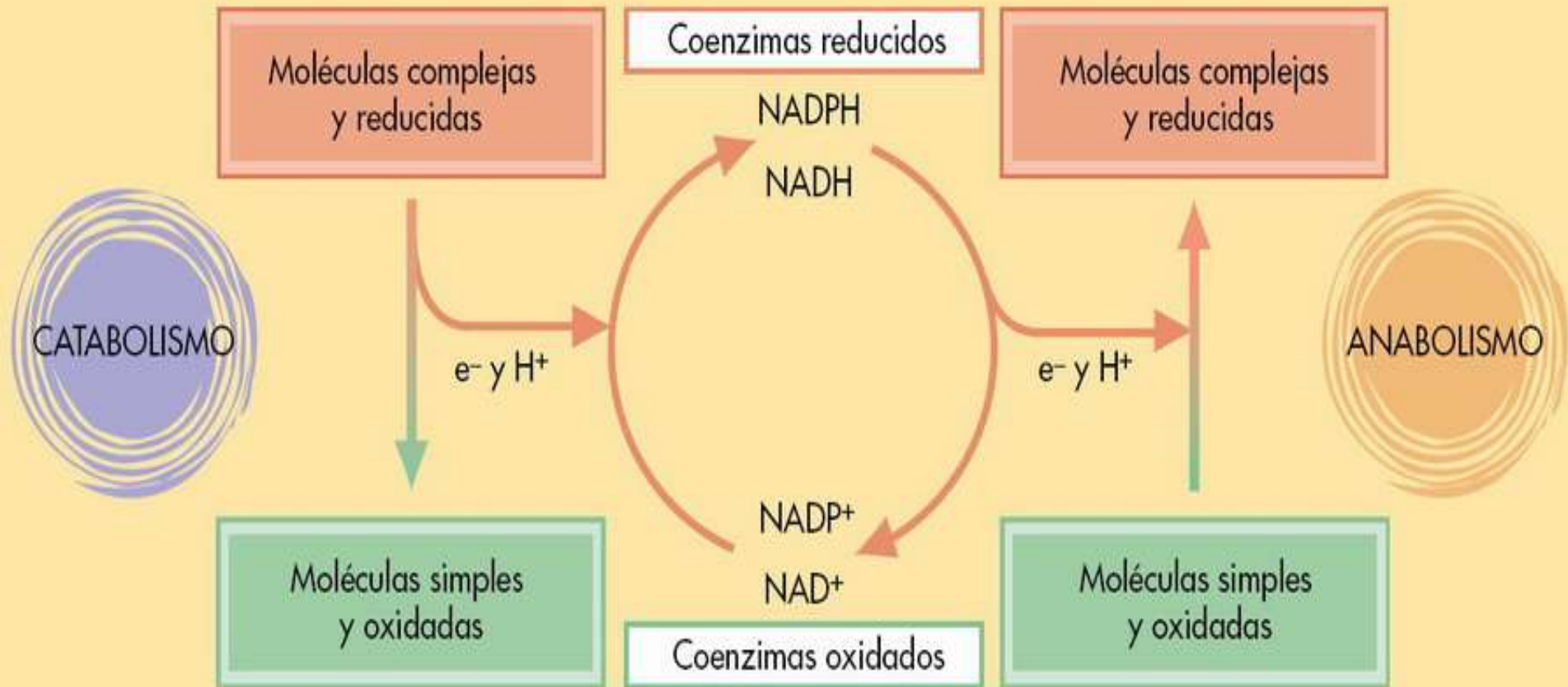


COENZIMAS TRANSPORTADORES DE ELECTRONES

El $\text{NAD}^+ / \text{NADH}$ y el $\text{NADP}^+ / \text{NADPH}$ son transportadores de e^- y p^+ (o sea, de H), e intervienen en los procesos de transferencia de e^- entre una sustancia que se *oxida* a una que se *reduce*.



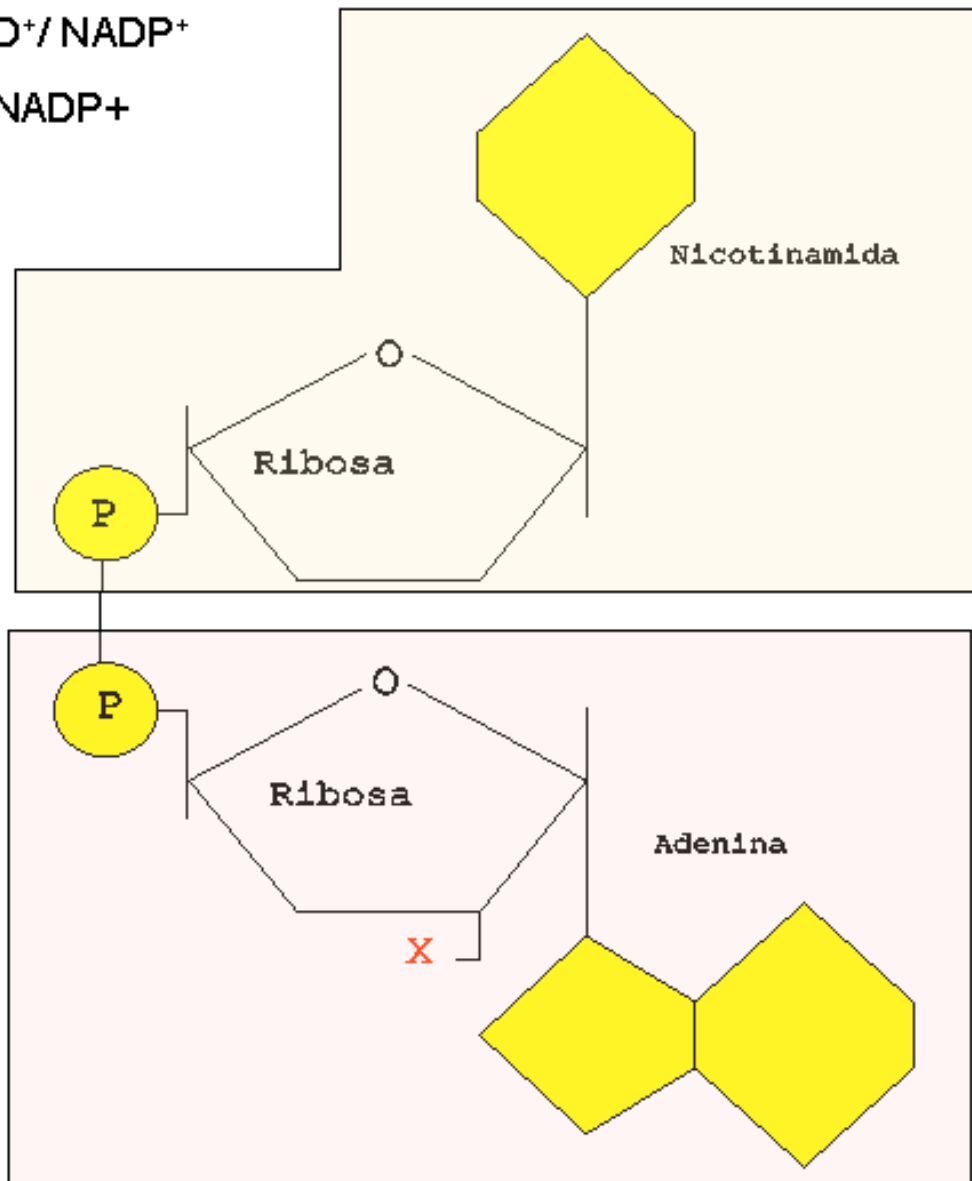
COENZIMAS TRANSPORTADORES DE ELECTRONES



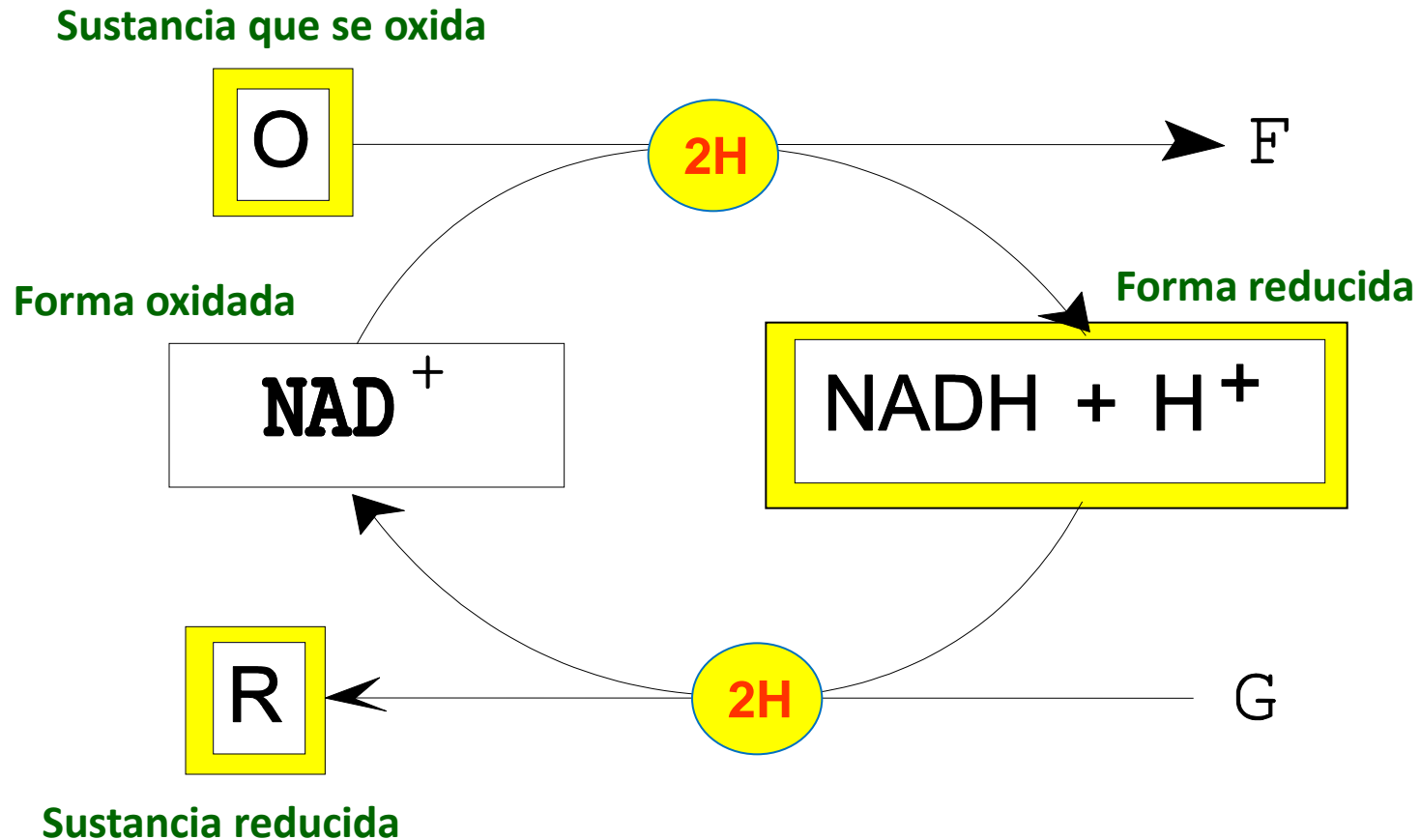
COENZIMAS TRANSPORTADORES DE ELECTRONES

Ejemplo de coenzima: $\text{NAD}^+/\text{NADP}^+$

X es ácido fosfórico en el NADP^+



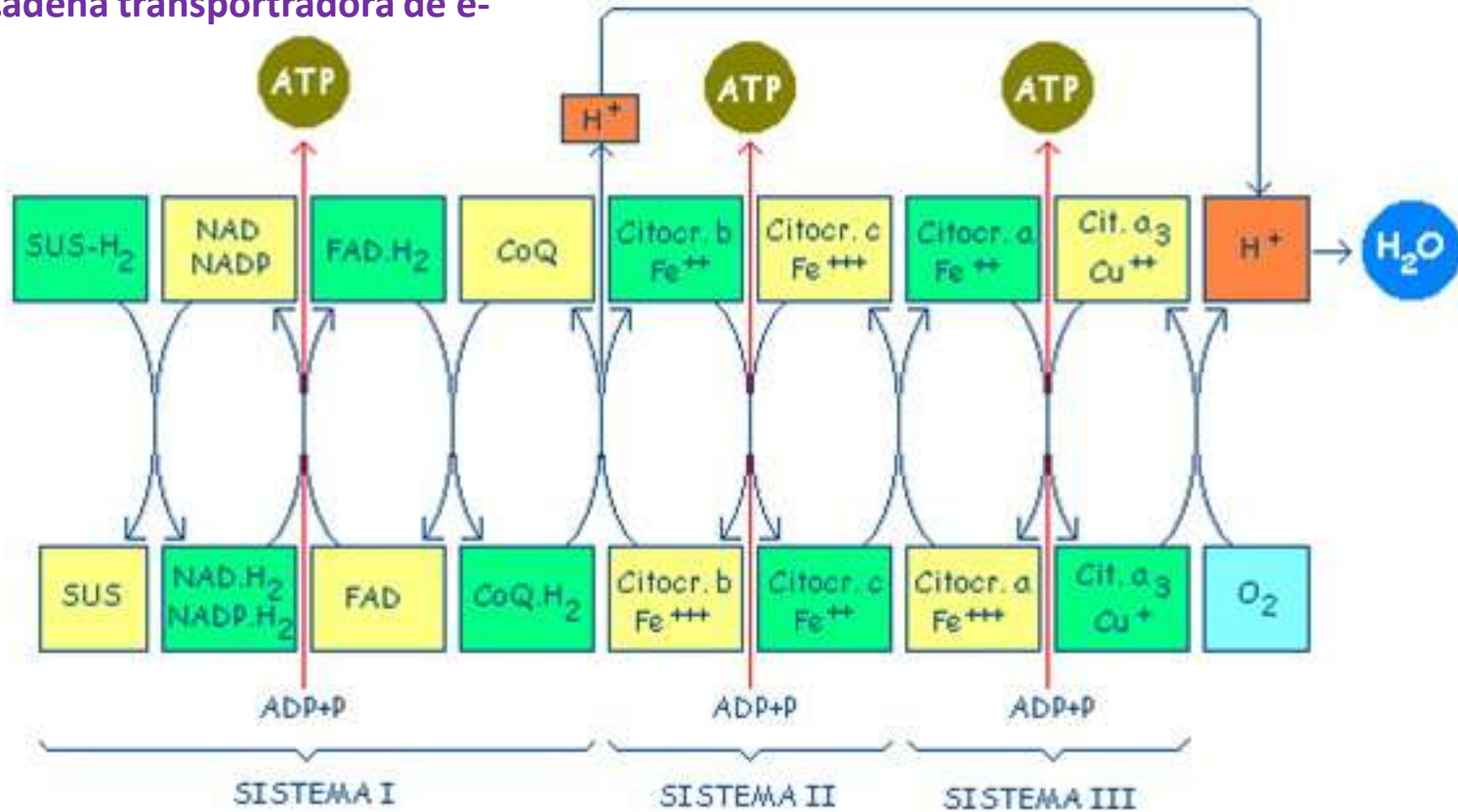
COENZIMAS TRANSPORTADORES DE ELECTRONES



De los dos átomos de H que se desprenden del sustrato oxidado, uno se transporta en el NADH como **ión híbrido** ($H^- = H + e^-$), y el otro queda como H^+ en el medio donde transcurre la reacción: $NAD^+ \leftrightarrow NADH + H^+$. Por comodidad, se omiten los H^+ y sólo se escribe: $NAD^+ \leftrightarrow NADH$.

EN EL CATABOLISMO LA ENERGÍA SE LIBERA GRADUALMENTE

Cadena transportadora de e⁻

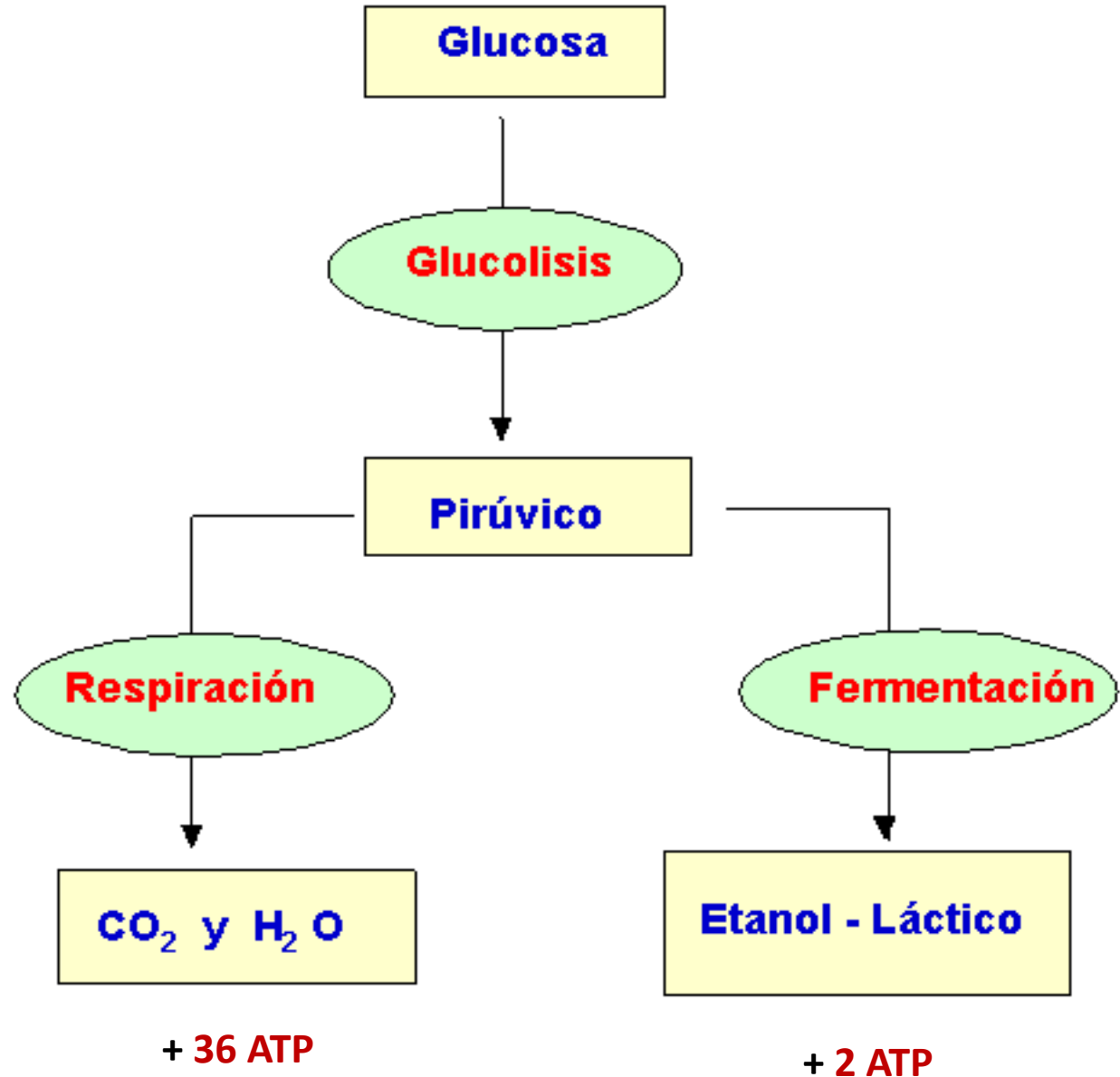


Las oxidaciones redox del catabolismo son **deshidrogenaciones** (catalizadas por **enzimas deshidrogenasas**): transcurren con **pérdida simultánea del e⁻ y p⁺**. Los sustratos dadores de e⁻ son los carburantes metabólicos (*glucosa,...*) y los aceptores de e⁻, son en 1^{er} lugar los **nucleótidos NAD⁺ o FAD** (que se reducen a NADH y FADH₂, resp.), y en 2^o lugar los **citocromos**, que ceden los e⁻ al O al que se unen los H⁺ libres (= p⁺) para formar H₂O.

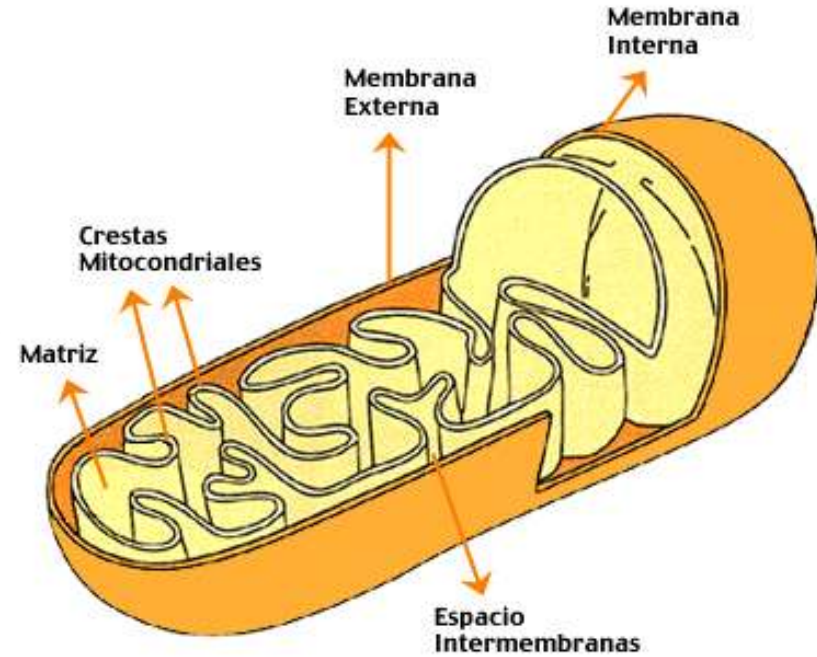
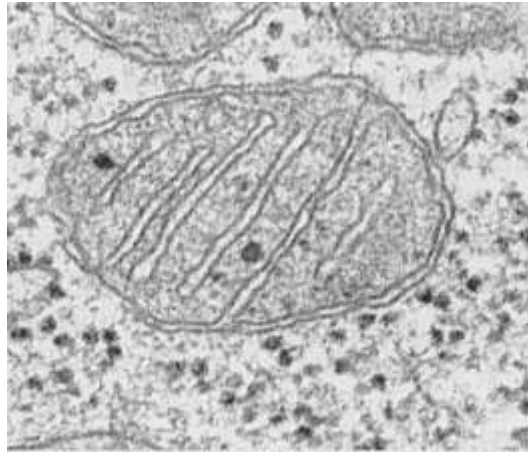
PRINCIPALES RUTAS DEL CATABOLISMO

VÍAS DEL CATABOLISMO

Los organismos autótrofos fijan la energía solar en forma de energía química contenida en los compuestos orgánicos, glucosa, en particular. Esta energía, convenientemente liberada, será utilizada posteriormente por las partes de la planta que no tienen cloroplastos, como suele ser el caso de las raíces y tallos no verdes, o por toda la planta cuando falta la energía solar. Es también esta energía la que permite la vida de los organismos heterótrofos. La **respiración celular** y las **fermentaciones** son las vías catabólicas más corrientes para la obtención de la energía contenida en las sustancias orgánicas. Ambas vías, no obstante, tienen una primera fase común: la **glucólisis**

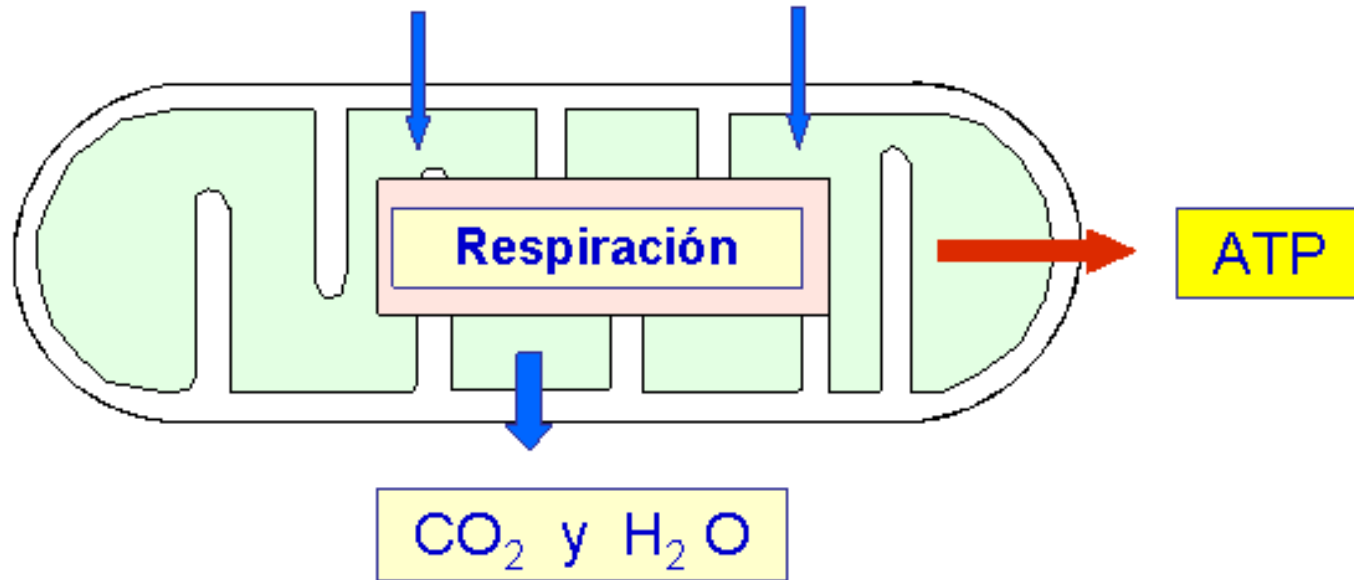


CATABOLISMO: RESPIRACIÓN CELULAR



Glúcidos
Lípidos
Otros C.O.

O₂

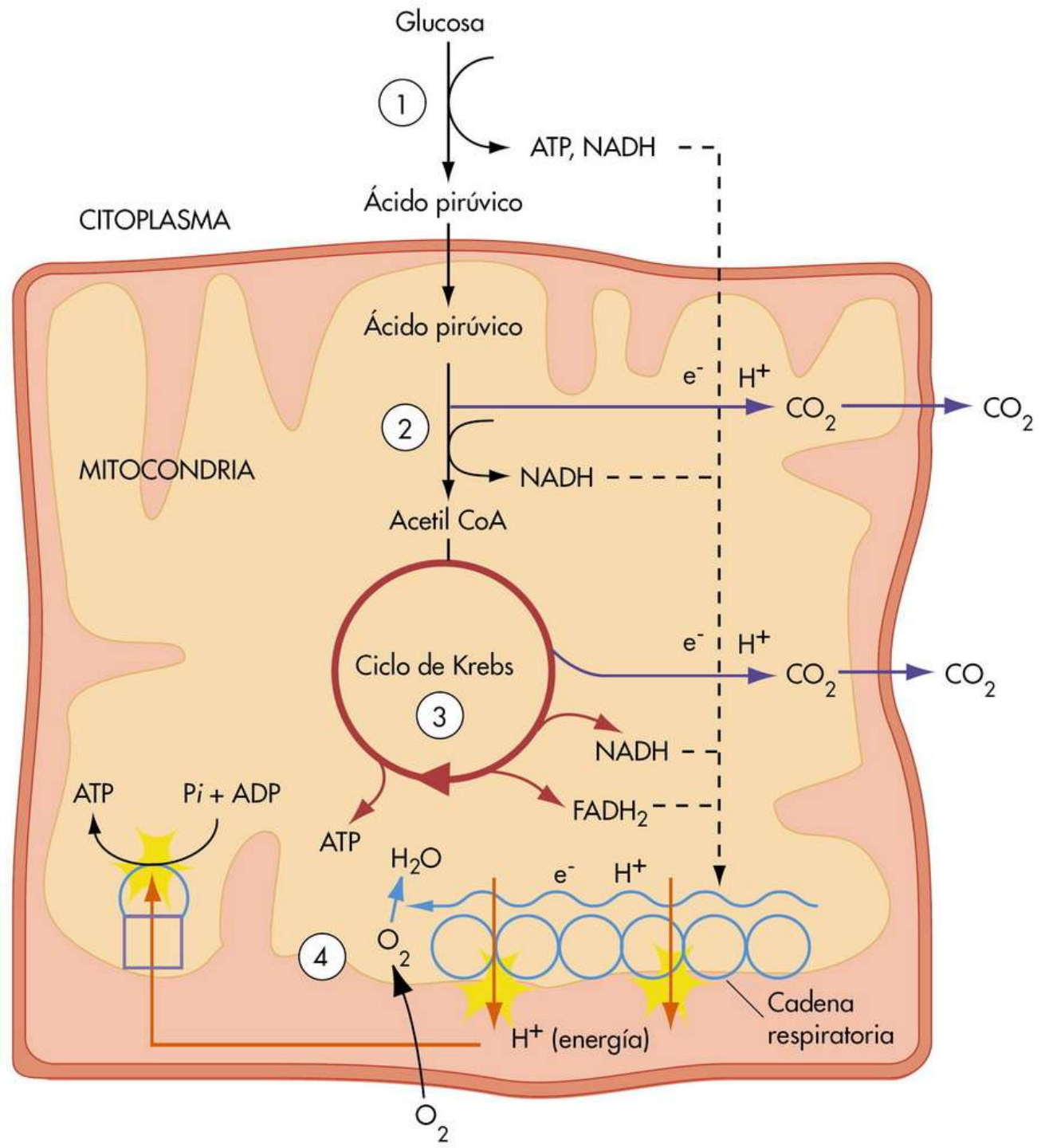


RUTAS CATABÓLICAS DE LA RESPIRACIÓN CELULAR

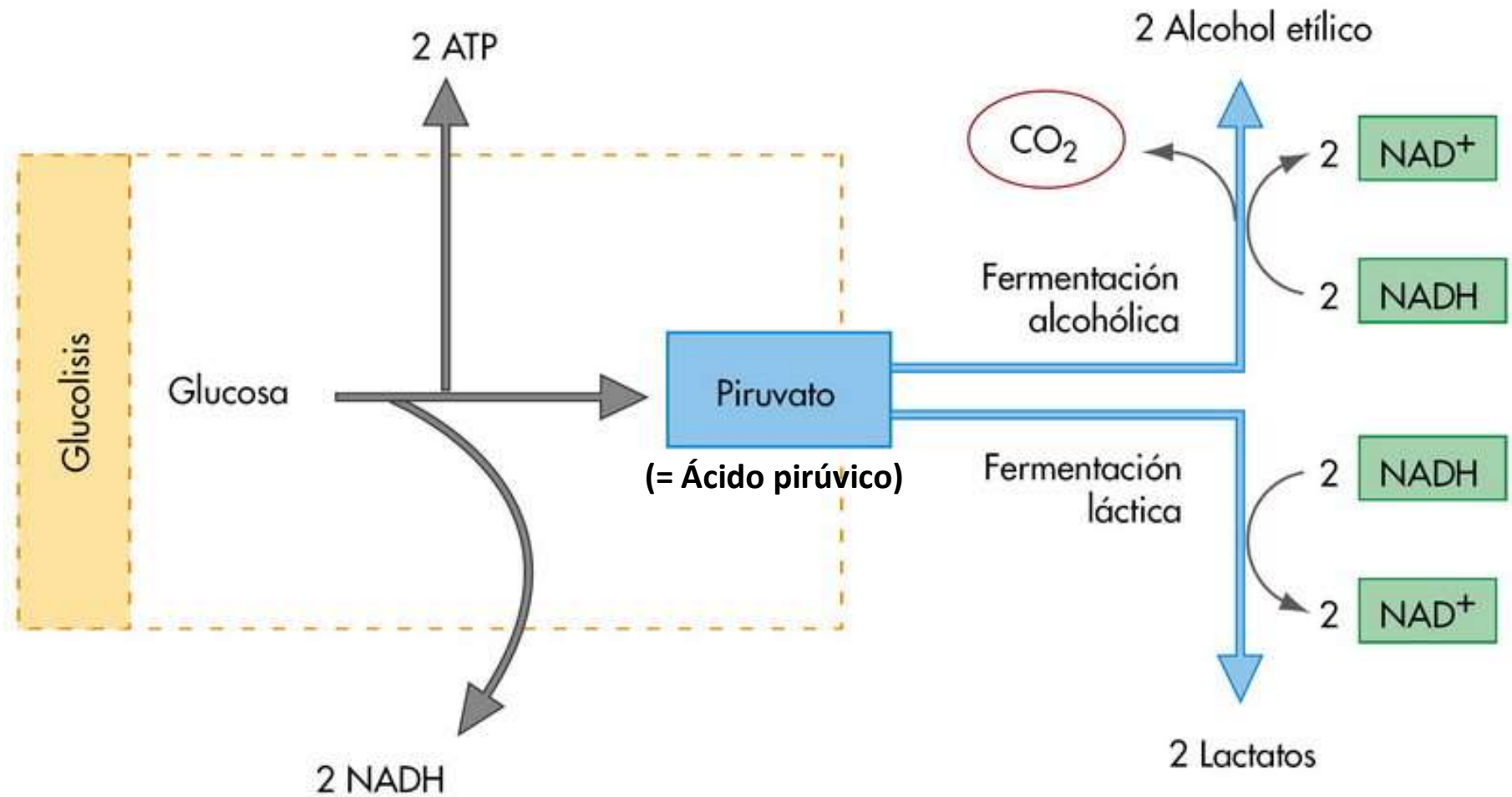


CATABOLISMO

Respiración celular



CATABOLISMO: FERMENTACIONES

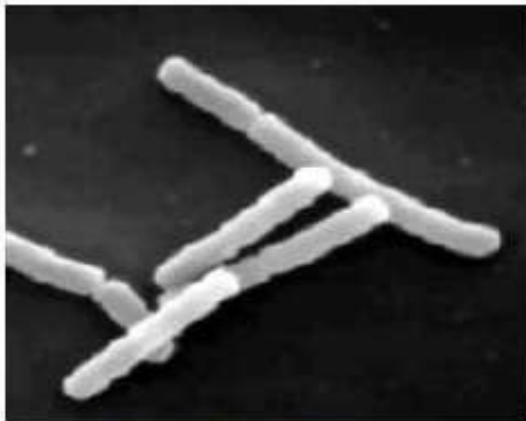


CATABOLISMO: FERMENTACIÓN LÁCTICA

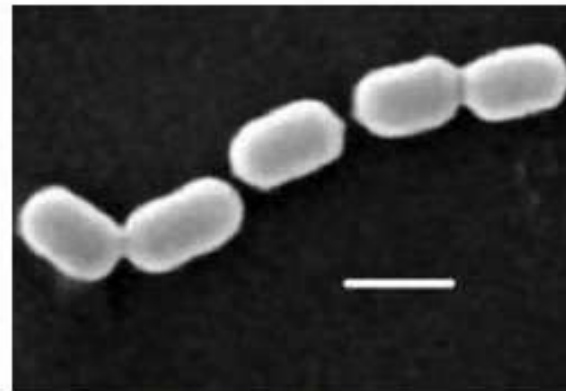


**Lactobacillus
casei**

Diferentes bacterias del género
lactobacillus



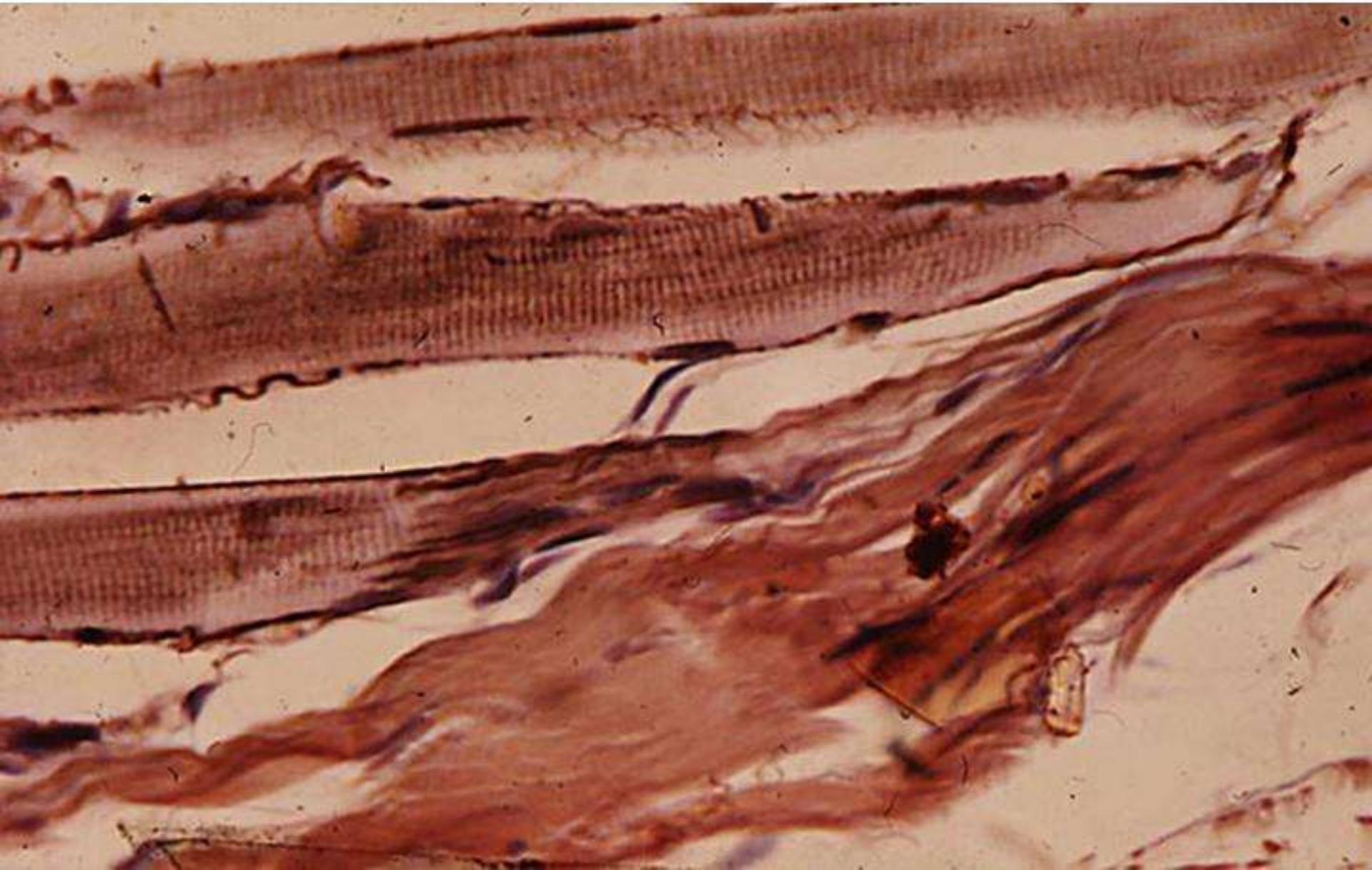
**Lactobacillus
acidophilus**



**Lactobacillus
gasseri**

CATABOLISMO: FERMENTACIÓN LÁCTICA

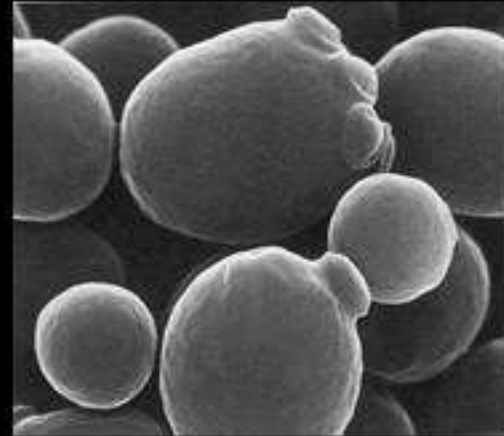
Fibras musculares estriadas



CATABOLISMO: FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

LAS FERMENTACIONES ANAERÓBICAS:

Saccharomyces cerevisiae (Levadura de cerveza). Este microorganismo es el responsable de los procesos de fermentación alcohólica.



RENDIMIENTO ENERGÉTICO DEL CATABOLISMO DE LA GLUCOSA

ECUACIONES GLOBALES DE LAS DIFERENTES VÍAS DE DEGRADACIÓN DE LA GLUCOSA y RENDIMIENTO ENERGÉTICO EN MOLES DE ATP POR MOL DE GLUCOSA

a) Respiración oxidativa



b) Fermentación láctica

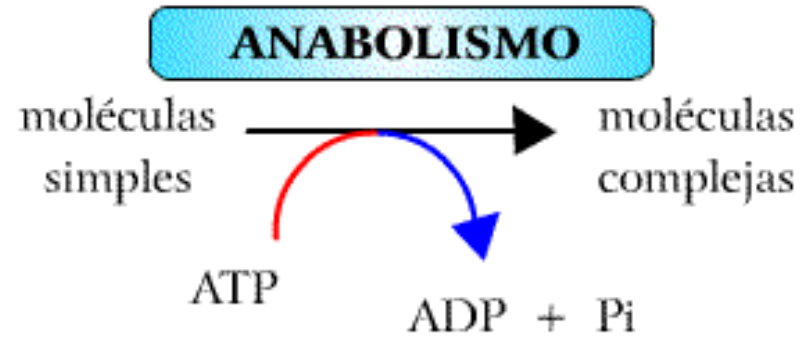


c) Fermentación alcohólica



Procesos anabólicos

ANABOLISMO: REACCIONES DE REDUCCIÓN



Reacciones de **reducción**
con gasto de E (ATP)

**MOLÉCULAS
INORGÁNICAS
SENCILLAS**

Anabolismo
autótrofo

**MOLÉCULAS
ORGÁNICAS
SENCILLAS**

Anabolismo
heterótrofo

**MOLÉCULAS
ORGÁNICAS
COMPLEJAS**

Todas las células

Células autótrofas

ANABOLISMO: REACCIONES DE REDUCCIÓN

Anabolismo heterótrofo

todos los seres vivos

ATP

Se forman *moléculas orgánicas complejas* a partir de

otras orgánicas más sencillas
moléculas inorgánicas

Anabolismo autótrofo

sólo los autótrofos

del Sol

FOTOSÍNTESIS

Hay que aportar E (que se guardará en forma de ATP)

de reacciones *exotérmicas*

QUIMIOSÍNTESIS

TIPOS DE ANABOLISMO

Por la forma de obtener los materiales:

Autótrofo: aquellos organismos que sintetizan sus compuestos orgánicos empleando como fuente de materiales sustancias inorgánicas. (CO₂)

Ejemplos: los vegetales verdes y muchas bacterias.

Heterótrofos: aquellos organismos que sintetizan sus compuestos orgánicos empleando como fuente de materiales otras sustancias orgánicas.

Ejemplos: los animales, los hongos y muchas bacterias.

Por la forma de obtener la energía:

Fotosintéticos: emplean la luz como fuente de energía.

Ejemplos: los vegetales verdes y muchas bacterias.

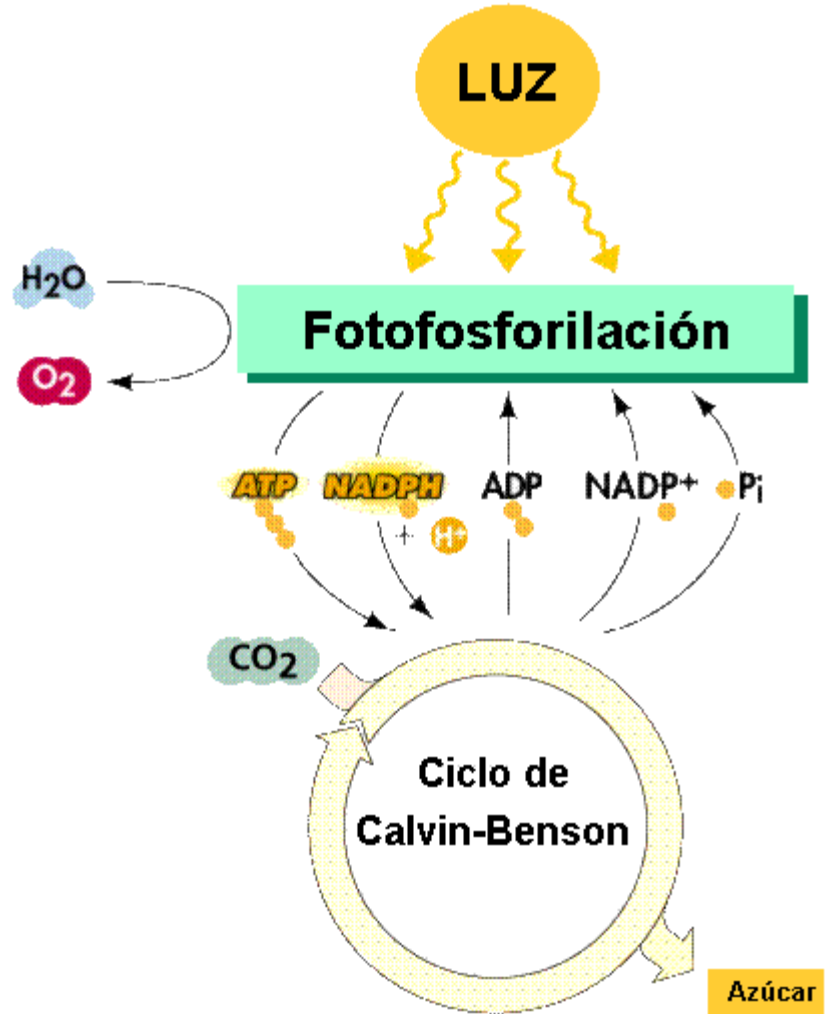
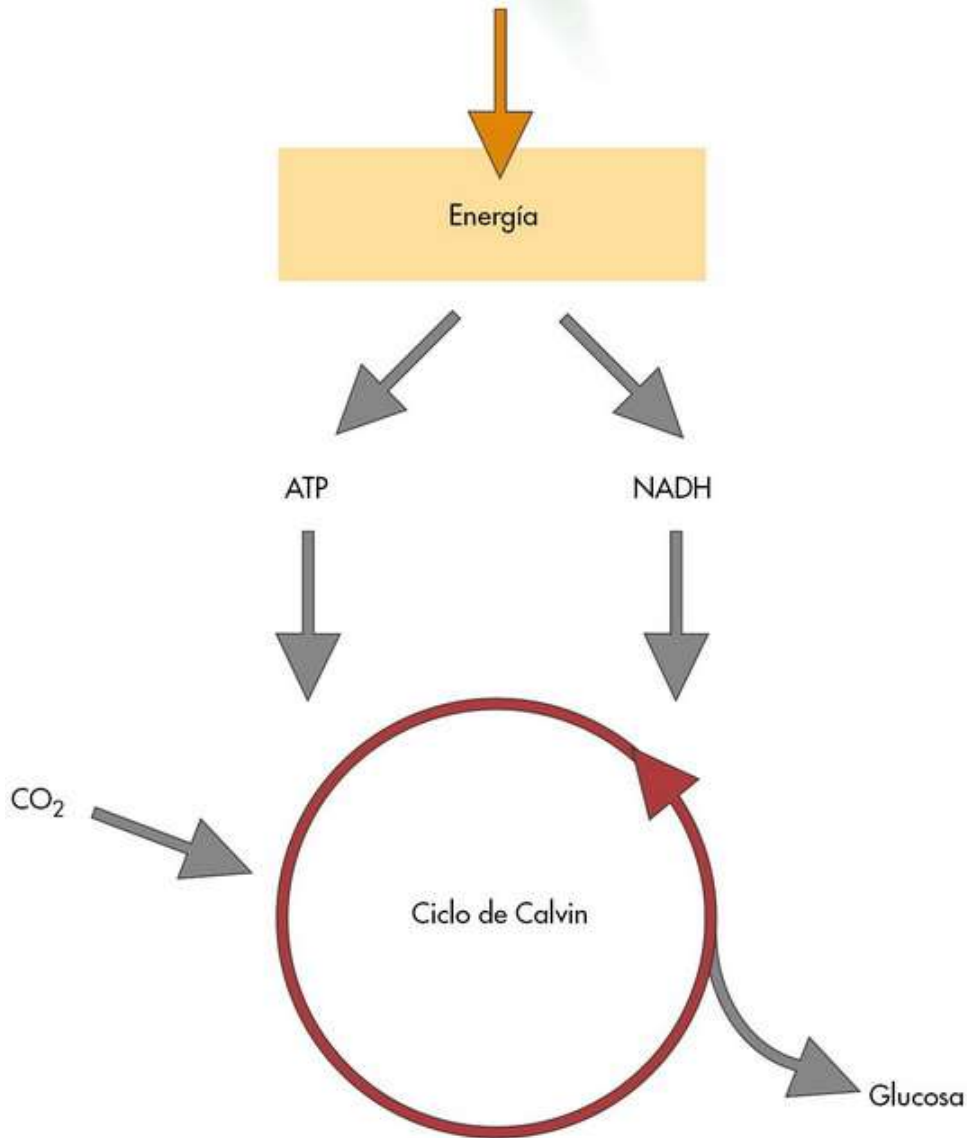
Quimiosintéticos: obtienen la energía de reacciones químicas.

Ejemplos: muchas bacterias.

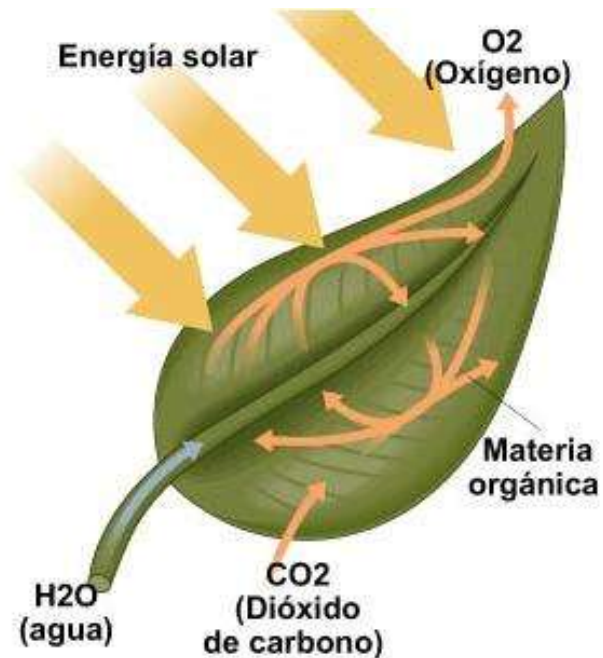
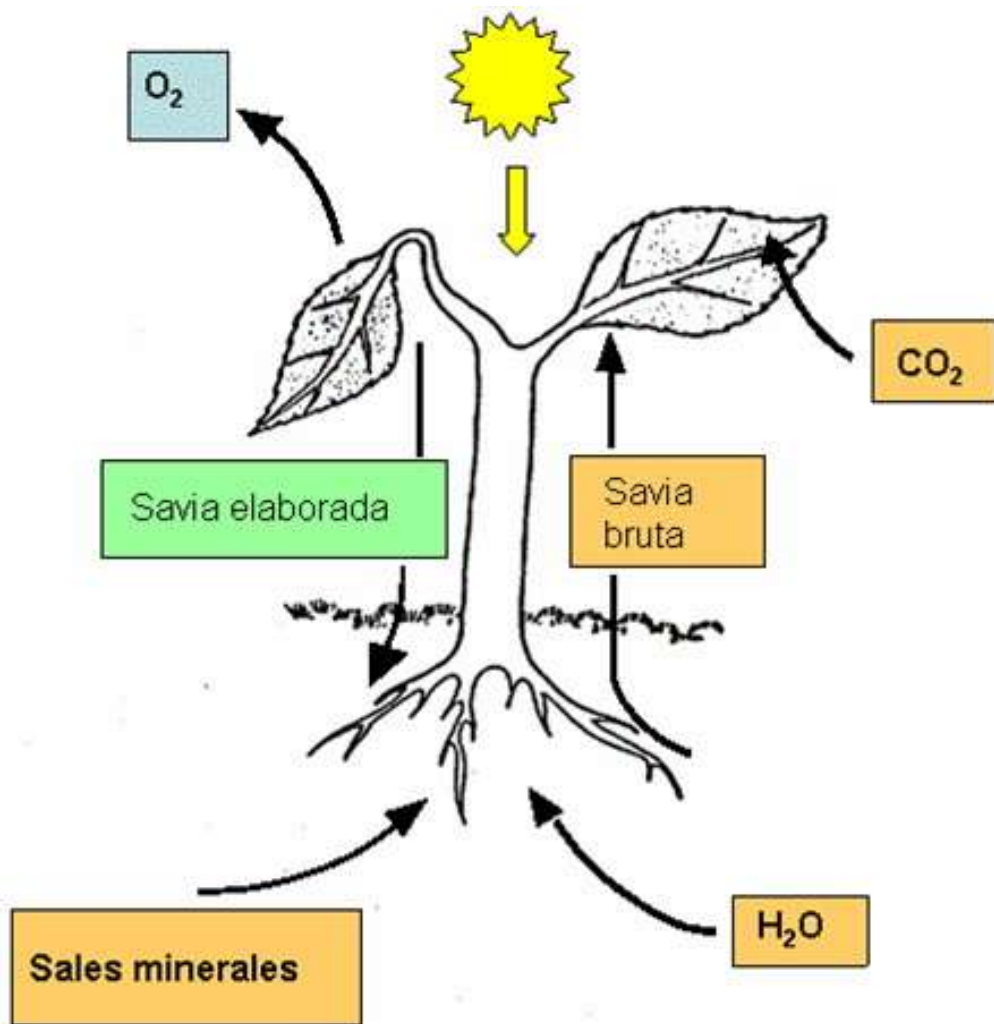
Compuesto reducido

Fotosíntesis

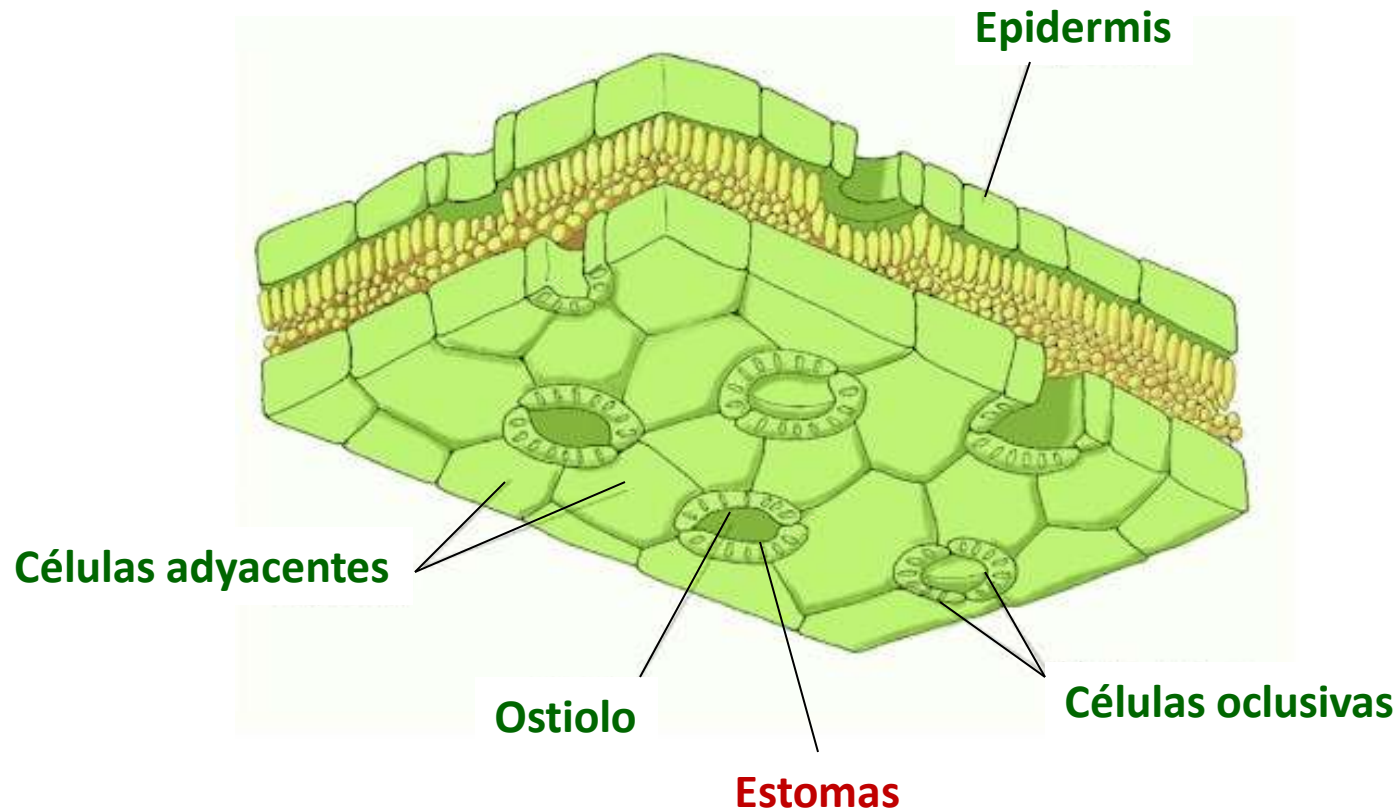
Compuesto oxidado

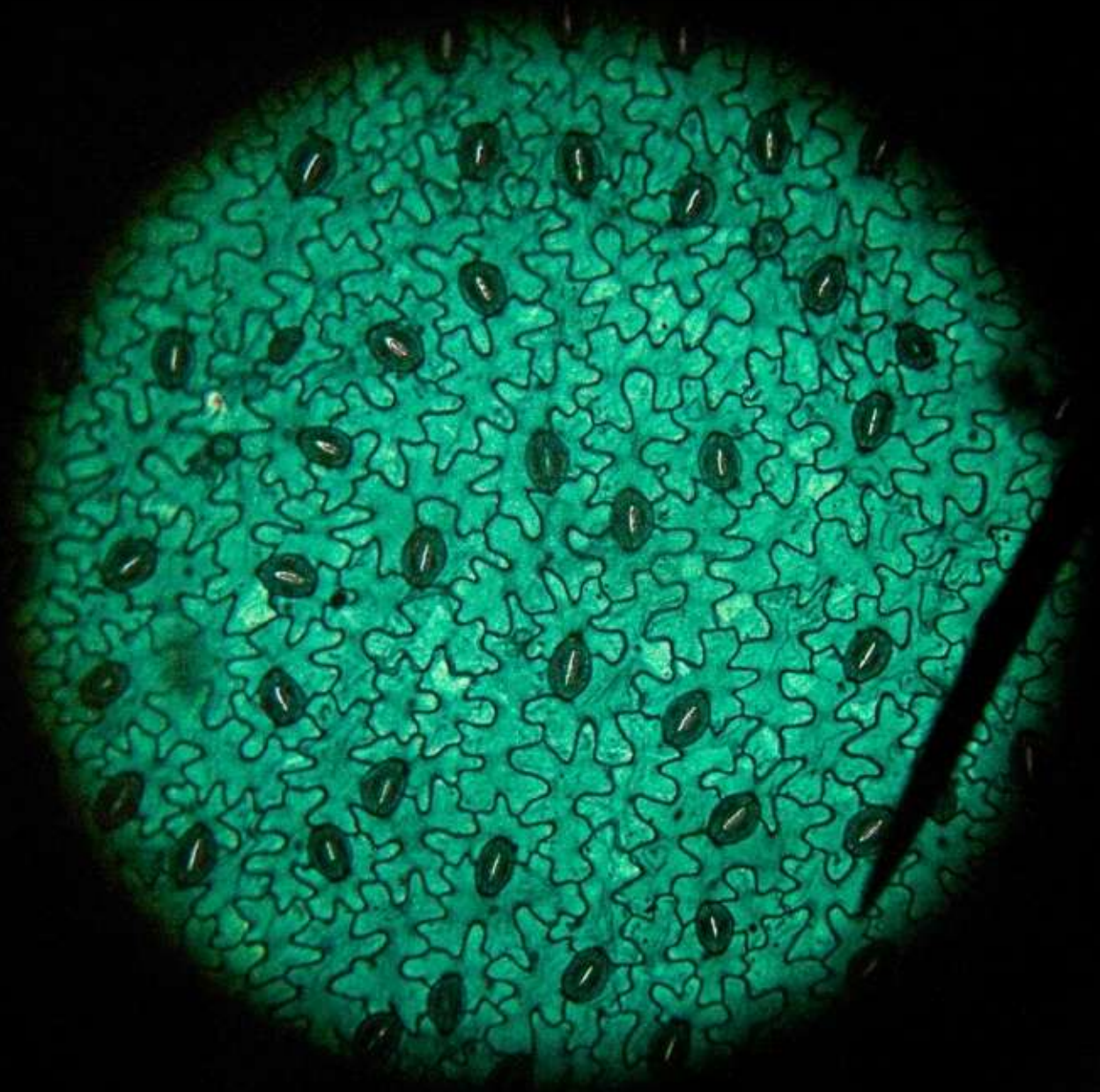


ANABOLISMO AUTÓTROFO: FOTOSÍNTESIS



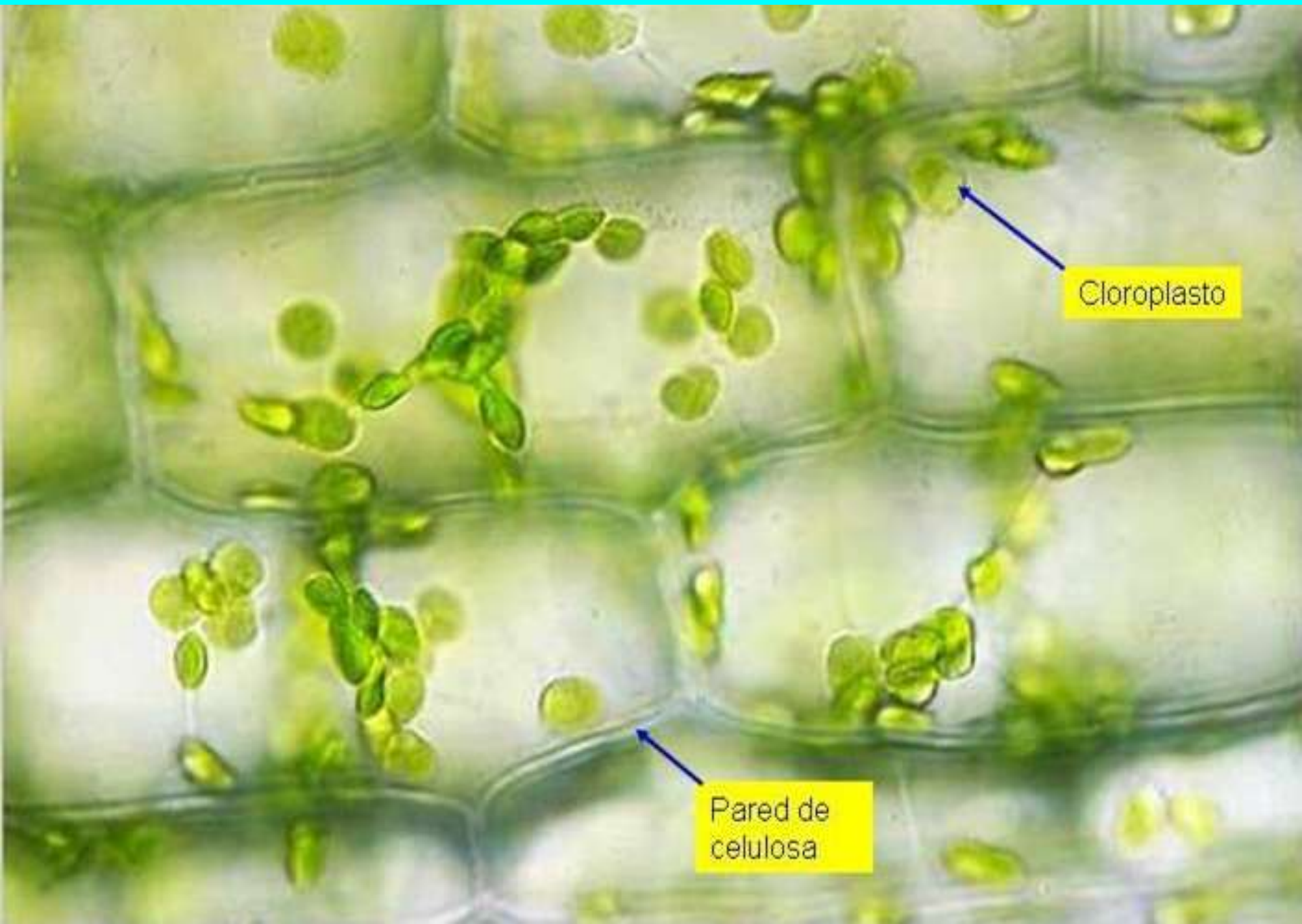
ANABOLISMO AUTÓTROFO: FOTOSÍNTESIS





Estomas

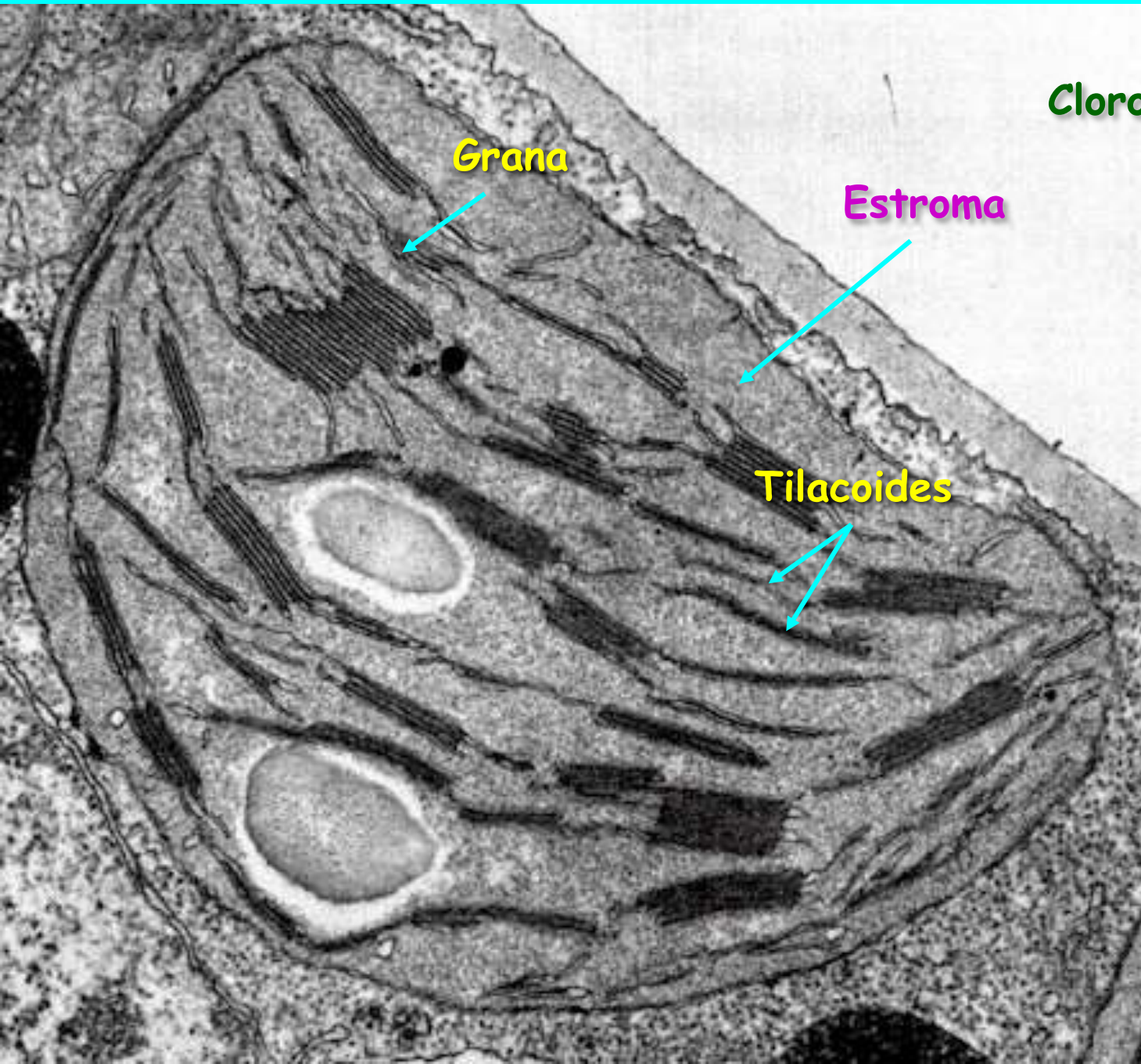
ANABOLISMO AUTÓTROFO: FOTOSÍNTESIS



Cloroplasto

Pared de
celulosa

ANABOLISMO AUTÓTROFO: FOTOSÍNTESIS



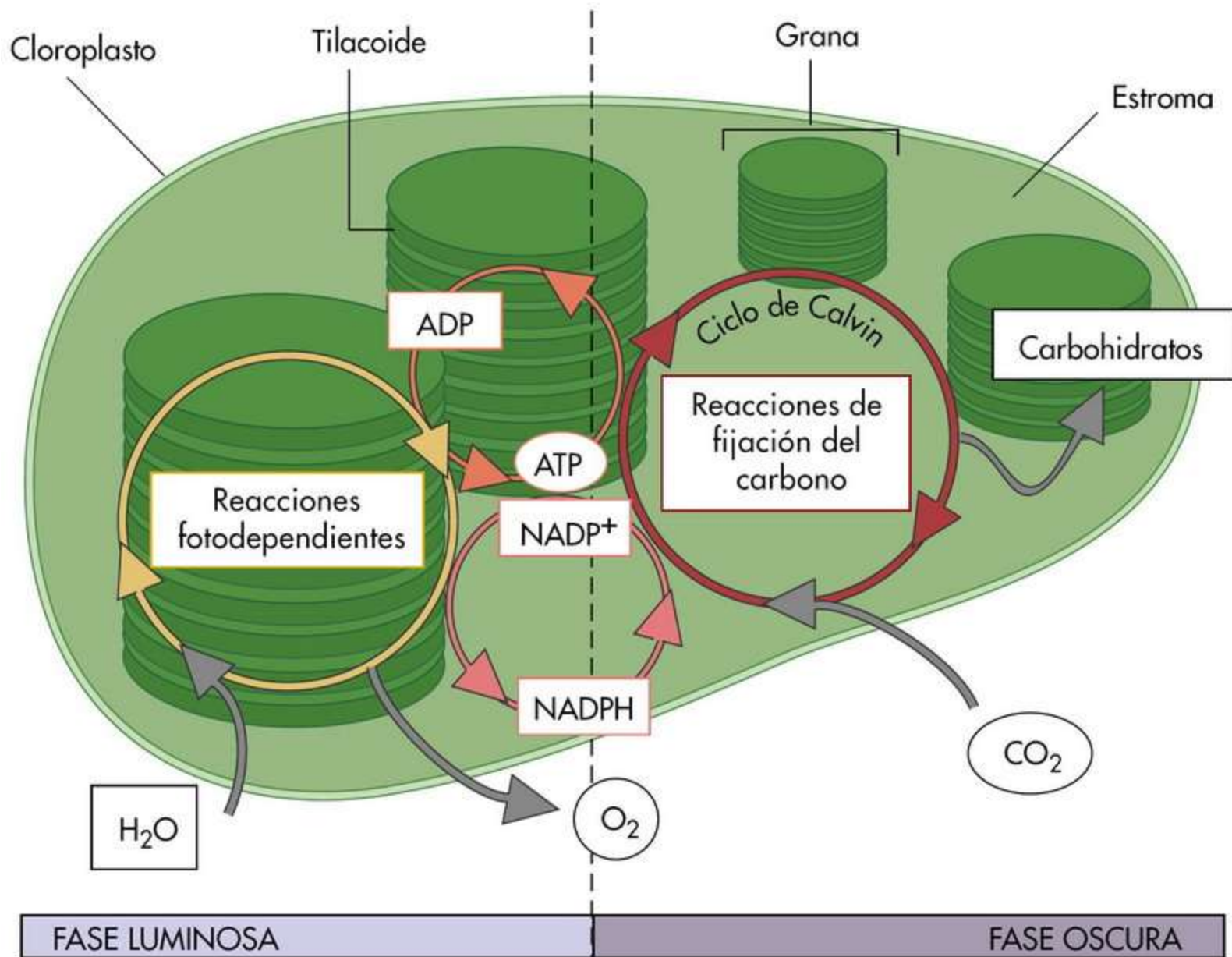
Cloroplasto

Grana

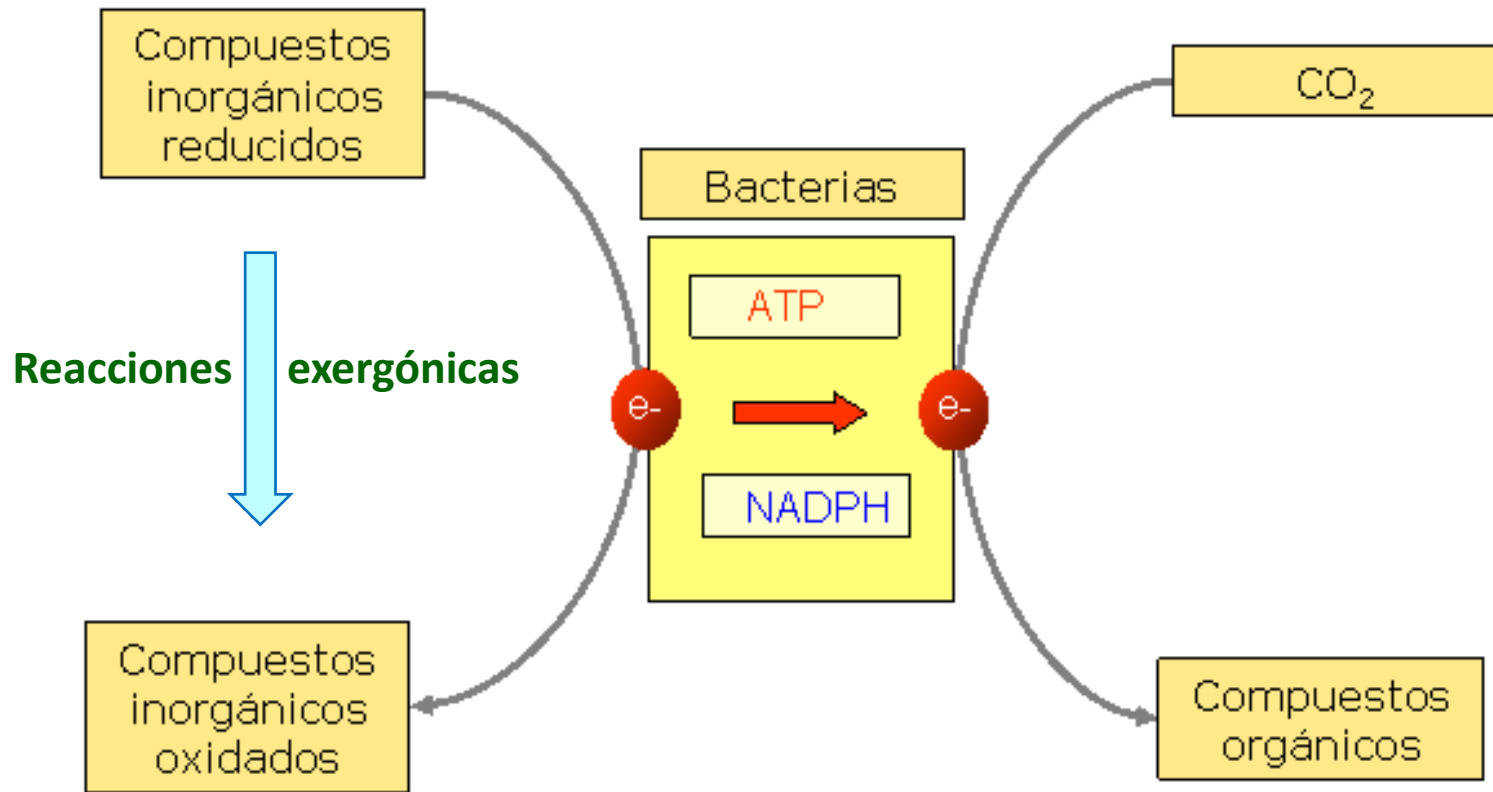
Estroma

Tilacoides

ANABOLISMO AUTÓTROFO: FOTOSÍNTESIS



ANABOLISMO AUTÓTROFO: QUIMIOSÍNTESIS



ANABOLISMO HETERÓTROFO

