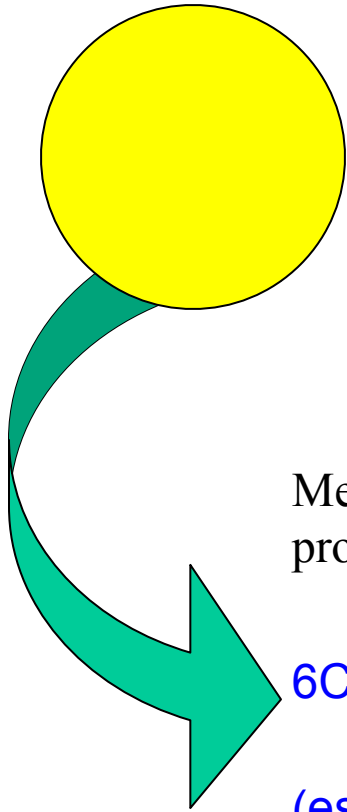


¿De dónde proviene la energía que las células usan para subsistir?



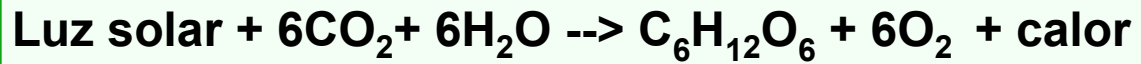
Energía de la luz- fotosíntesis

Mediante la fotosíntesis las plantas usan la energía electromagnética para producir azúcares.



(es necesaria la energía de la luz solar)

Se "reduce" el dióxido de carbono, se le agregan electrones



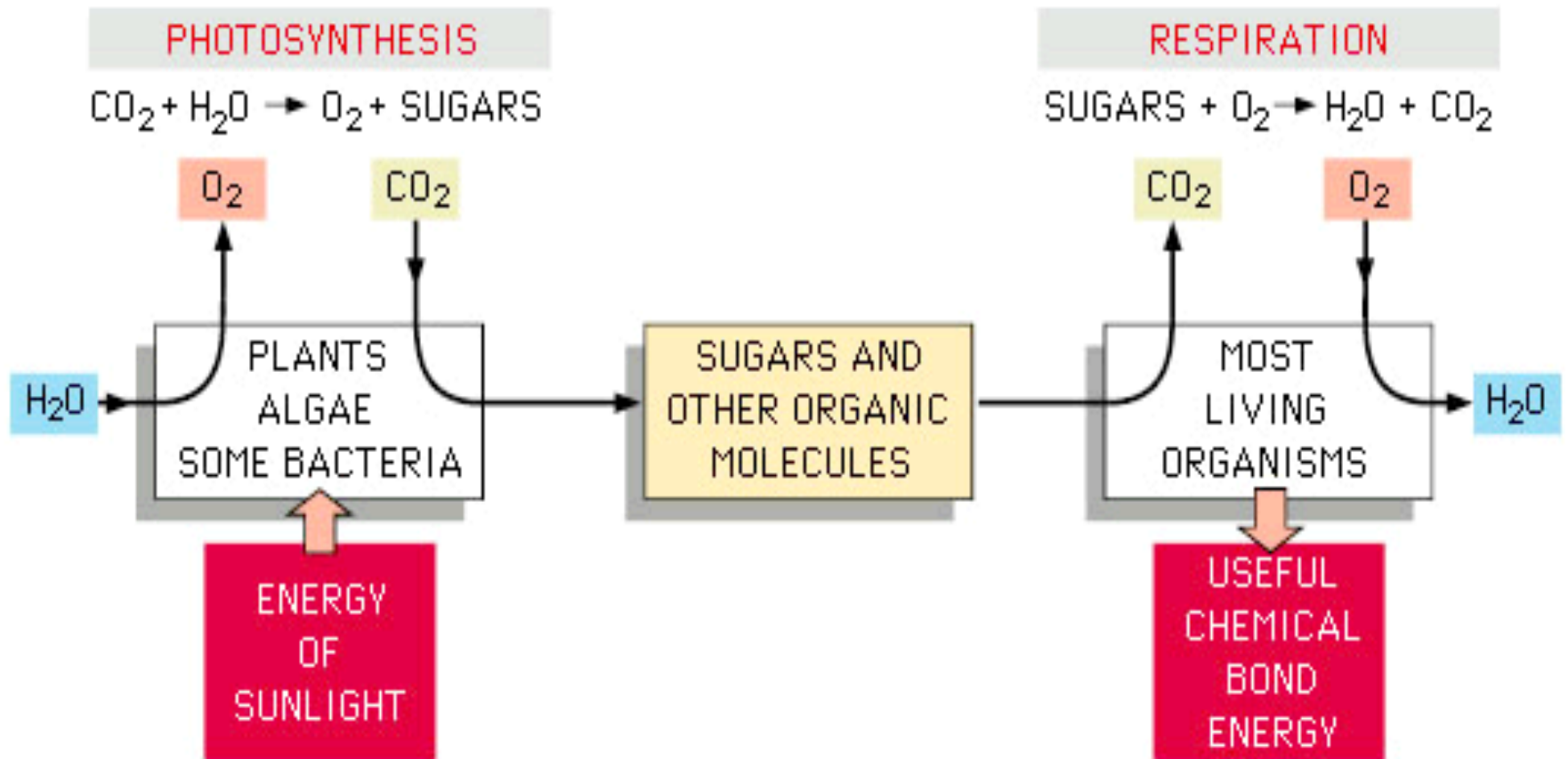
Ésta es una reacción **ANABOLICA**,  
*es sintética*

Es energéticamente desfavorable, requiere una fuente externa de energía. **Endergonic**.

Cambio de energía libre ( $\Delta G^0$ ) de  
**+ 686** kcal/mol glucosa

La glucosa producto de la reacción cumple dos roles:

- es una molécula clave para el almacenamiento y conversión de energía.
- es la molécula “inicial” para “armar” otras moléculas biológicas.



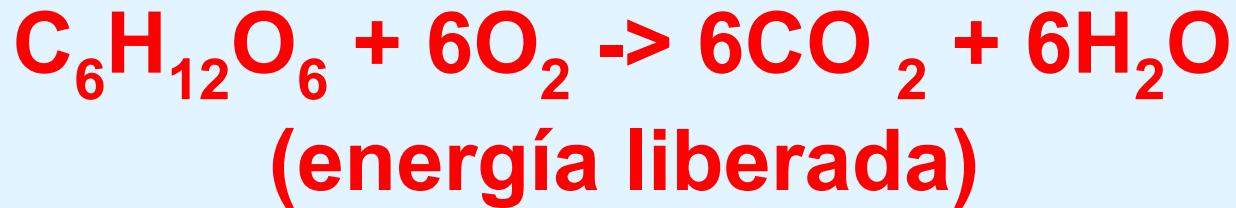
©1998 GARLAND PUBLISHING

Anabolic/photosynthesis

catabolic/respiration

Pero antes de “procesar” los azúcares es necesario romper las macromoléculas ingeridas en moléculas orgánicas más pequeñas.

**La ecuación para la fotosíntesis puede escribirse al revés para describir el proceso de extracción de energía de la glucosa para su uso en distintos procesos celulares.**



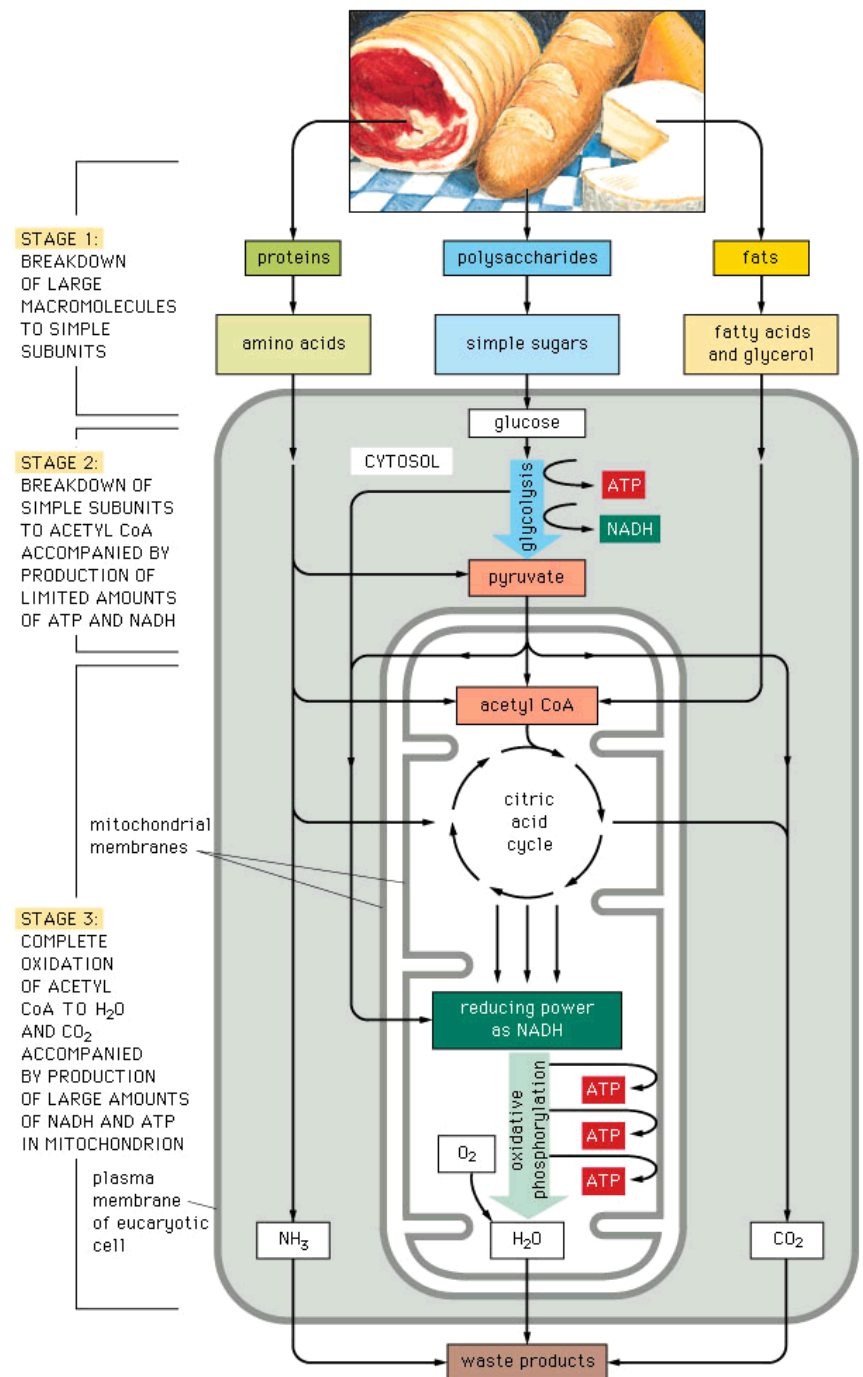
En esta dirección la reacción es CATABOLICA y EXOTERMICA (es energéticamente favorable por lo que se libera energía)

$\Delta G^\circ = - 686 \text{ kcal/mol}$  glucosa (2870 kilojoules). Esta energía puede usarse para realizar trabajo. También mantiene el cuerpo caliente

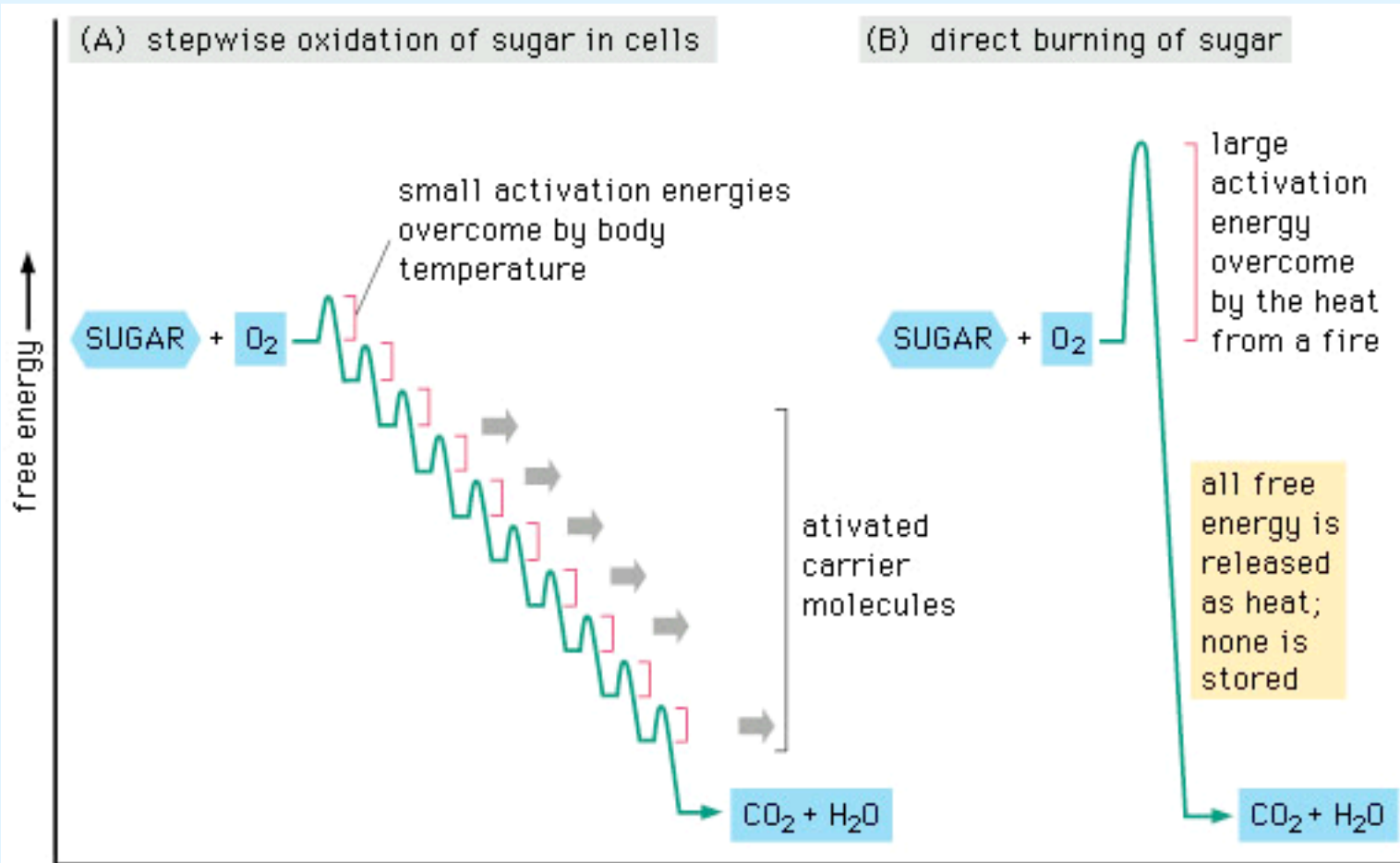
No es llevada adelante en único paso, sino que involucra una serie de reacciones.

La rotura enzimática de las macromoléculas que ingerimos (catabolismo) ocurre en tres etapas.

El proceso más importante de la segunda etapa es la glucólisis (“cortado de la glucosa”), la que puede generar ATP en ausencia de oxígeno.



Las dos últimas etapas involucran un gran número de pasos.

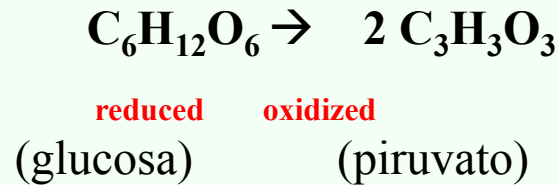


**Oxidación:** remoción o pérdida de electrones  
-estado de menor energía.

**Reducción:** adición de electrones  
- estado de mayor energía

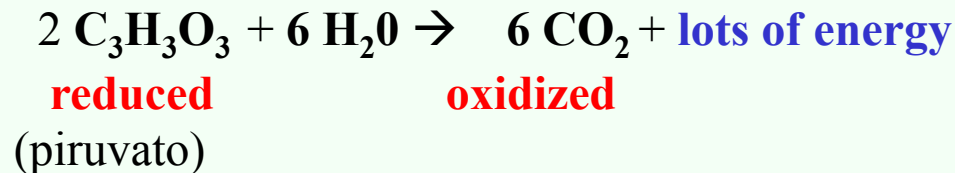
A grandes rasgos, las últimas etapas pueden sintetizarse como

1. Glycolysis – **cytoplasm**

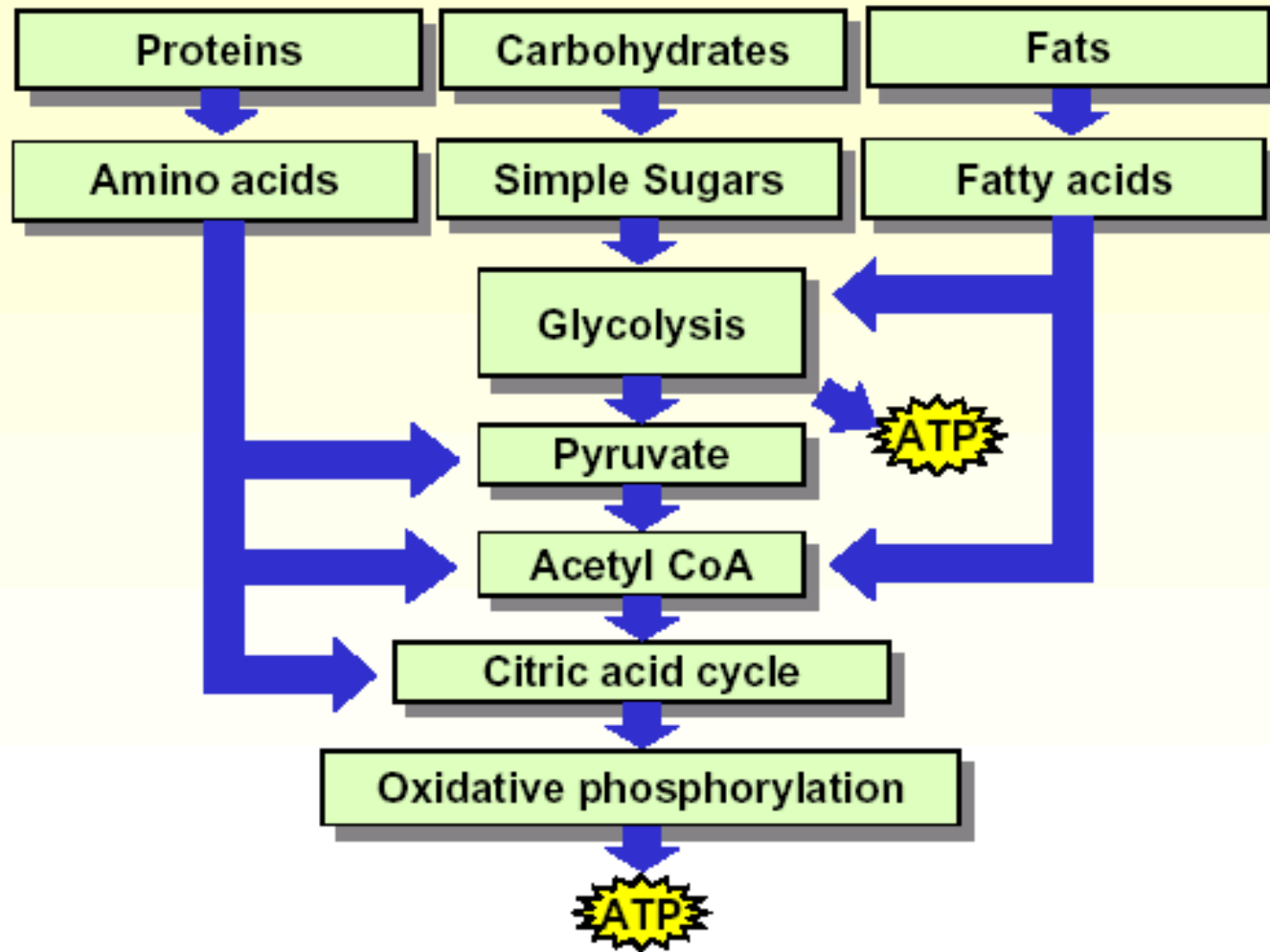


**Provides some ATP  
and NADH**

2. Tricarboxylic acid cycle (TCA)  
or Krebs cycle – **mitochondria**

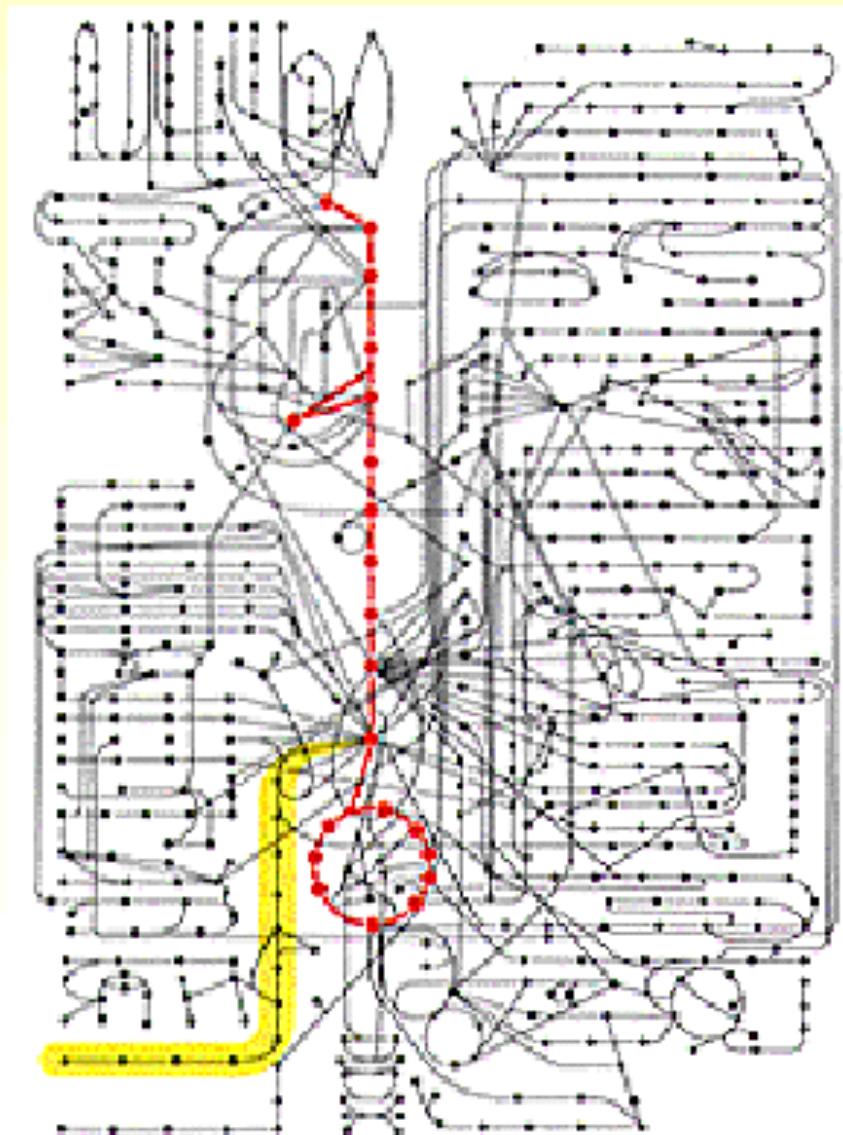


## Glycolysis





## Glycolysis



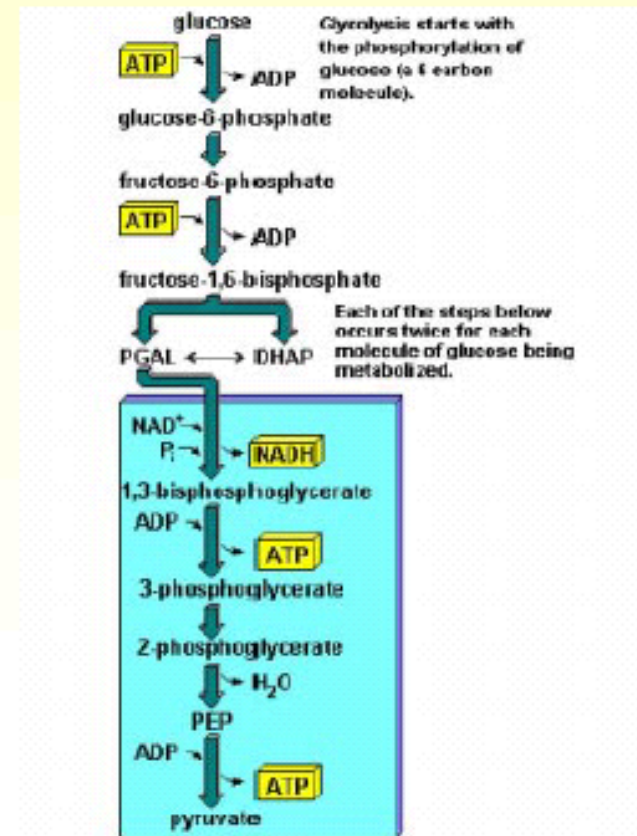
## Glycolysis

- Glycolysis provides substrates for:
  - the **citric acid cycle** (TCA cycle, **Kreb's cycle**)
  - **anaerobic glycolysis**
  - **alcoholic fermentation**

- Glycolysis uses
  - glucose
  - ADP + P<sub>i</sub>
  - NAD<sup>+</sup>

- Glycolysis produces
  - pyruvate
  - ATP
  - NADH

- [Glycolysis animation](#)



Algunos pasos involucran hidrólisis de ATP en ADP, otros la fosforilación de azúcares.

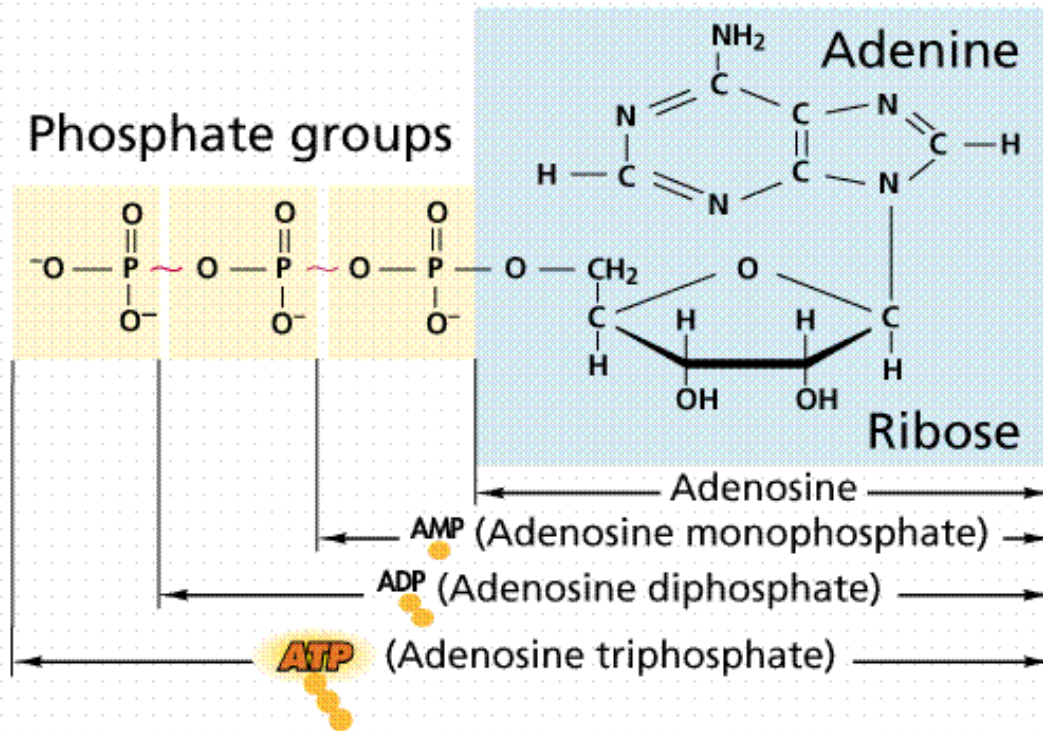
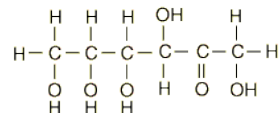
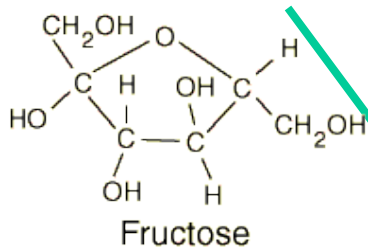
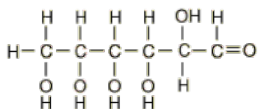
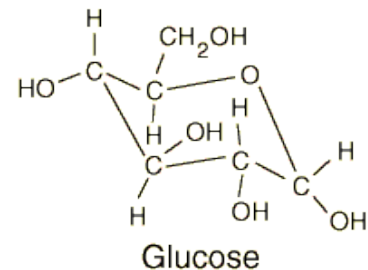


Figure 7.2 (2)

# Glicólisis :

La rotura de la glucosa ocurre en el citoplasma  
10 pasos

- 1) Empieza con un azúcar con 6 carbonos
- 2) Dos fosforilaciones
- 3) Una reducción de NADH, 2 ATP  
formados por cada unidad con 3-C
- 3) Clivaje en 2 moléculas con 3 carbonos



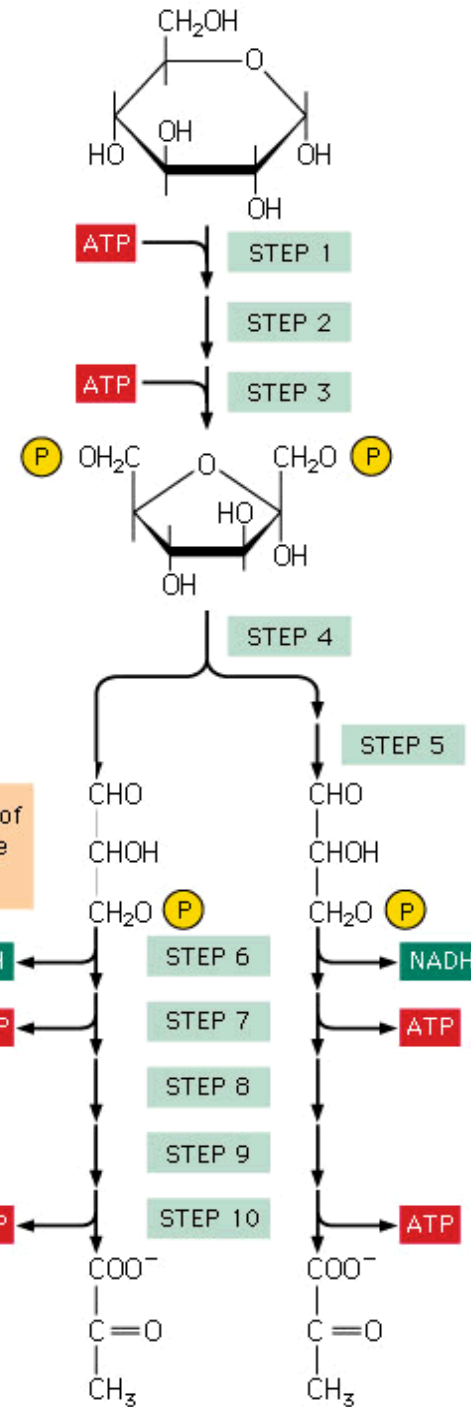
**Neto por 6 carbonos:**  
**2 ATP**  
**1 NADH**

one molecule  
of glucose

fructose 1,6-  
biphosphate

two molecules of  
glyceraldehyde  
3-phosphate

two molecules  
of pyruvate



energy  
investment  
to be  
recouped  
later

cleavage of  
six-carbon  
sugar to two  
three-carbon  
sugars

energy  
generation

**Hexokinasa** - fosforila la glucosa  
atrapándola en la célula

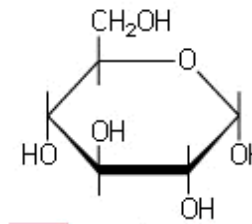
**Fosfofructokinasa** –  
prepara la molécula para su clivaje

**Aldolase + triose phosphate isomerase-**

**Glyceraldehyde-3-phosphate  
dehydrogenase** –one of the most  
abundant enzymes

**Enolase** – removes water  
also very abundant

one molecule  
of glucose



ATP

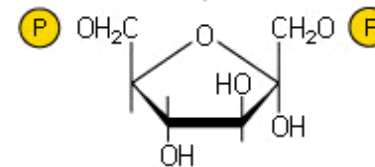
STEP 1

STEP 2

ATP

STEP 3

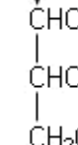
fructose 1,6-  
biphosphate



STEP 4

STEP 5

two molecules of  
glyceraldehyde  
3-phosphate



NADH

STEP 6

NADH

ATP

STEP 7

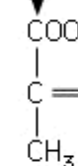
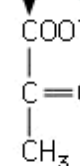
ATP

STEP 8

STEP 9

STEP 10

ATP



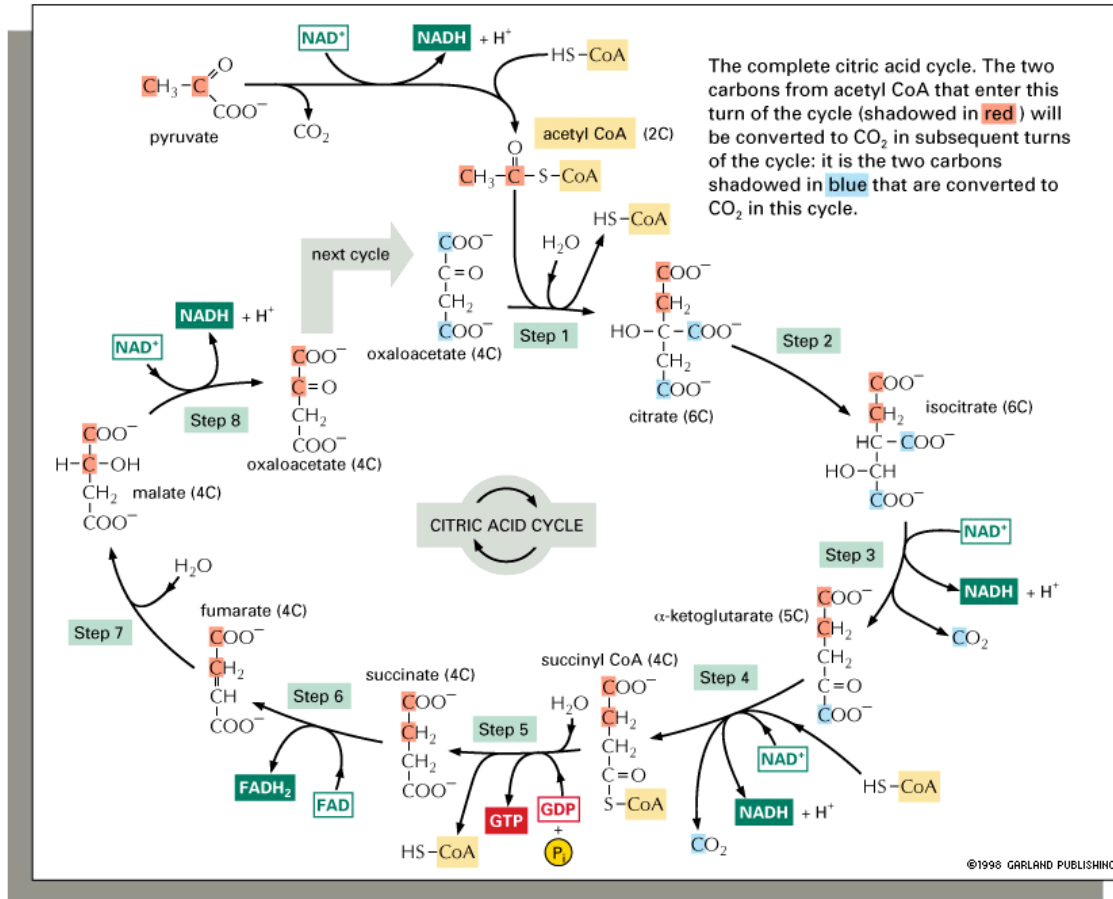
two molecules  
of pyruvate

energy  
investment  
to be  
recouped  
later

cleavage of  
six-carbon  
sugar to two  
three-carbon  
sugars

energy  
generation

La glicólisis parte una glucosa en 2 piruvatos y produce 4 ATP's. El piruvato es usado para hacer acetil-CoA, el producto inicial para el ciclo del ácido cítrico. Dos vueltas del ciclo producen 8 NADH, 2 FADH<sub>2</sub> y 2 ATP. El NADH y el FADH<sub>2</sub> son luego fosforilados oxidativamente generando 28 moléculas adicionales de ATP. Las 3 etapas producen en total entre 30 y 38 ATP's.



Este proceso necesita oxígeno



# How are mitochondria organized to be powerhouses?

Sugars

Amino  
Acids

Fatty  
acids

Acetyl  
Co-A

Kreb's cycle

CO<sub>2</sub>

Acetyl Co-A joins  
with oxaloacetate to  
form citric acid and  
this begins the  
Kreb's cycle

Glucose is converted into pyruvate by glycolysis in cytoplasm (anaerobic metabolism). Then pyruvate enters mitochondria and is converted into Acetyl Co-A.



Aproximadamente hay  $10^9$  moléculas de ATP en solución en una célula típica. Todo este ATP es usado y reemplazado cada 1-2 minutos.

Prácticamente la mitad de la energía que se obtiene a partir de la oxidación de la glucosa o de los ácidos grasos es usada para promover la reacción que fosforila el ADP convirtiéndolo en ATP. Un motor de combustión usa sólo el 20% de la energía disponible en el combustible para realizar trabajo. El resto de la energía se libera en forma de calor en ambos casos.



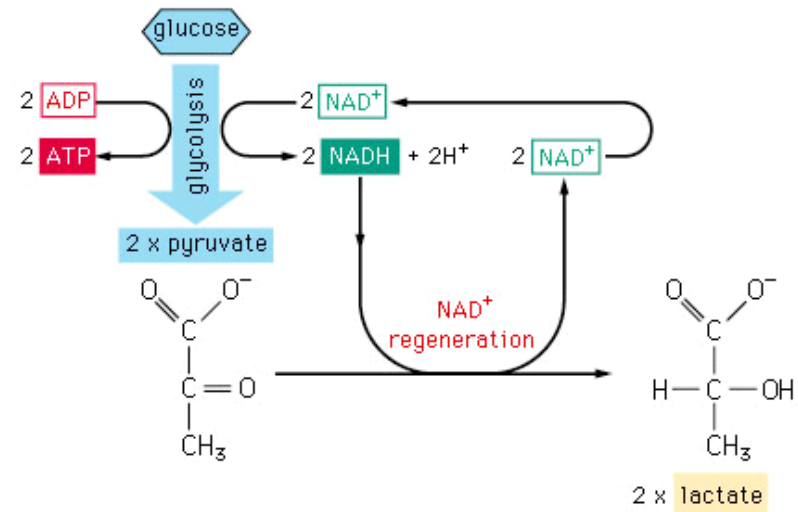
En los organismos anaeróbicos y en algunas tejidos como los de músculo esquelético, la glucólisis es la principal fuente de ATP. El piruvato y el NADH permanecen en el citosol. El piruvato es convertido en otros productos que son excretados de la célula.

## Fermentación:

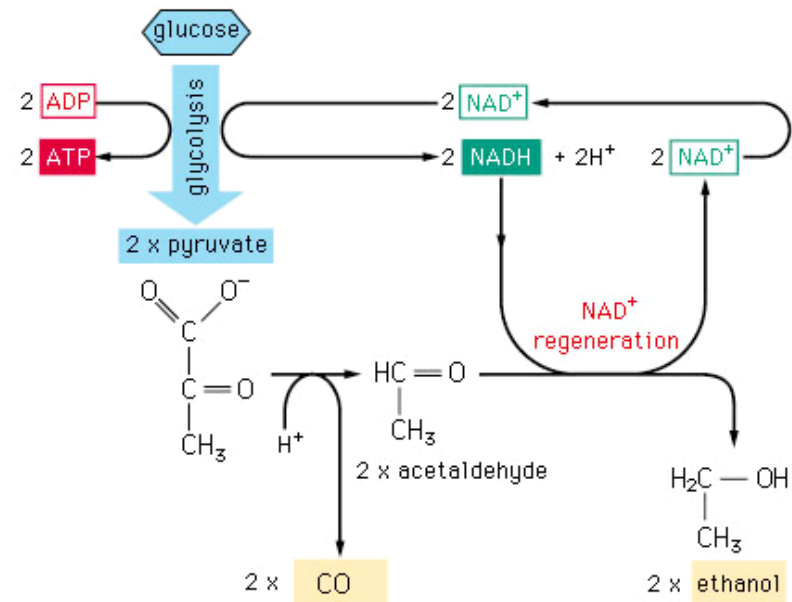
Piruvato → ácido láctico en animales

Piruvato → etanol y CO<sub>2</sub>  
en plantas, hongos, microbios

(A) FERMENTATION LEADING TO EXCRETION OF LACTATE



(B) FERMENTATION LEADING TO EXCRETION OF ALCOHOL AND CO



La glicólisis y el ciclo del ácido cítrico producen muchas sustancias necesarias para la biosíntesis de aminoácidos y nucleótidos.

