

# Metabolismo de Hidratos de Carbono

BT35A

Primavera 2004

# Metabolismo

**Actividad celular altamente coordinada, en la cual muchos sistemas multienzimáticos cooperan para lograr cuatro funciones:**

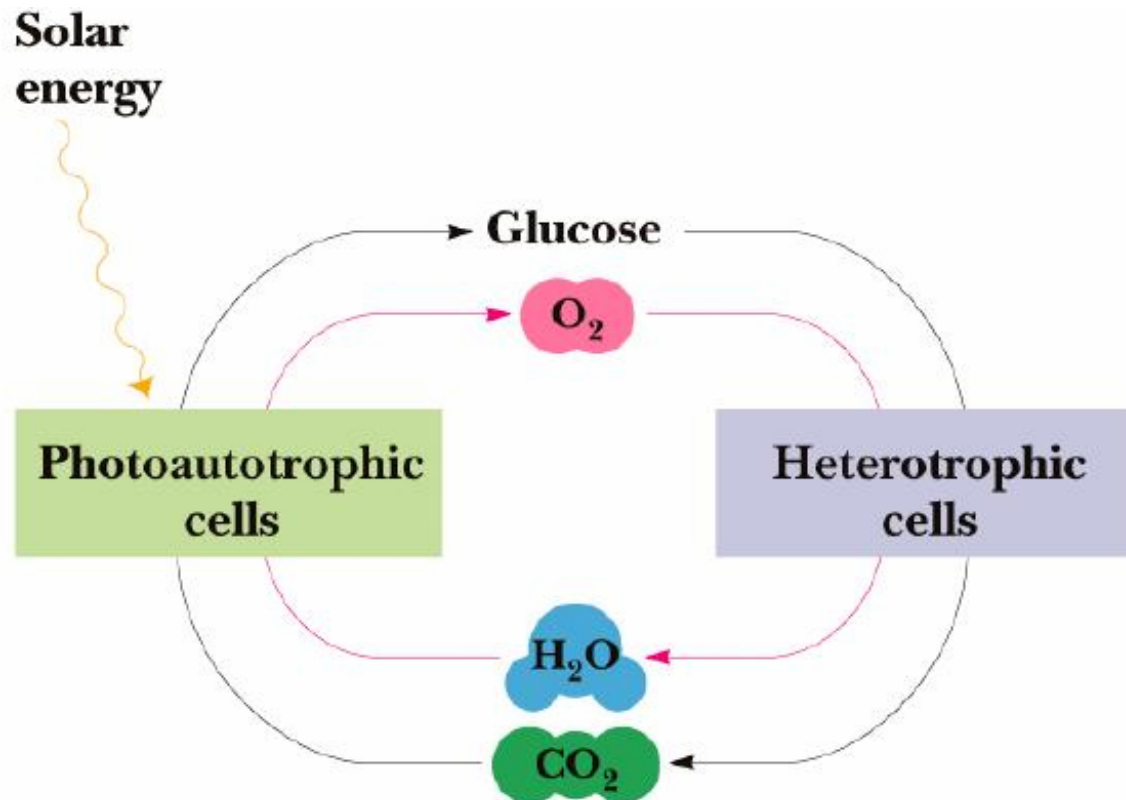
- ✓ **Obtener energía química a partir de la energía solar o degradando moléculas del ambiente ricas en energía.**
- ✓ **Convertir moléculas nutritivas en moléculas de la célula y en precursores de macromoléculas**
- ✓ **Polimerizar precursores en proteínas, lípidos, ácidos nucleicos y polisacáridos.**
- ✓ **Sintetizar y degradar biomoléculas requeridas en funciones celulares especializadas.**

# Metabolismo

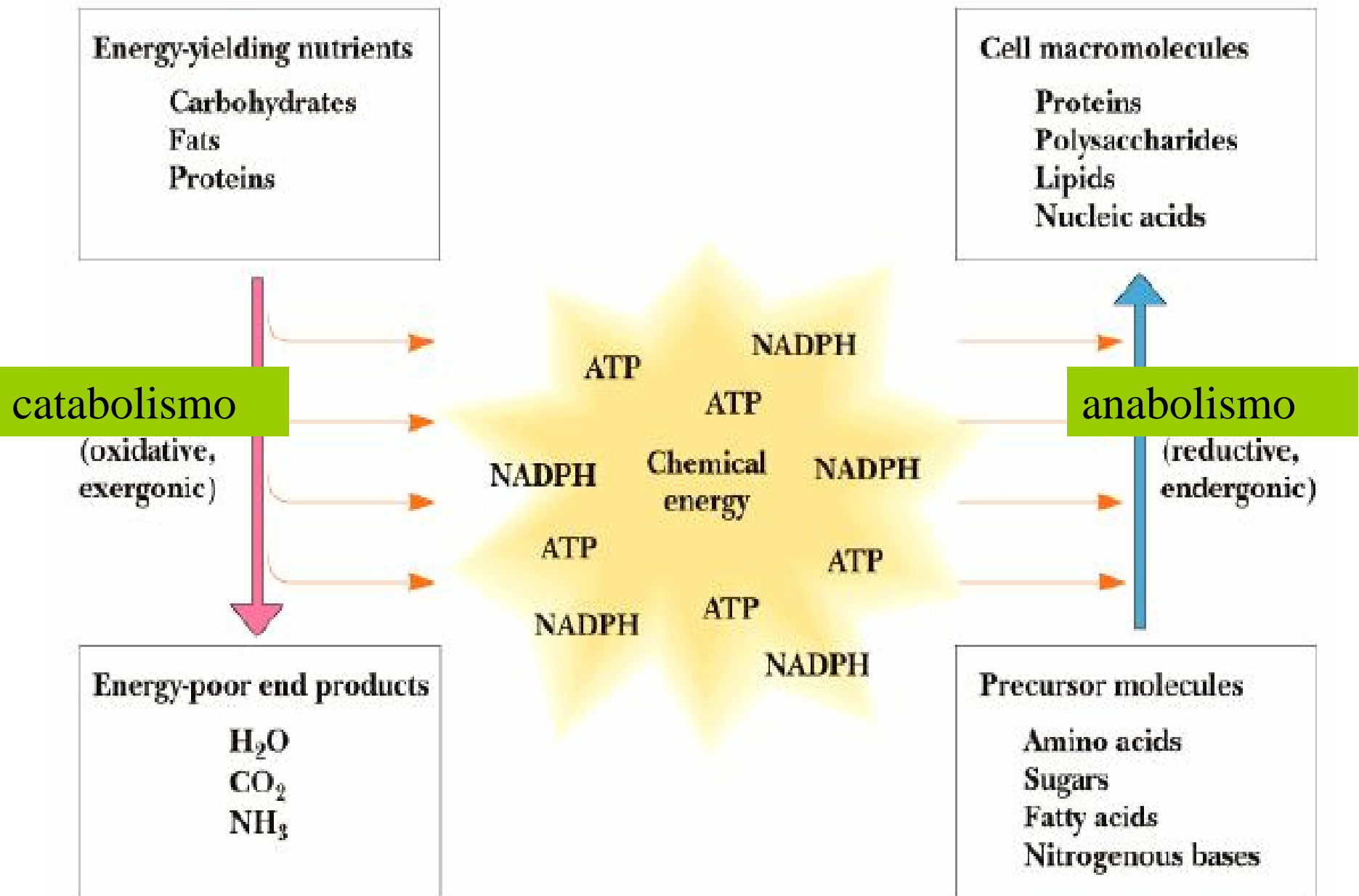
- Los organismos muestran una gran similitud en sus principales vía metabólicas.
- Evidencia de que todos los seres vivos actuales descienden de un ancestro común.
- Sin embargo, existe un grado significativo de diversidad:
- Autótrofos usan  $\text{CO}_2$ ; Heterótrofos usan compuestos de carbono orgánico; Fotótrofos usan luz; Quemótrofos usan Glucosa, compuestos inorgánicos y azufre.

# El sol es la fuente de energía para la vida

- Fotótrofos usan energía solar para realizar la síntesis de moléculas orgánicas.
- Organismos heterótrofos usan éstas moléculas como precursores para sintetizar macromoléculas.



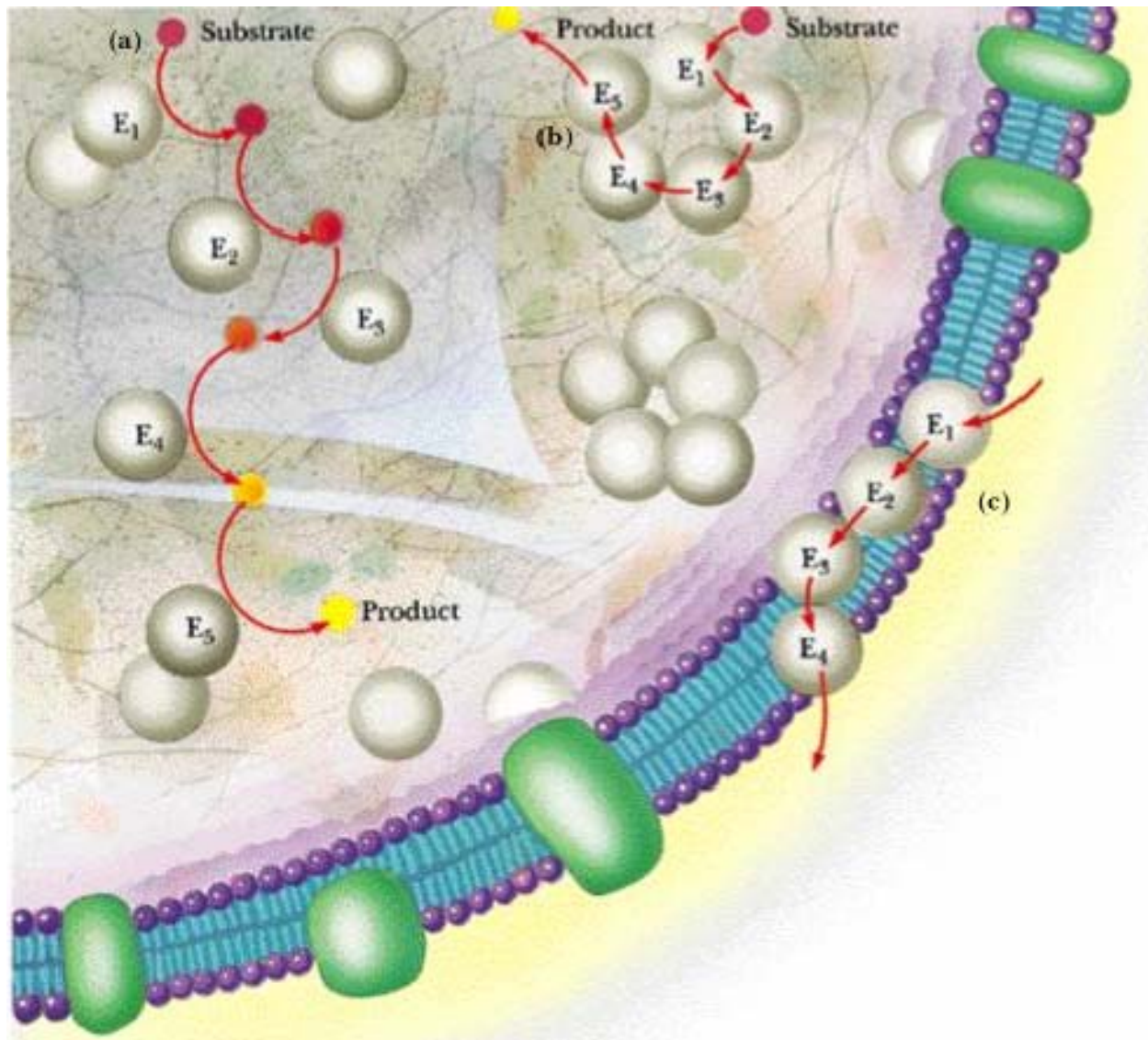
- Catabolismo: Fase degradativa del metabolismo. Moléculas orgánicas nutritivas (carbohidratos, grasas y proteínas), son convertidas en moléculas mas simples y más pequeñas.
  - Vía catabólica libera energía libre  $\Rightarrow$  ATP y transportadores de electrones reducidos (NADH y NADPH).
- Anabolismo: Fase biosintética del metabolismo. A partir de precursores más simples se construyen grandes moléculas.
  - Vías anabólicas consumen energía libre,  $\Rightarrow$  ATP y transportadores de electrones reducidos



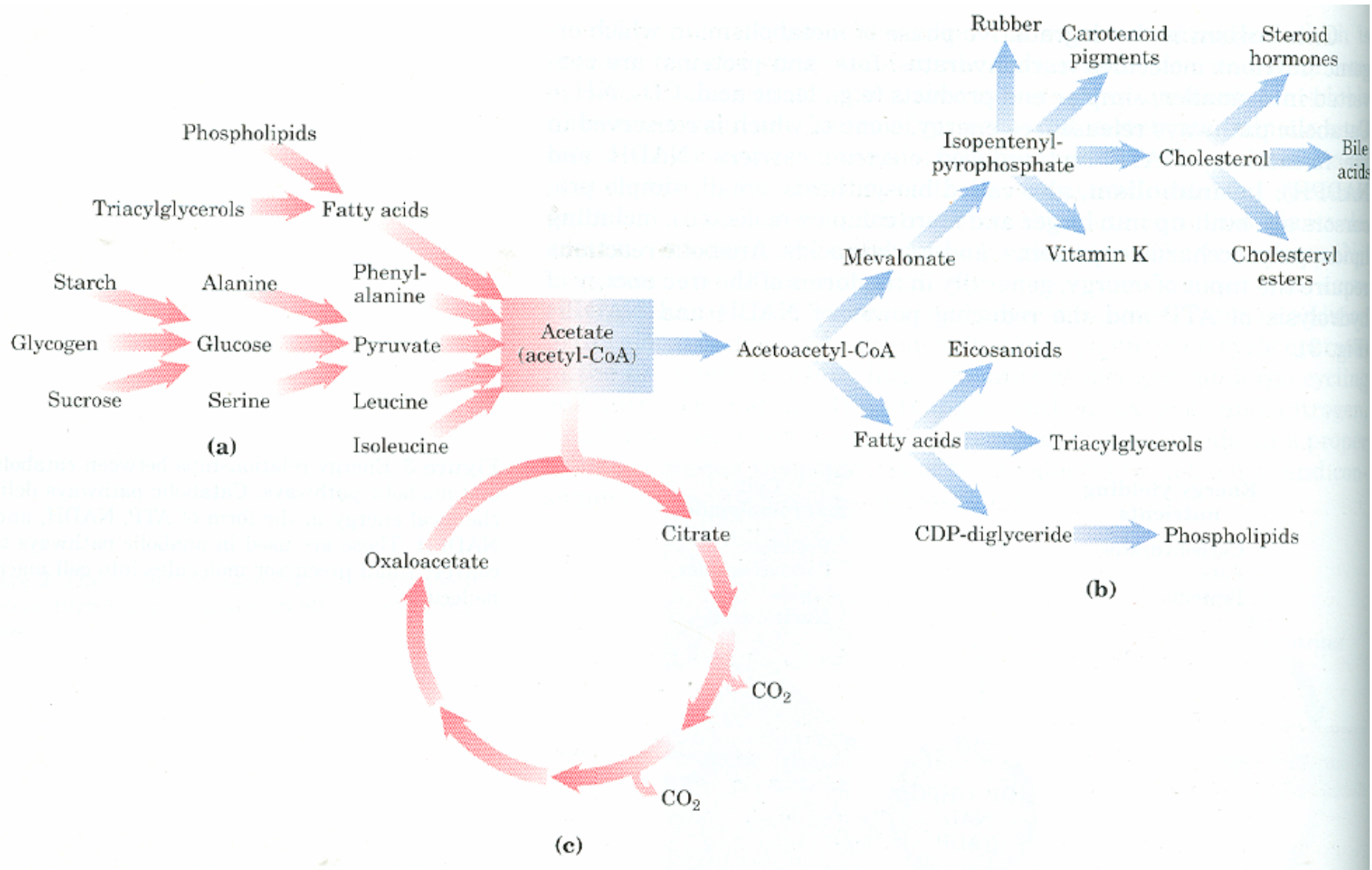
# Vías metabólicas

- Metabolismo organizado en vías, que consisten en etapas que ocurren en orden secuencial.
- Cada etapa (reacción) de la vía es catalizada por una enzima en particular.
  - Las enzimas pueden estar separadas unas de otras,
  - Pueden formar complejos multienzimáticos
  - Pueden estar formando un sistema unido a membranas
  - Nuevas investigaciones demuestran que los complejos multienzimáticos son mas comunes que lo que se pensó inicialmente.

# Complejos multienzimáticos







**Catabolismo**

**Anabolismo**

# Catabolismo and Anabolismo

- Vías catabólicas convergen a unos pocos productos finales.
- Vías anabólicas divergen para sintetizar muchas biomoléculas.
- Algunas vías son comunes al catabolismo y anabolismo. Estas vías son llamadas amfibólicas.

# Metabolismo de glucosa: destinos al interior de la célula

**Glicógeno, almidón y sacarosa**

**Almacenamiento**

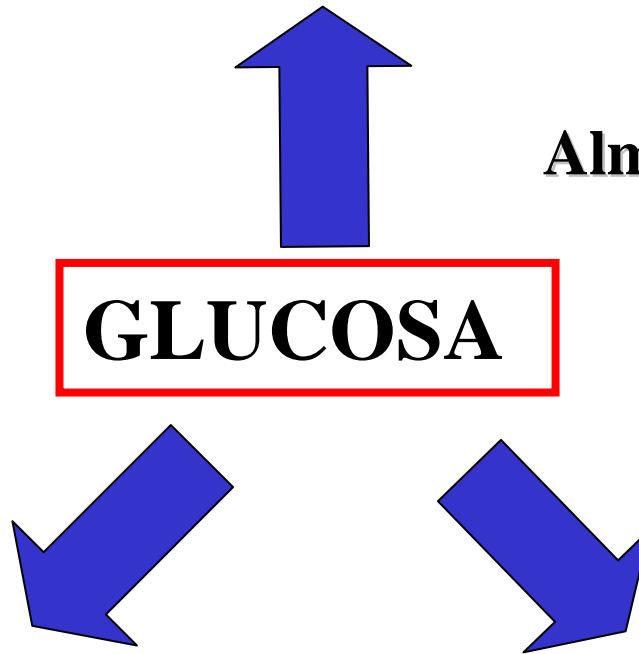
**GLUCOSA**

**Oxidación por  
vía de las  
pentosas  
fosfato**

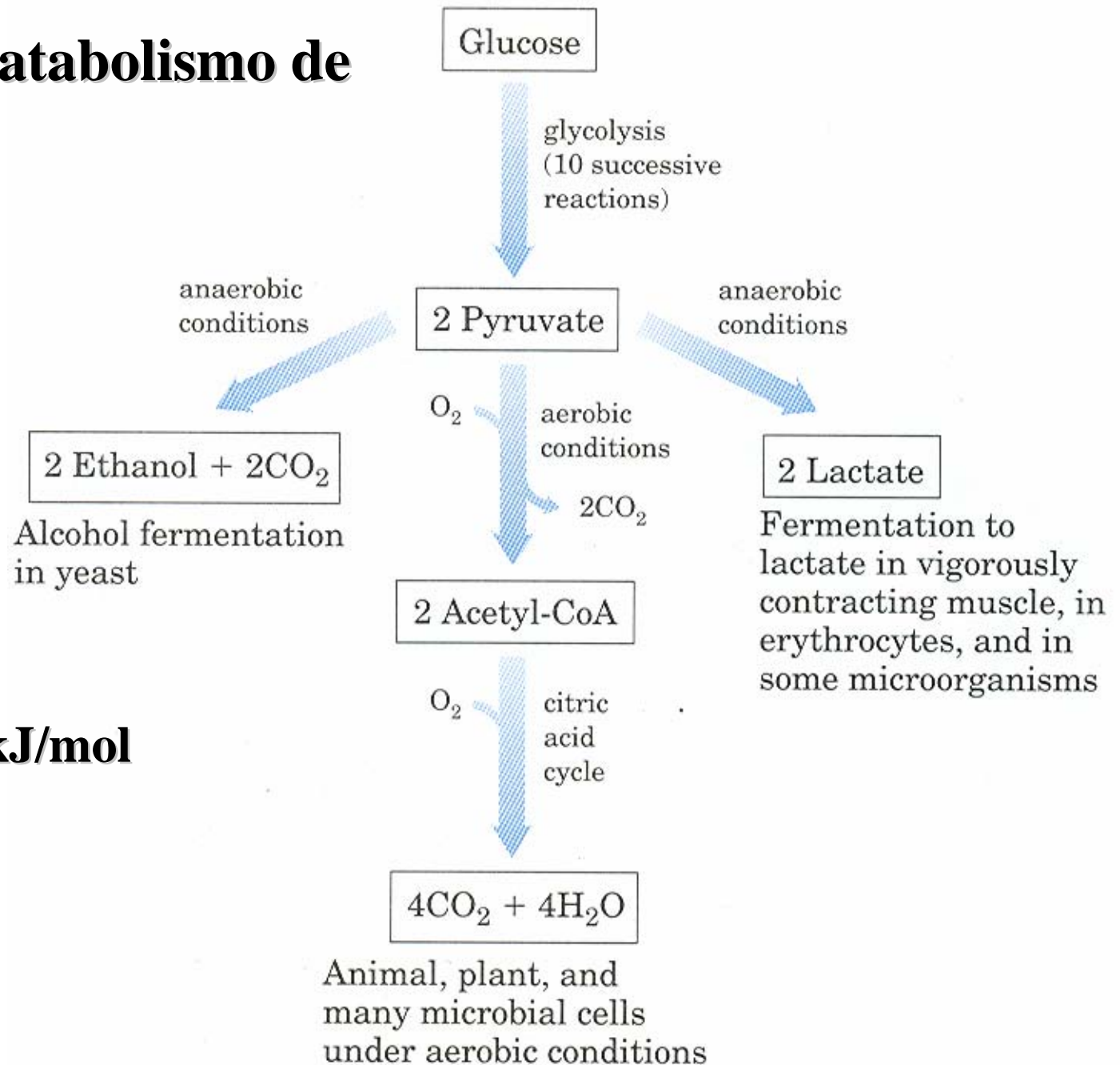
**Oxidación vía  
glicolisis**

**Ribosa 5-fosfato**

**Piruvato**



# Etapas del catabolismo de Glucosa



$$\Delta G^{\circ} = - 2.840 \text{ kJ/mol}$$

# Glicolisis: una visión general

- **Primera fase de la oxidación de glucosa a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$**
- **Una molécula de glucosa es degradada en una serie de reacciones catalizadas por enzimas, para producir dos moléculas de piruvato.**
- **Consumo de 2 moléculas de ATP**
- **Síntesis de 4 moléculas de ATP**
- **Producción NETA: 2 moléculas de ATP**

**Fase 1: Fase preparatoria**

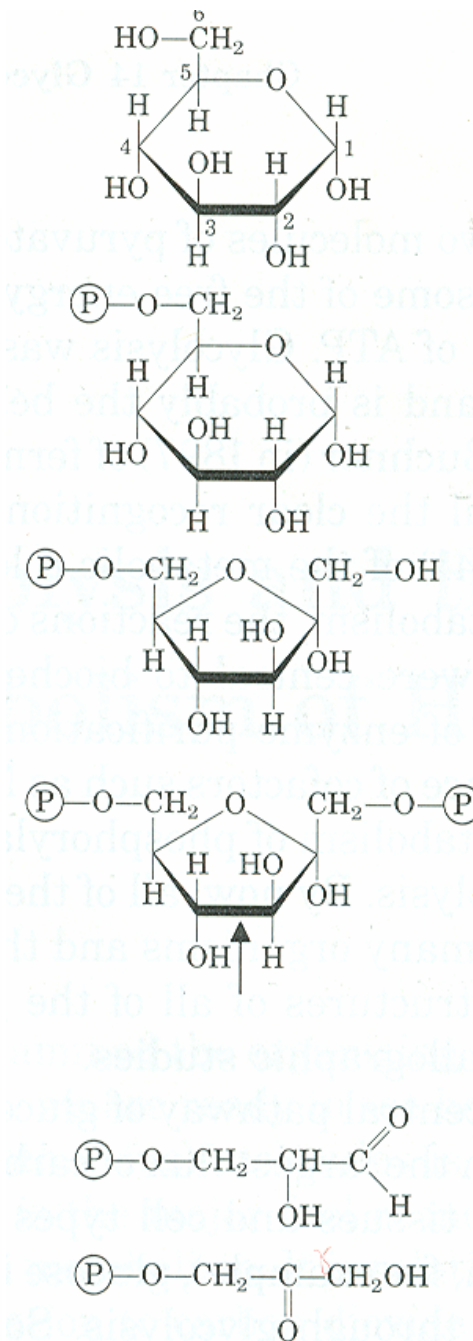
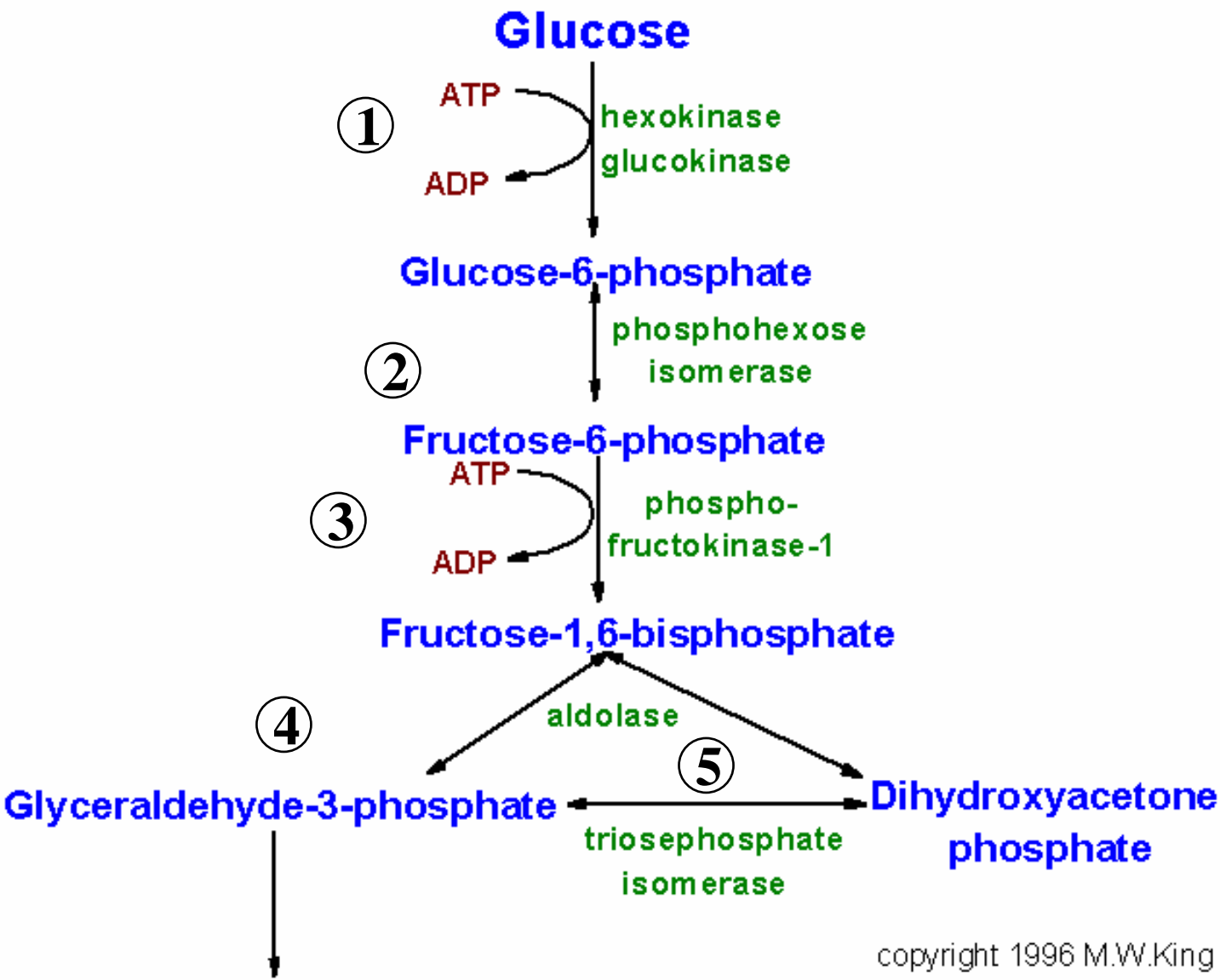
**Fase 2: Fase productiva**

# 3 tipos de reacciones ocurren durante la glicólisis

1. Degradación del esqueleto carbonado de la glucosa para producir piruvato.
2. La fosforilación de ADP a ATP, por compuestos fosforilados de alta energía que se forman durante la glicólisis
3. Transferencia de átomos de hidrógeno o electrones a NAD para formar NADH (poder reductor).

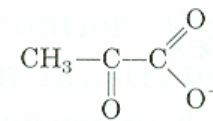
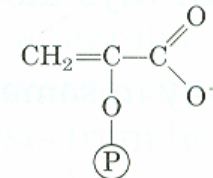
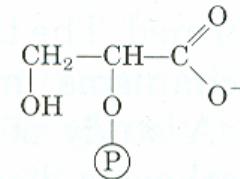
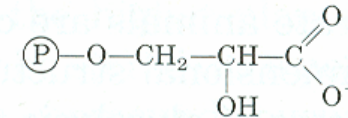
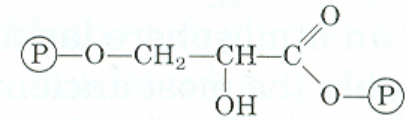
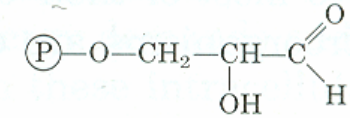
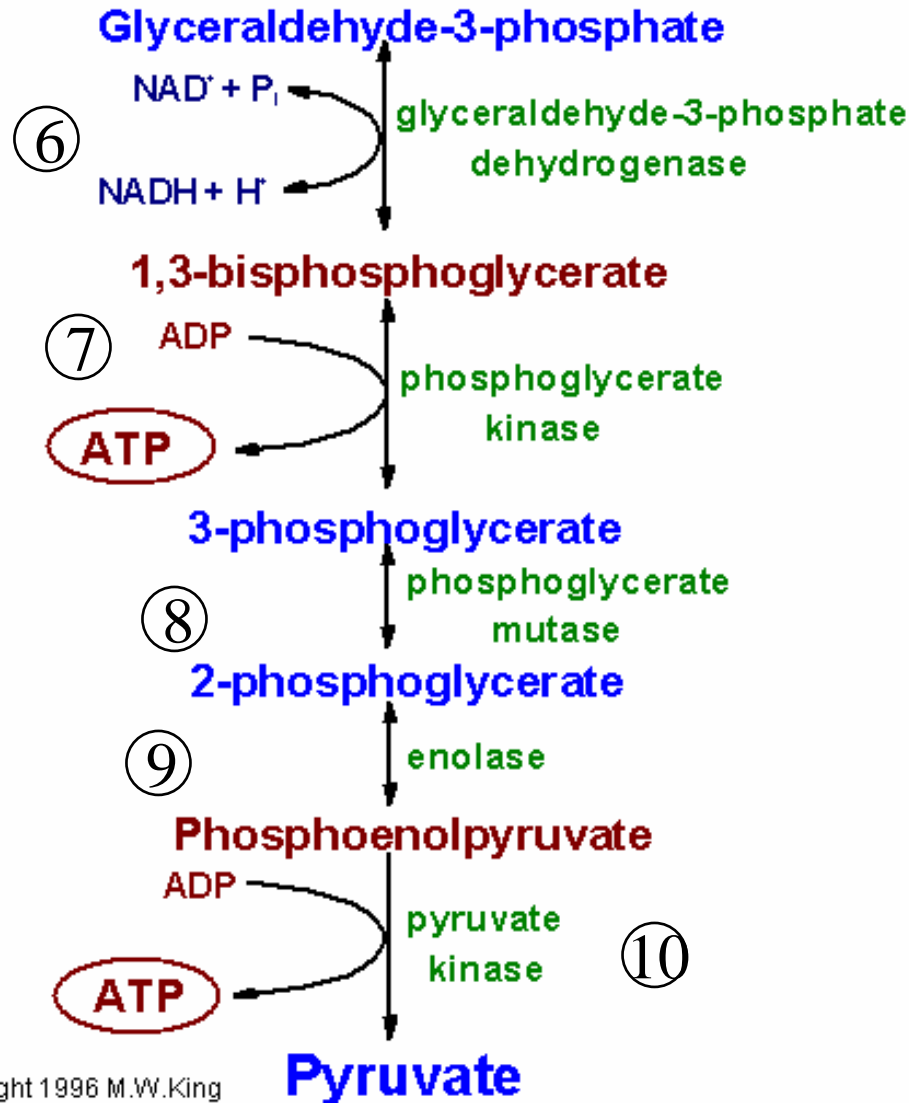
# GLICOLISIS: FASE PREPARATORIA

## Fosforilación de glucosa y conversión a Gliceraldehido-3-fosfato.



# GLICOLISIS: FASE PRODUCTIVA

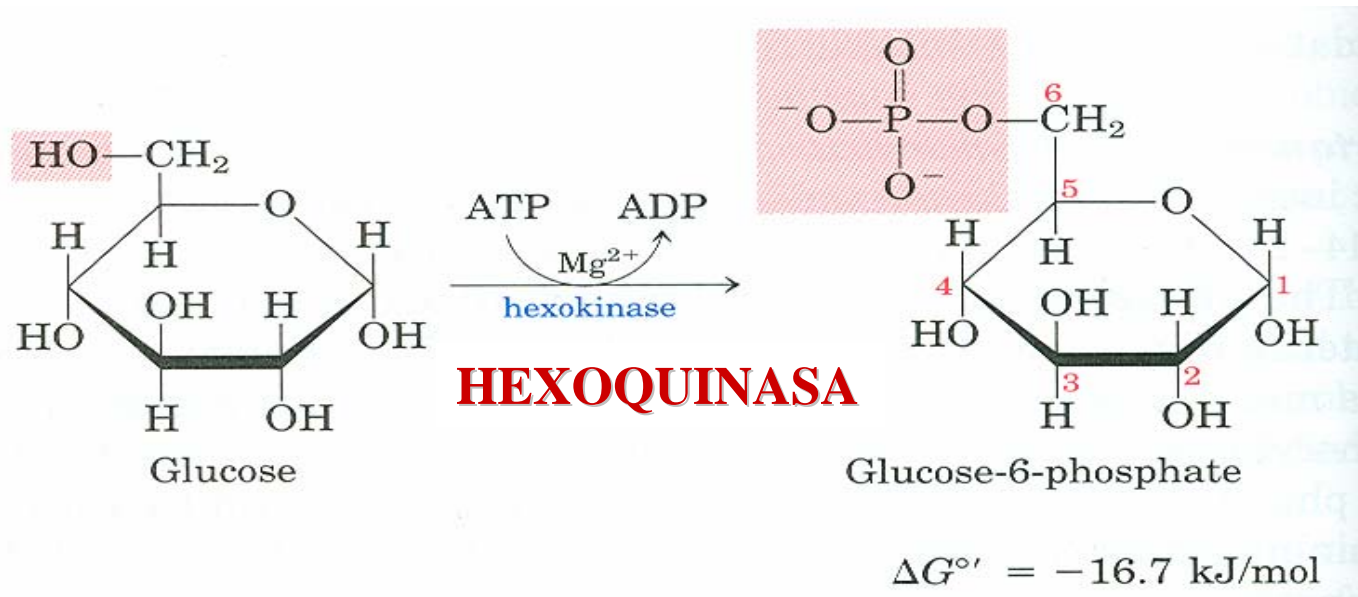
## Conversión de gliceraldehido-2-fosfato a piruvato y la formación acoplada de ATP





## Reacción 1: Fosforilación de la glucosa

1



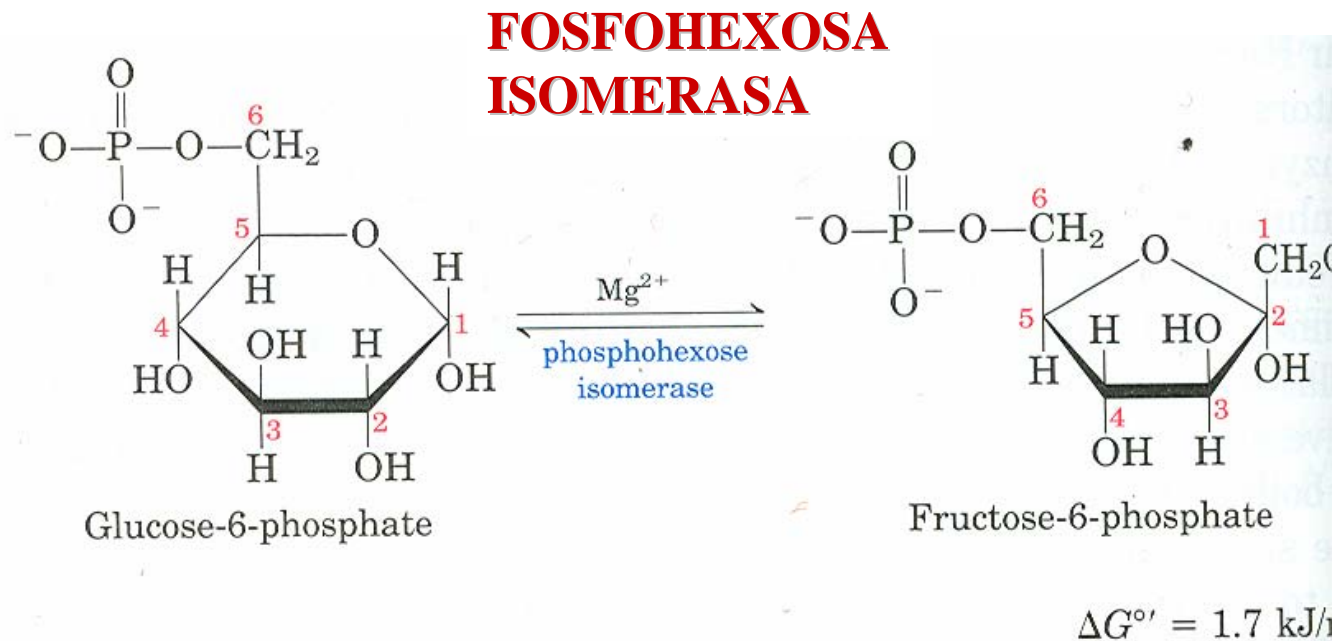
Hexoquinasa fosforila D-glucosa, D-manosa y D-fructosa.

Rx irreversible

Glucoquinasa (en hepatocitos) fosforila D-glucosa

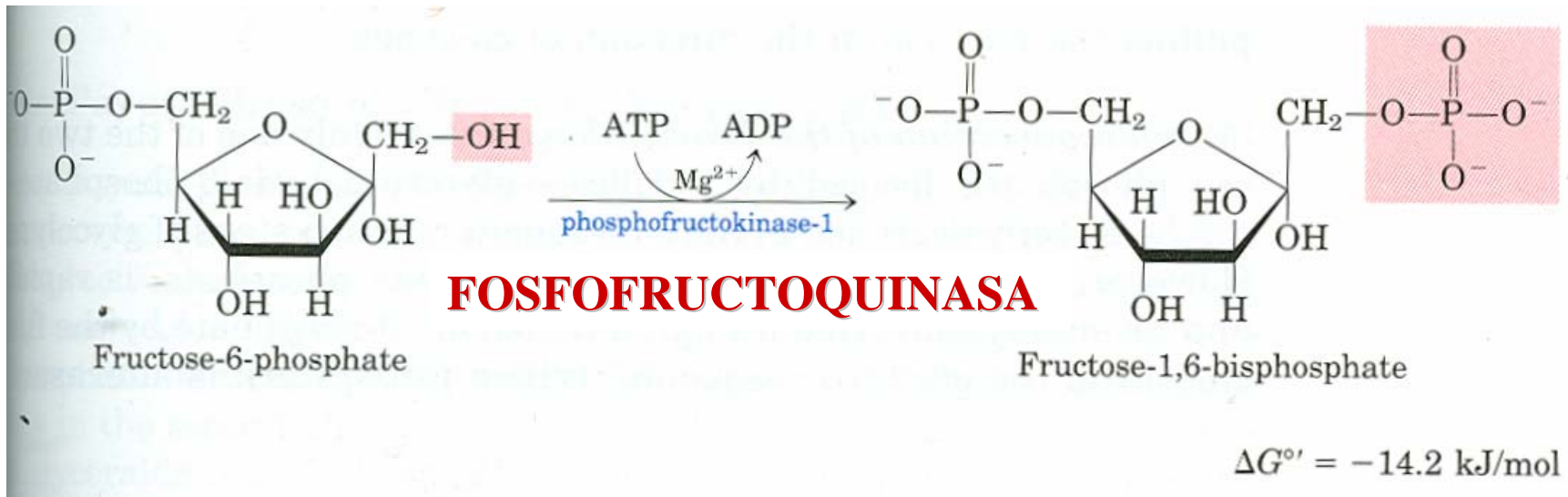
## Reacción 2: Conversión de glucosa-6-fosfato en fructosa-6-fosfato

2



3

## *Fosforilación de fructosa-6-fosfato a fructosa-1,6-bisfosfato*

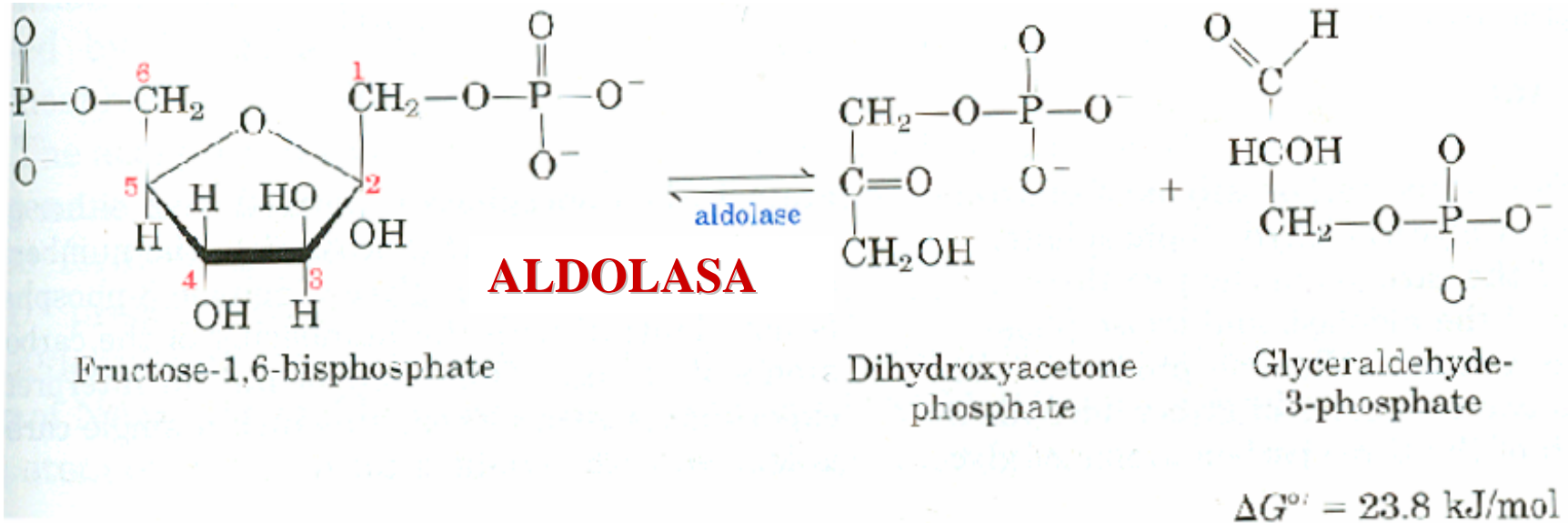


## **FOSFOFRUCTOQUINASA 1 (PFK-1)**

- **Enzima alostérica (regulatoria).** **Mayor punto de regulación de la glicólisis**
- **Efectores negativos son: ATP, Ac. grasos**
- **Efectores positivos: AMP, ADP**

4

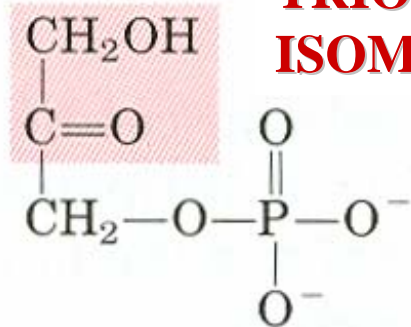
## Ruptura de fructosa-1,6-bisfosfato



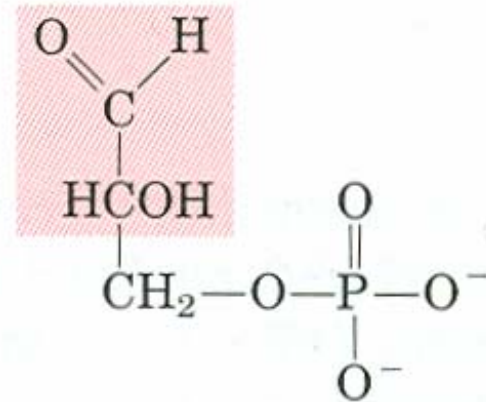
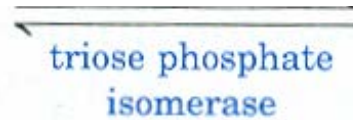
## *Interconversión de triosa fosfatos*

5

### **TRIOSA FOSFATO ISOMERASA**



Dihydroxyacetone  
phosphate



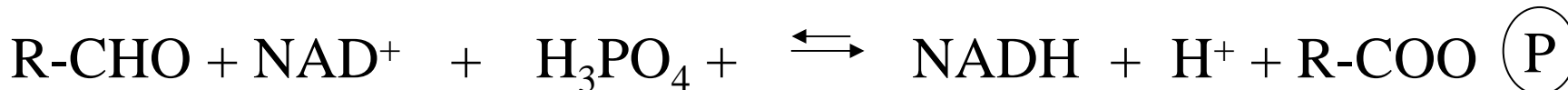
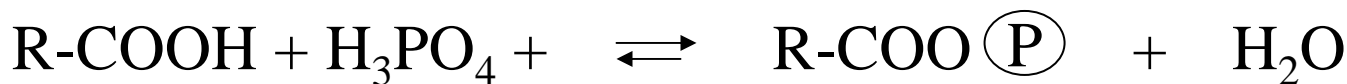
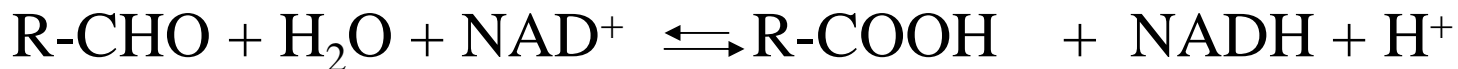
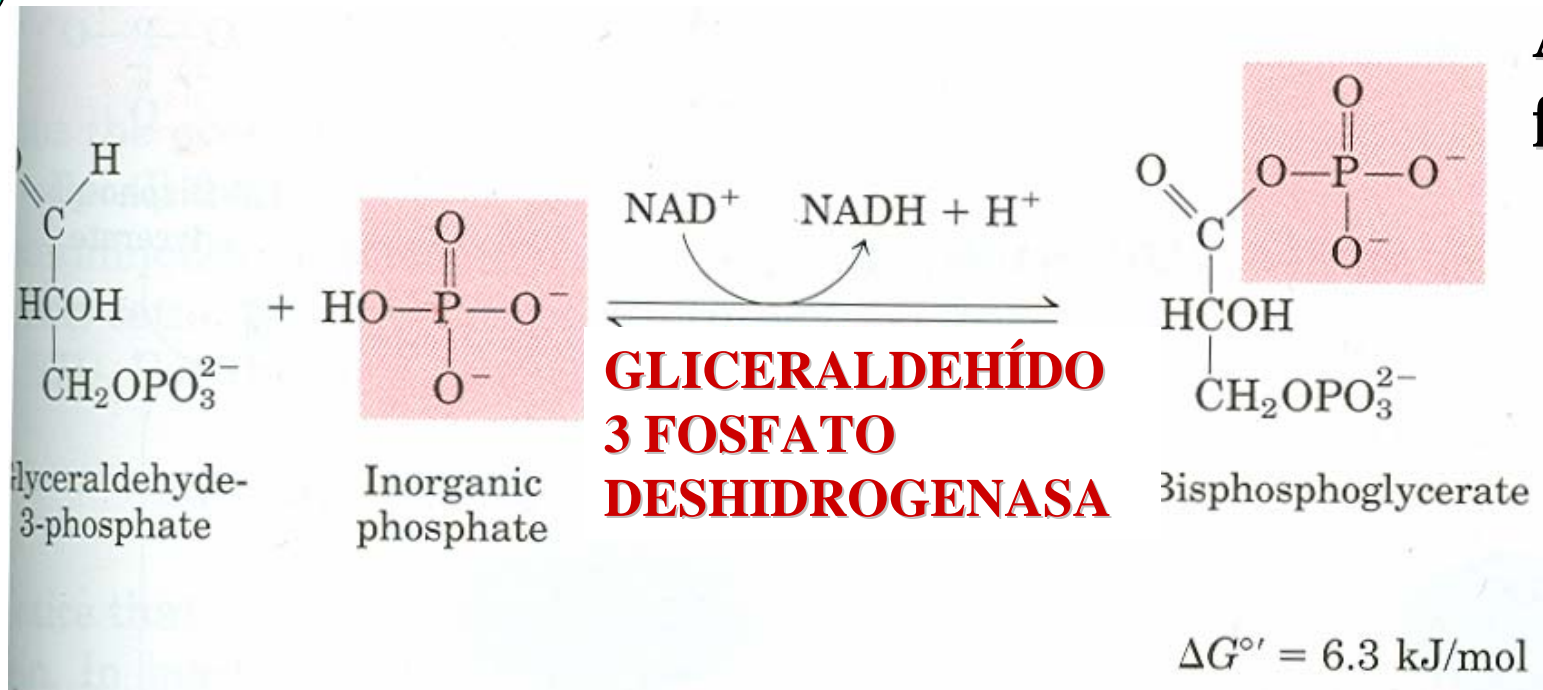
Glyceraldehyde-3-  
phosphate

$$\Delta G^{\circ'} = 7.5 \text{ kJ/mol}$$

# Fase productiva de la glicólisis

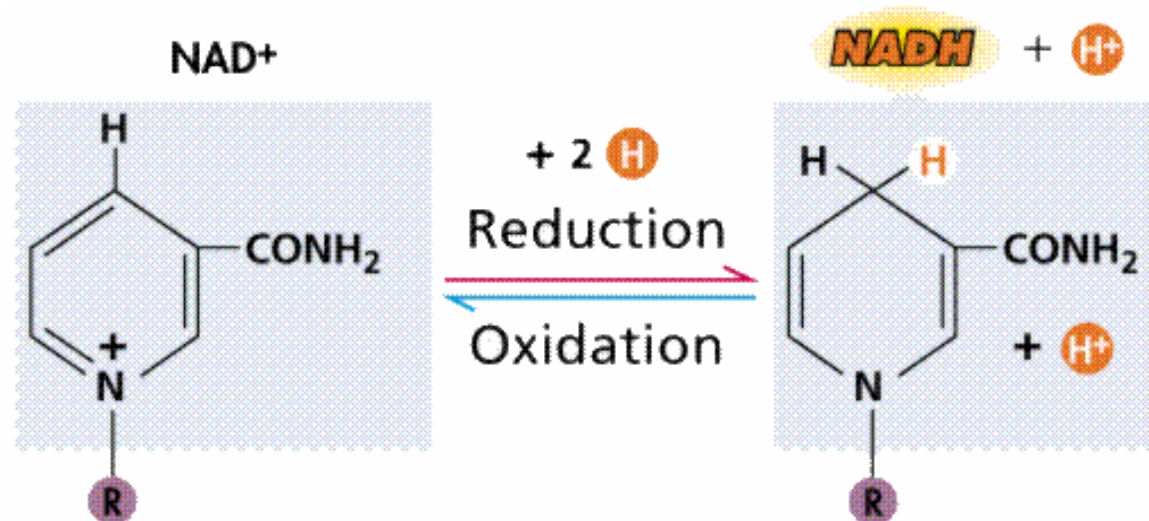
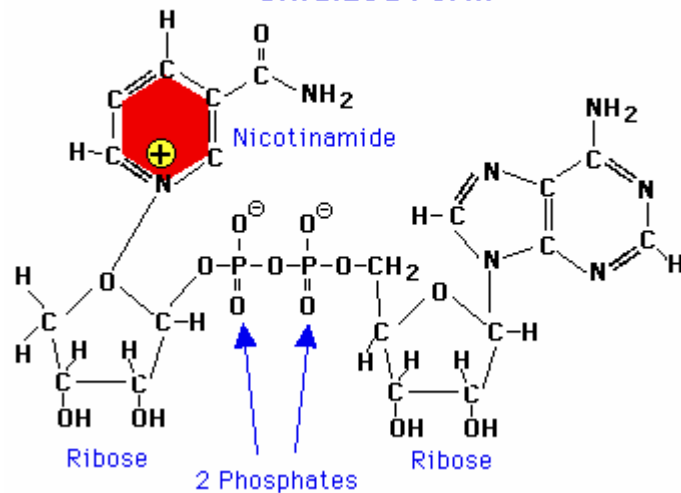
6

## *Oxidación de gliceraldehído 3 fosfato en 1,3-bifosfoglicerato*



# Reducción de $\text{NAD}^+$

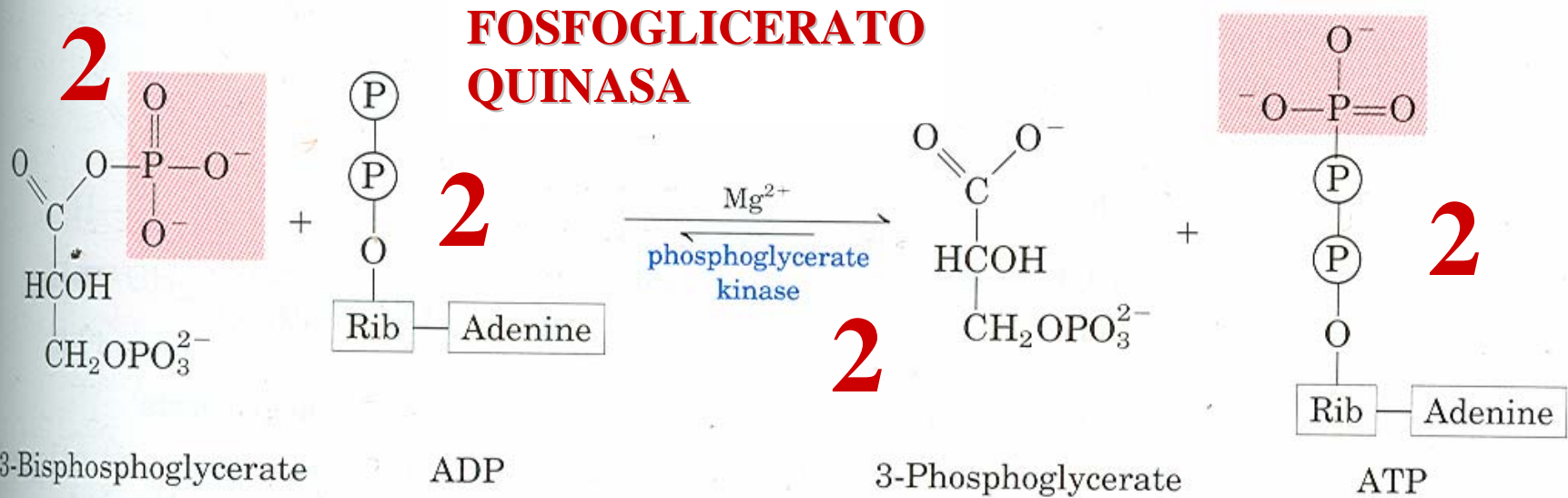
Nicotinamide Adenine Dinucleotide ( $\text{NAD}^+$ )  
Oxidized Form





7

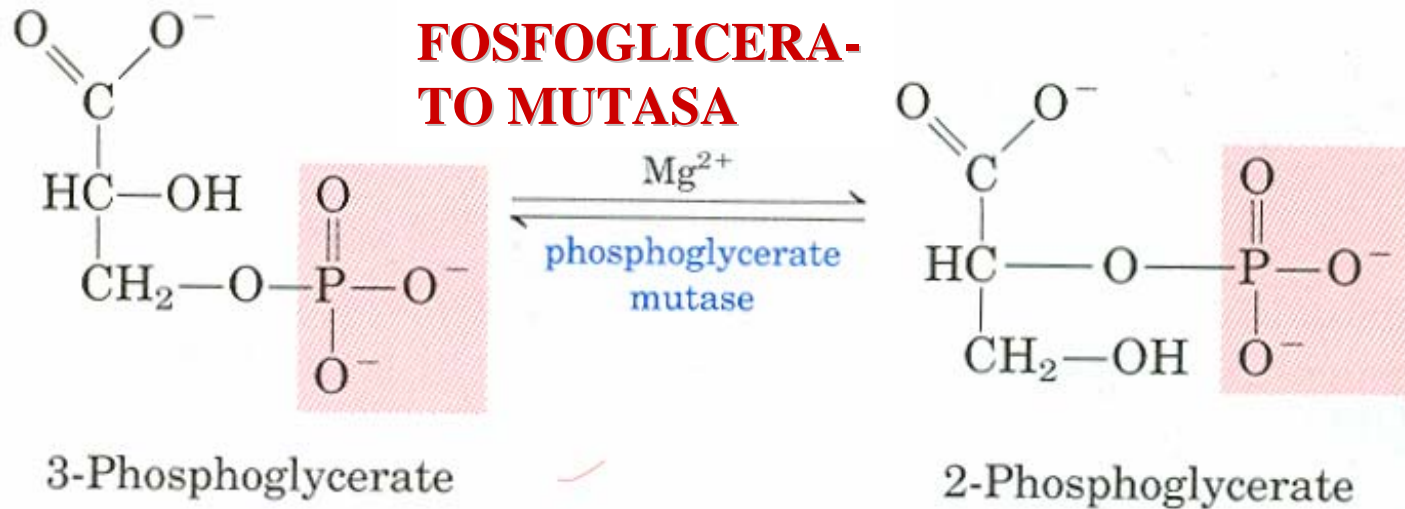
## Transferencia de fofato desde 1,3-bifofoglicerato a ADP



La transferencia de un fofato desde un sustrato (como desde 1,3-bifofoglicerato a ATP) se denomina **“Fosforilación a nivel de sustrato”**



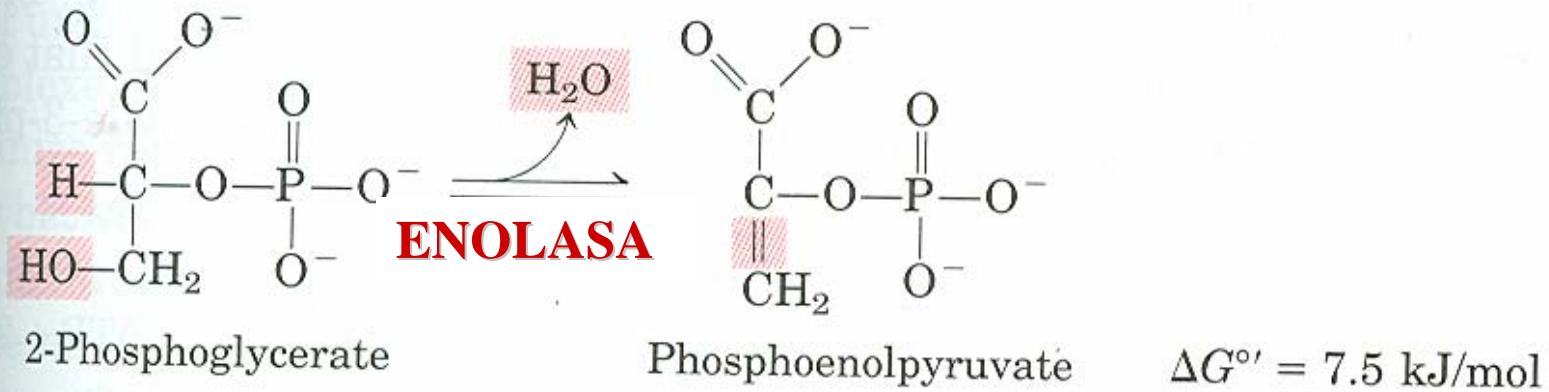
## *Conversión de 3-fosfoglicerato a 2-fosfoglicerato*



$$\Delta G^{\circ'} = 4.4 \text{ kJ/mol}$$

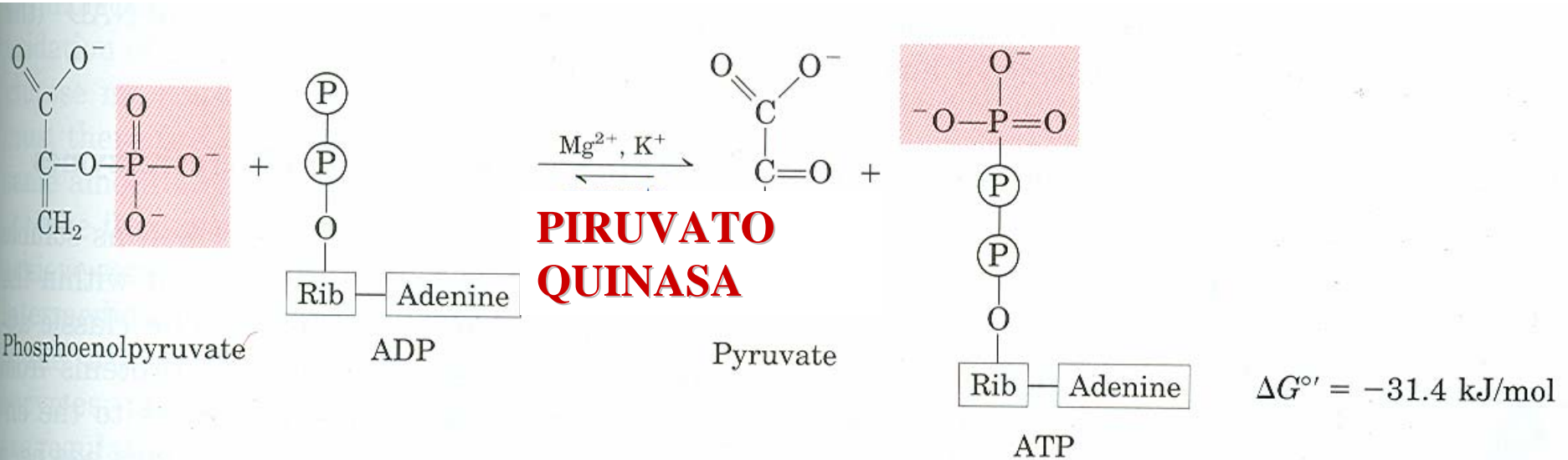
9

## *Deshidratación de 2-fosfoglicerato a fosfoenolpiruvato*



10

## *Deshidratación de fosfoenolpiruvato a piruvato*



# Reacción neta de la glicólisis

- $1\text{glucosa} + 2\text{NAD}^+ + 2\text{ADP} + 2\text{Pi} \longrightarrow$
- $\longrightarrow 2\text{piruvato} + 2\text{NADH} + 2\text{H}^+ + 2\text{ATP} + 2\text{H}_2\text{O}$
- Si Dividimos la rx en dos partes:
  1.  $1\text{glucosa} + 2\text{NAD}^+ \longrightarrow 2\text{piruvato} + 2\text{NADH} + 2\text{H}^+$   
 $\Delta G_1^{\circ} = -146\text{ kJ/mol}$
  2.  $2\text{ADP} + 2\text{Pi} \longrightarrow 2\text{ATP} + \text{H}_2\text{O}$   
 $\Delta G_2^{\circ} = 30.5 \times 2\text{ kJ/mol}$   
 $\Delta G_1^{\circ} + \Delta G_2^{\circ} = -146 + 61 = -85\text{ kJ/mol}$

La glicólisis es una reacción irreversible, conducida a totalidad por este gran cambio de energía libre