

METABOLISMO

CARBOHIDRATOS

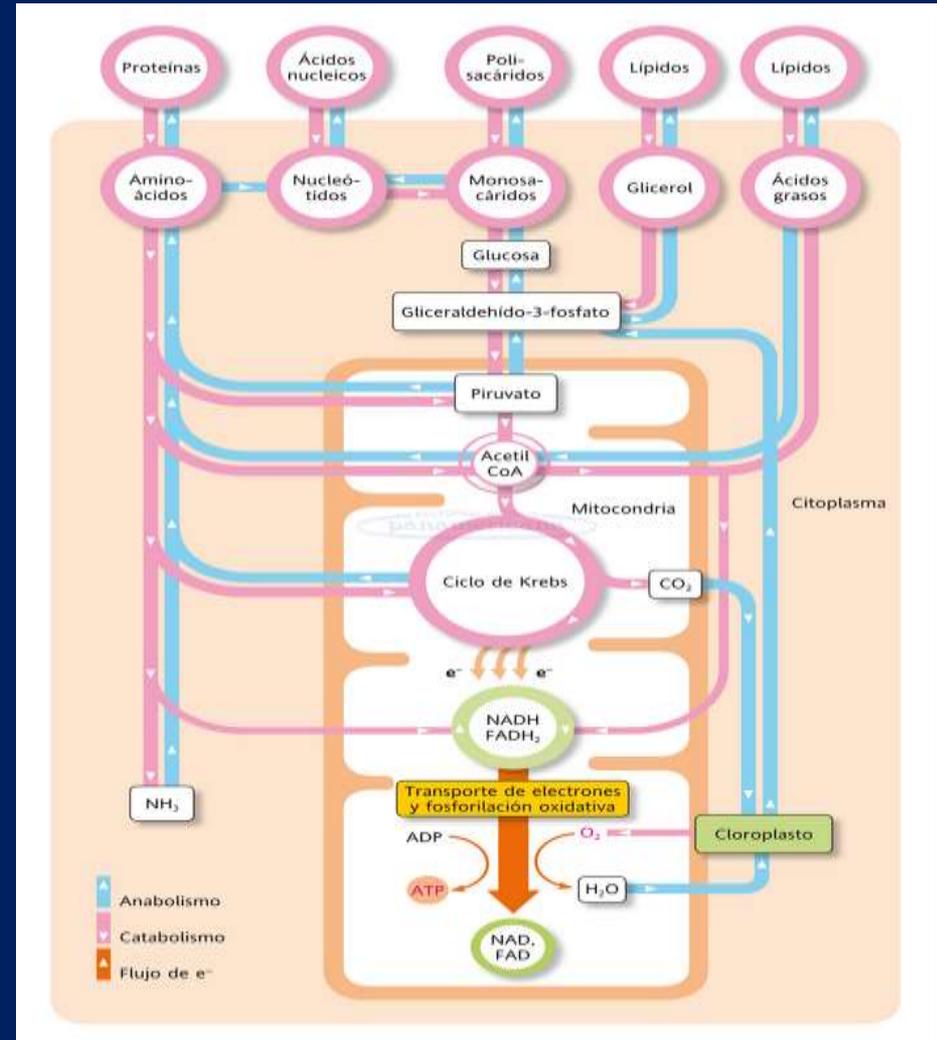
METABOLISMO

Definición;

Conjunto de reacciones químicas acopladas entre si, que tienen lugar dentro de todas las células de los organismos

reacciones químicas:

- Reguladas por la actividad de las diferentes enzimas celulares
- Ocurren en secuencia y no aisladamente(el producto de una reacción se convierte en el sustrato de la siguiente)



METABOLISMO

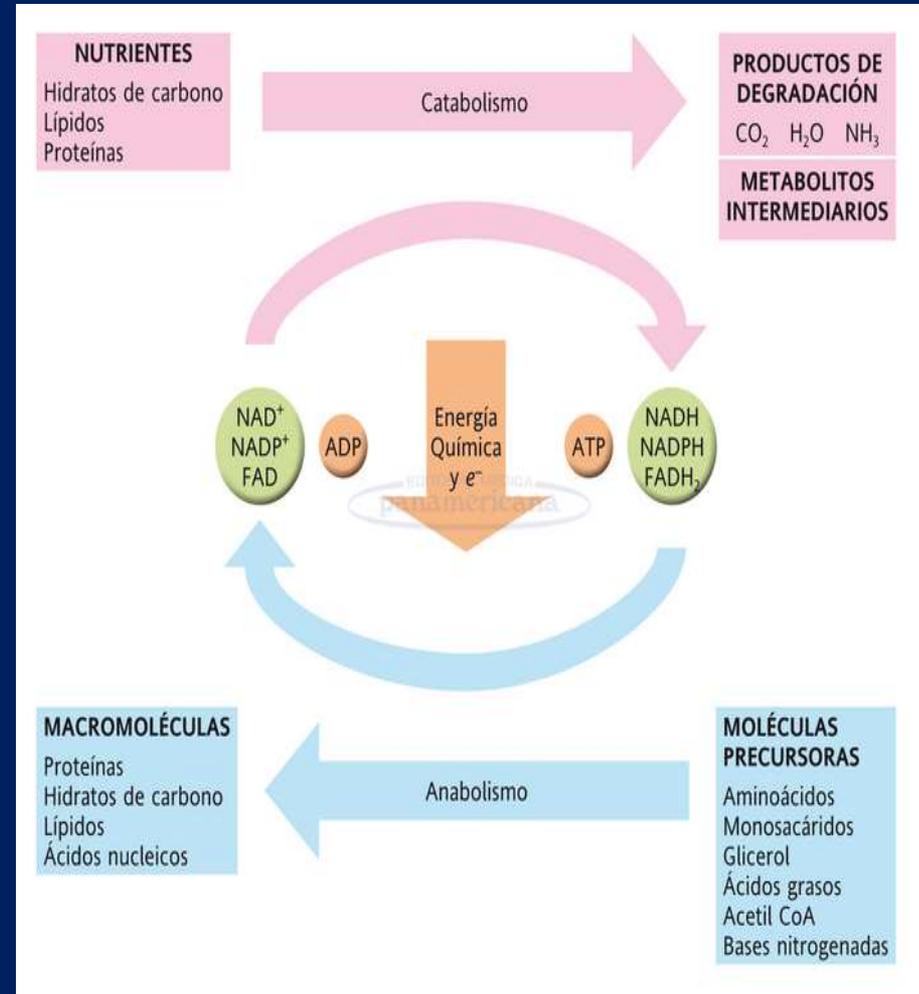
funciones :

- A. Favorecer la obtención de energía
- B. Convertir los nutrientes en sustancias “reconocibles y asimilables” por las células
- C. Proporcionar las moléculas que el organismo requiere para funciones especiales

METABOLISMO

VIAS METABOLICAS

1. Vías anabólicas :
síntesis de compuestos, son endorgonicas
2. Vías catabólicas:
intervienen en la descomposición de moléculas reacciones oxidativas, vías exorgonicas
producen; equivalentes reductores, cadena respiratoria (ATP)
3. Vías anfibolicas:
interconexiones del metabolismo, actúan como enlaces de vías anabólicas y catabólicas



METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

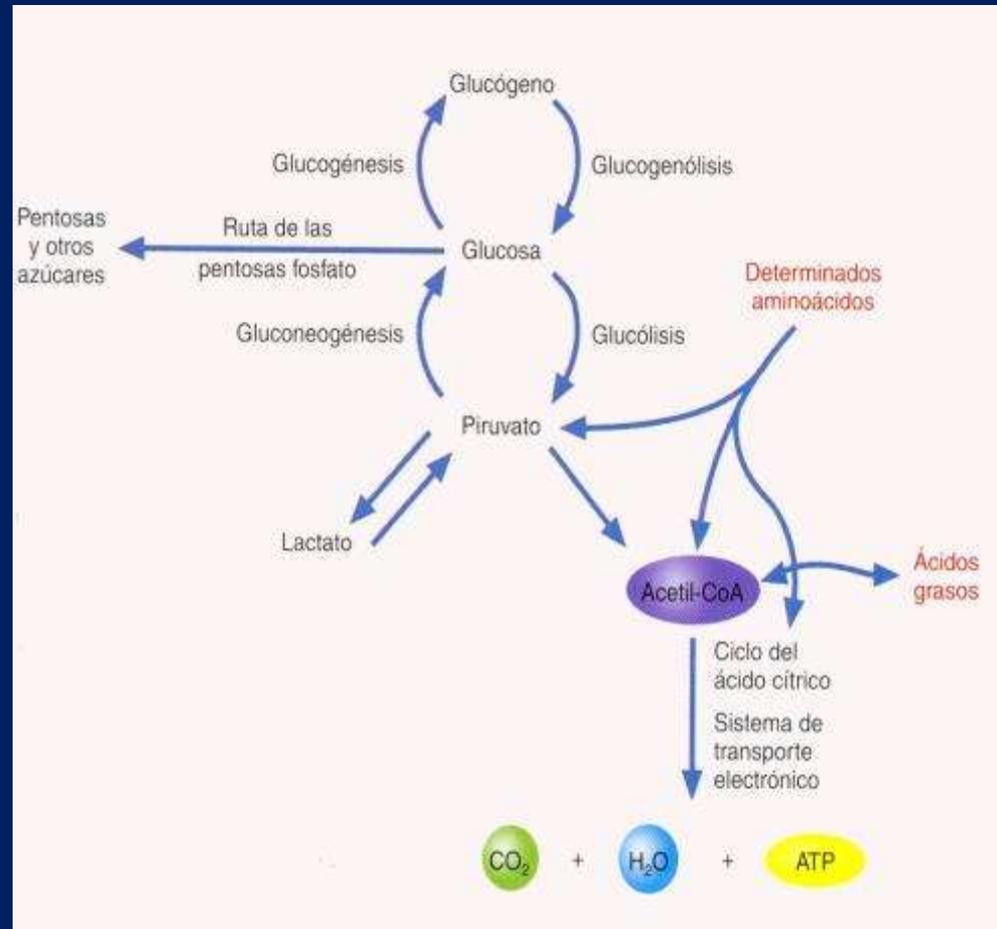
Glicemia:

concentración de la glucosa en la sangre

debe mantenerse en un rango relativamente constante entre los 60 y 110 mg/ 100ml.

Vías metabólicas :

1. Glucólisis (glicólisis)
2. Gluconeogénesis
3. Glucogenogénesis (glucogénesis)
4. Glucógenolisis
5. Vía de las pentosas monofosfato



METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

GLUCOLISIS

RUTA DE EMBDEM-MEYERHOF-PARNAS

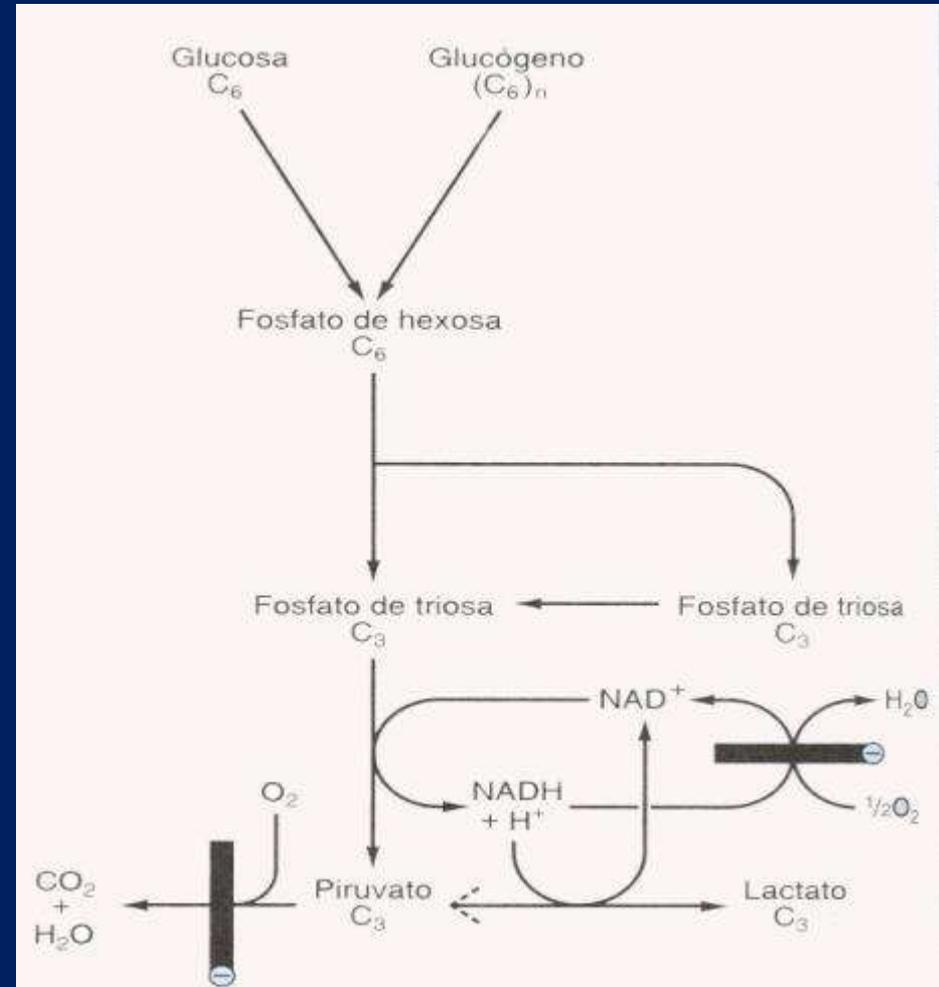
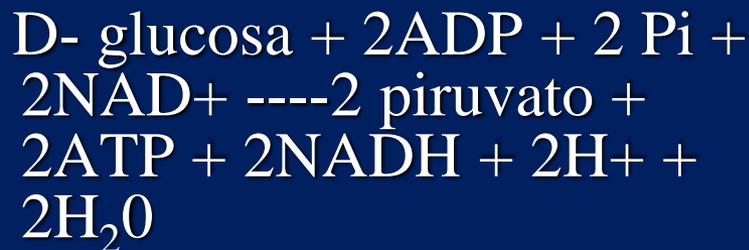
Palabras griegas:

Glykys : dulce

Lysis : destrucción

serie de reacciones químicas(10) donde la glucosa (hexosa) es degradada a dos moléculas de piruvato (triosa)

Ruta glucolitica resumida;



METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

GLUCOLISIS

- ✓ Citoplasma celular

- ✓ Única fuente de energía metabólica en :
 - a) Eritrocito
 - b) Cerebro
 - c) Espermatozoides
 - d) Medula renal

- ✓ Vía principal para el metabolismo de la glucosa como parte de la fructosa , galactosa, y otros derivados de la dieta

- ✓ Funciona en condiciones anaeróbicas

METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

RUTA GLUCOLITICA

o Fases:

1. Fase I (preparatoria); 5 reacciones la glucosa se fosforila dos veces y se fracciona para formar dos moléculas de gliceraldehido-3-fosfato (G-3-P)
Se invierten 2 ATP (se consumen)

2. Fase II (retributiva); 5 reacciones el G-3-P se convierte en piruvato se producen

a) 4 moléculas de ATP

b) 2 moléculas de NADH

Reacción	Enzima	Rendimiento de ATP	ΔG° (kJ/mol)	ΔG° (kJ/mol)
FASE DE INVERSIÓN DE ENERGÍA				
Glucosa (G) → Glucosa-6-fosfato (G6P)	Hexoquinasa (HK)	-1	-16.7	-33.5
Glucosa-6-fosfato (G6P) → Fructosa-6-fosfato (F6P)	Fosfoglucoisomerasa (PGI)		+1.7	-2.5
Fructosa-6-fosfato (F6P) → Fructosa-1,6-bisfosfato (FBP)	Fosfofructoquinasa (PFK)	-1	-14.2	-22.2
Fructosa-1,6-bisfosfato (FBP) → Gliceraldehido-3-fosfato (G3P) + dihidroxiacetona fosfato (DHAP)	Aldolasa (ALDI)		+23.8	-1.3
Gliceraldehido-3-fosfato (G3P) + dihidroxiacetona fosfato (DHAP) → Dos gliceraldehido-3-fosfato	Triosa fosfato isomerasa (TPI)		+7.6	+2.5
FASE DE GENERACIÓN DE ENERGÍA				
Dos gliceraldehido-3-fosfato → Dos 1,3-bisfosfoglicerato (BPG)	Gliceraldehido-3-fosfato deshidrogenasa (G3PDH)		+12.6	-3.4
Dos 1,3-bisfosfoglicerato (BPG) → Dos 3-fosfoglicerato (3PG)	Fosfoglicerato quinasa (PGK)	+2	-37.6	+2.6
Dos 3-fosfoglicerato (3PG) → Dos 2-fosfoglicerato (2PG)	Fosfoglicerato mutasa (PGM)		+8.8	+1.6
Dos 2-fosfoglicerato (2PG) → Dos fosfoenolpiruvato (PEP)	Enolasa (ENO)		+3.4	-6.6
Dos fosfoenolpiruvato (PEP) → Dos piruvato (Pyr)	Piruvato quinasa (PK)	+2	-62.8	-33.4
Resultado neto: Glucosa + 2ADP + 2F + 2NAD ⁺ → 2 piruvato + 2ATP + 2NADH + 3H ⁺ + 2H ₂ O		+2	-73.3	-96.2

METABOLISMO DE LAS CARBOHIDRATOS

RUTA GLUCOLITICA

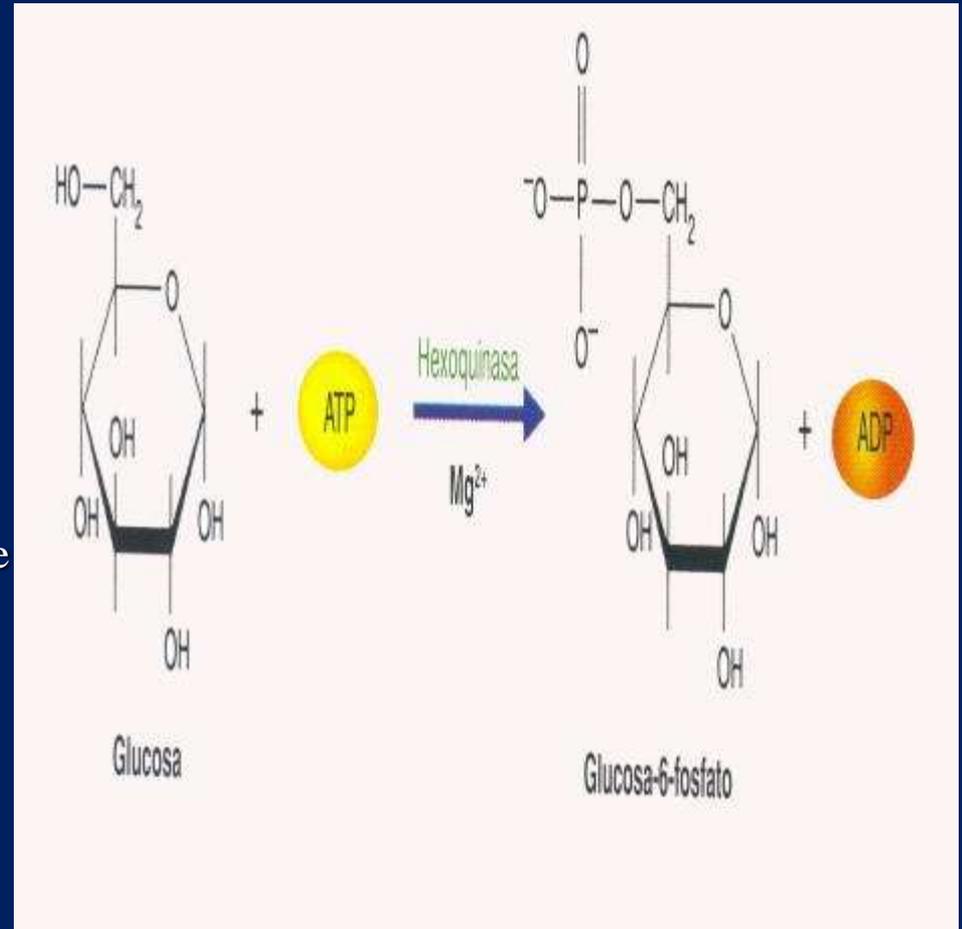
1. Síntesis de glucosa- 6- fosfato
- La glucosa y otros azúcares entran a la célula y se fosforila:
 - A. Impide el transporte de glucosa fuera de la célula
 - B. Aumenta la reactividad del O₂ en el ester fosfato resultante

Hexoquinasas (catalizan la fosforilación) son cuatro;

1. 3 Otros tejidos ; afinidades elevadas de la glucosa con relación a su concentración en sangre
2. Hexoquinasa D (glucocinasa) en el hígado; permite el almacenamiento de la glucosa como glucógeno

REACCION IRREVERSIBLE

Un ATP + mg +(complejo) se invierte



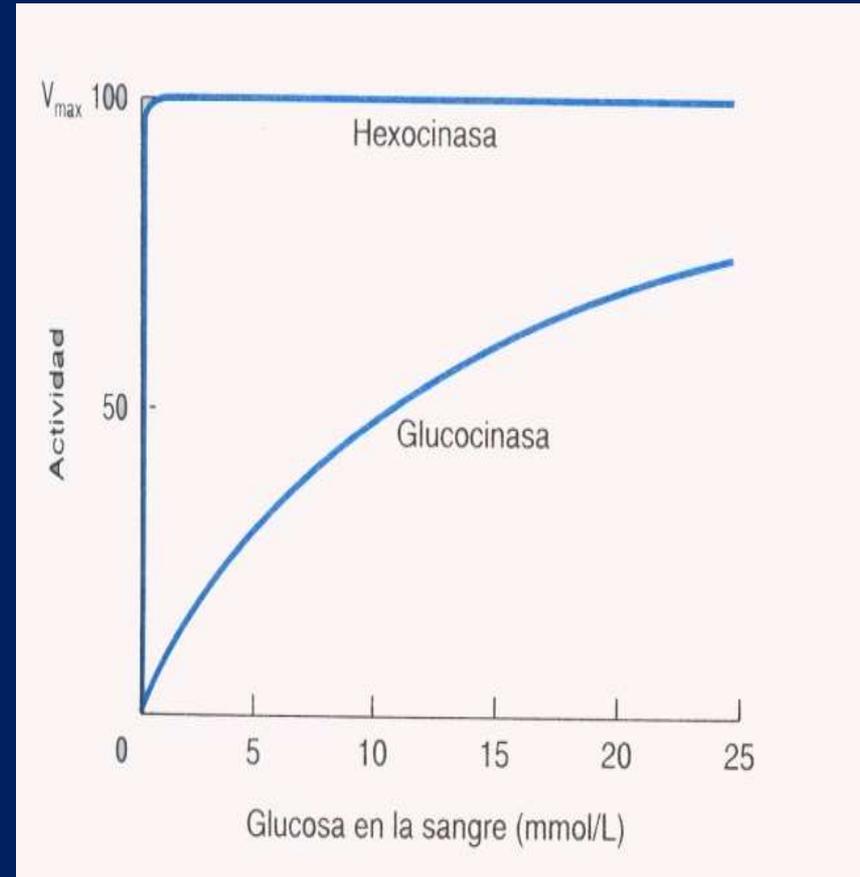
METABOLISMO DE CARBOHIDRATOS

➤ Hexocinasa/glucocinasa

➤ Hexocinasa: tiene una K_m baja para la glucosa (alta afinidad) en el hígado se satura y actúa a una velocidad constante condiciones normales

➤ Glucocinasa: K_m mucho mas alta (baja afinidad) para la glucosa, su afinidad aumenta por arriba del alcance fisiológico de concentraciones de glucosa

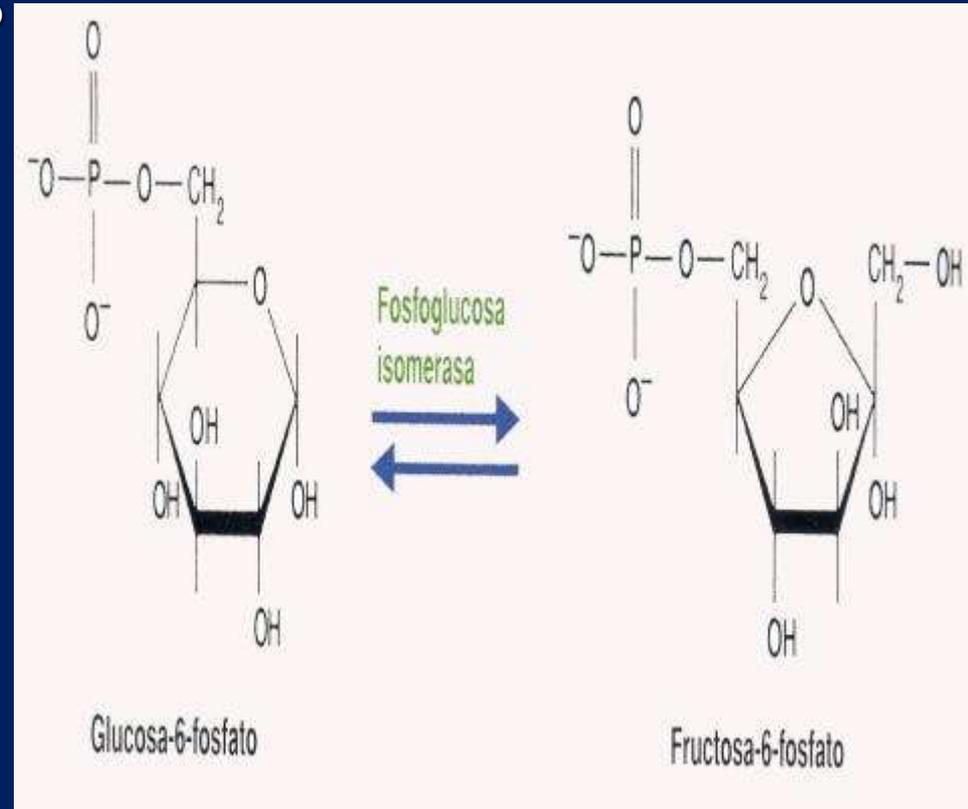
➤ La glucocinasa; favorece la captación hepática de glucosa en altas concentraciones, después de ingerir carbohidratos



METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

RUTA GLICOLITICA

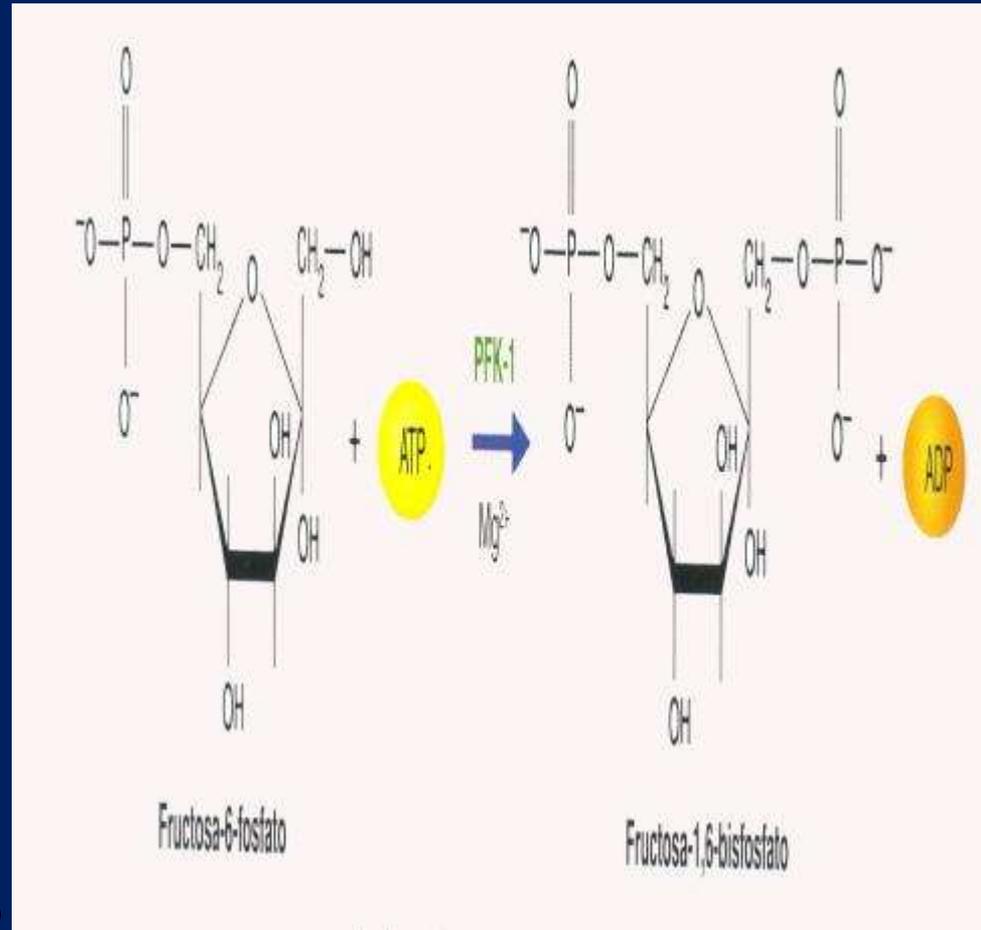
- 2. Conversión de glucosa- 6-fosfato en fructosa- 6 –fosfato
 - o La aldosa 6-fosfato se convierte en cetosa fructosa-6-fosfato por la fosfoglucosa isomerasa (PGI)
 - o Intermediario enediol
 - o Permite la fosforilación al C-1 de la fructosa
 - o REACCION REVERSIBLE



METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

RUTA GLUCOLITICA

- 3. Fosforilación de la fructosa-6-fosfato
- la fosfofructoquinasa-1 (PFK-1); cataliza la fosforilación de la fructosa-6-fosfato
- Se forma ; fructosa 1,6 bifosfato
- Inversión de una segunda molécula de ATP
- REACCION IRREVERSIBLE



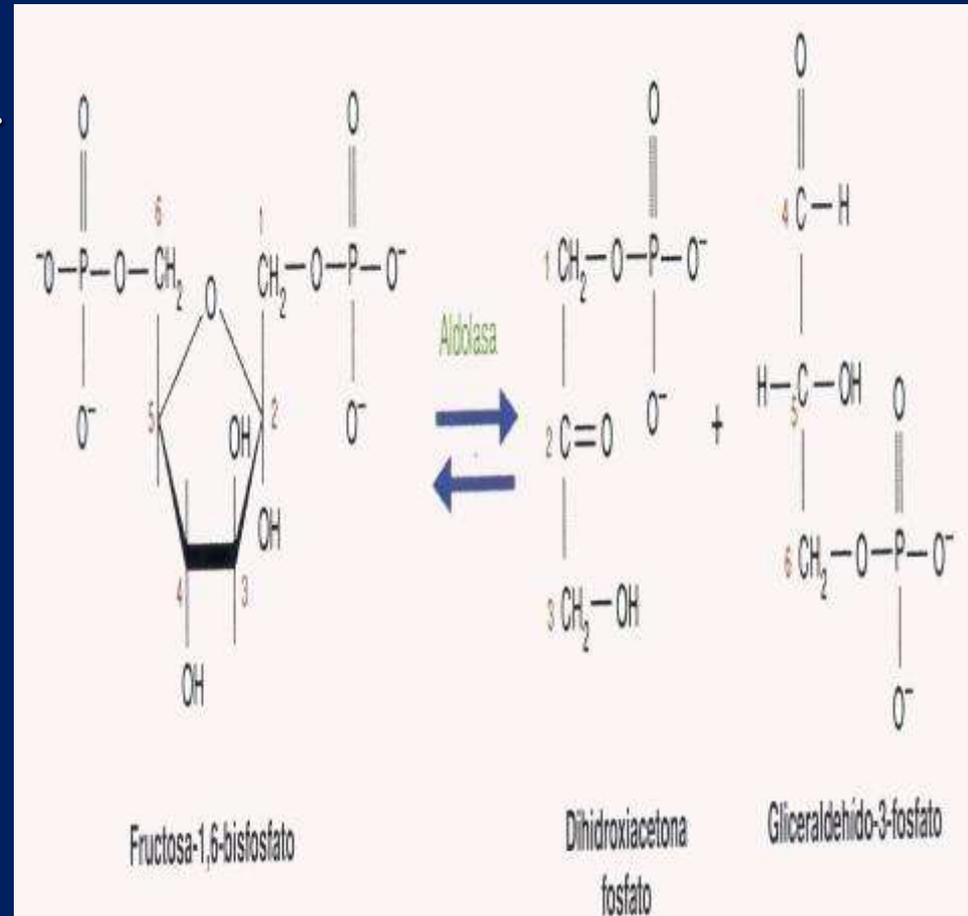
METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

RUTA GLICOLITICA

4. Escisión aldólica de la fructosa -1,6-bifosfato por la enzima aldolasa:

• Dos moléculas de tres carbonos:

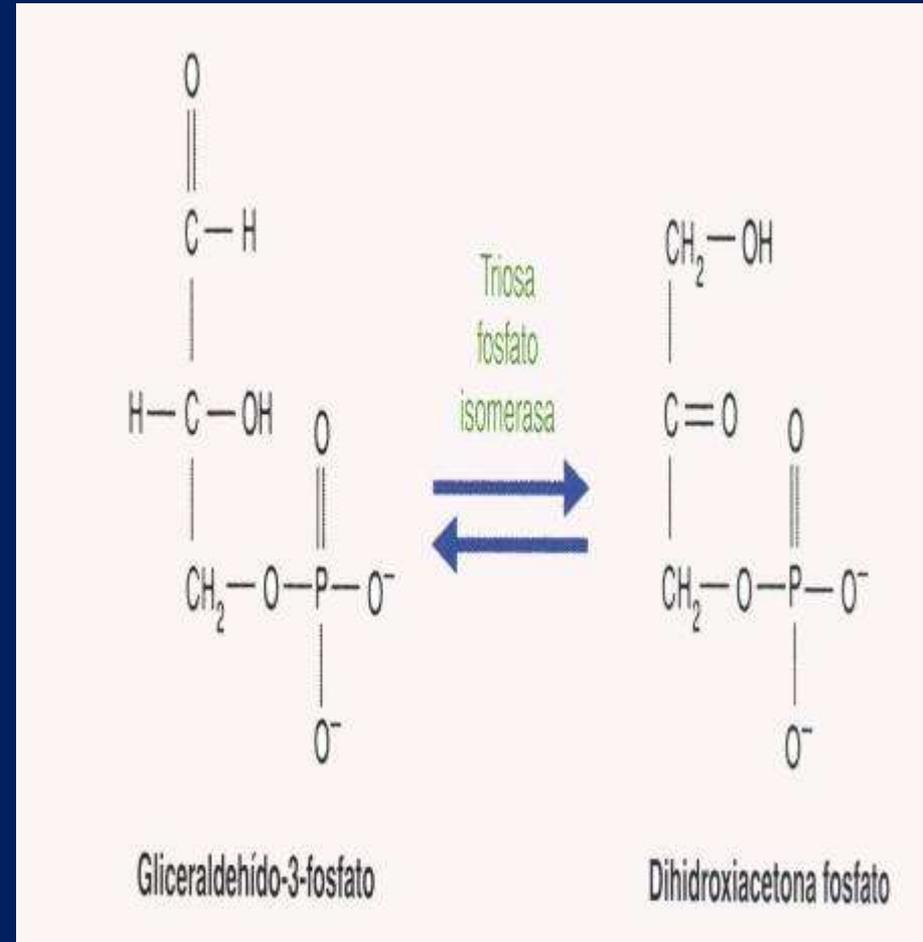
1. Gliceraldehído-3-fosfato (G-3-P)(aldehído)
2. Dihidroacetona fosfato (DHAP)(cetona)



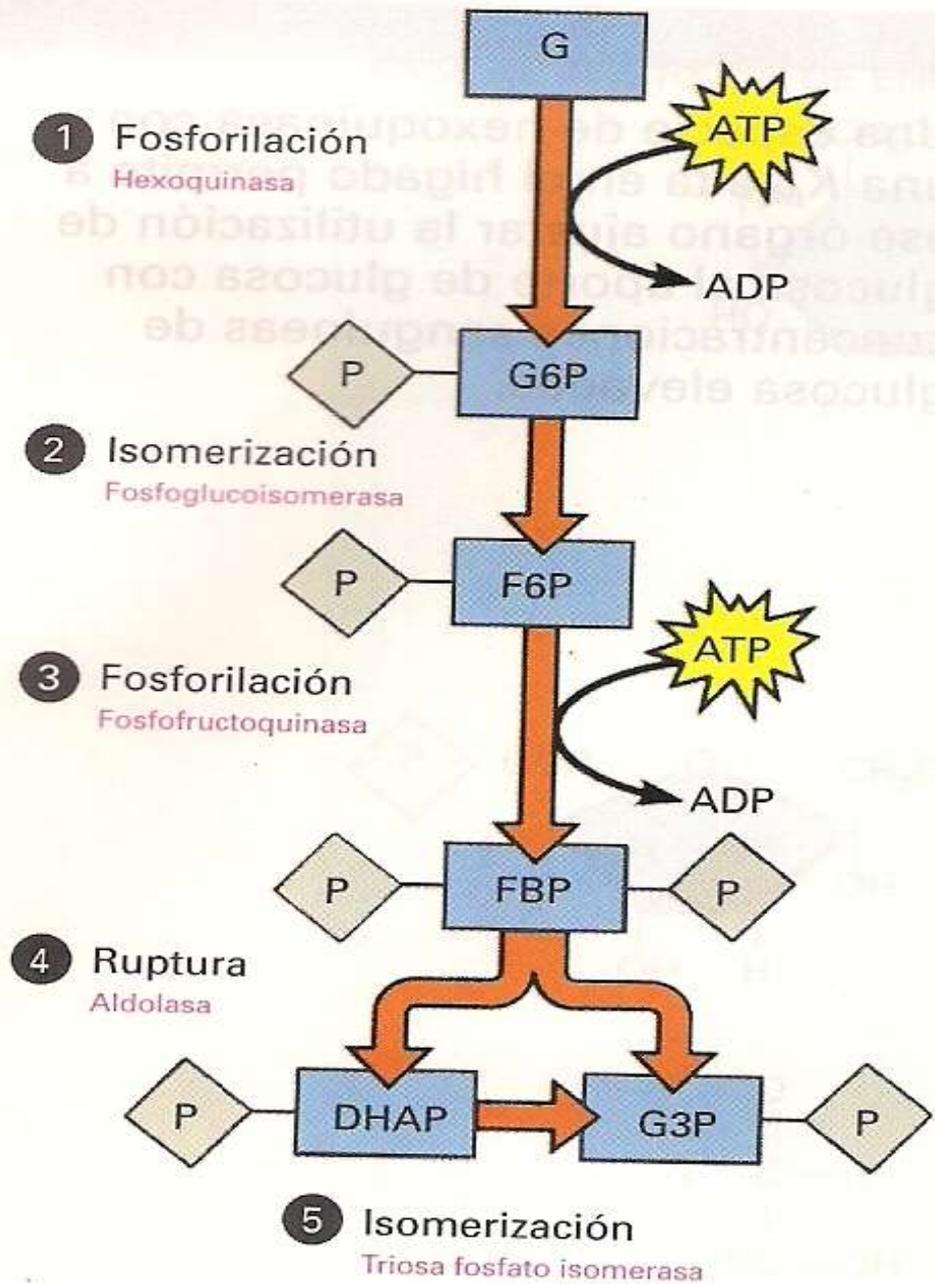
METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

RUTA GLICOLITICA

5. Ínter conversión del gliceraldehido-3-fosfato(G-3-P) y la dihidroacetona fosfato (DHAP)
 - La triosa isomerasa cataliza la ínter conversión de la DHAP en G-3-P
 - La molécula original de glucosa se convierte en dos moléculas de G-3-P
 - El G-3-P: Potencial bajo de transferencia de grupo fosfórico candidato para la síntesis de ATP



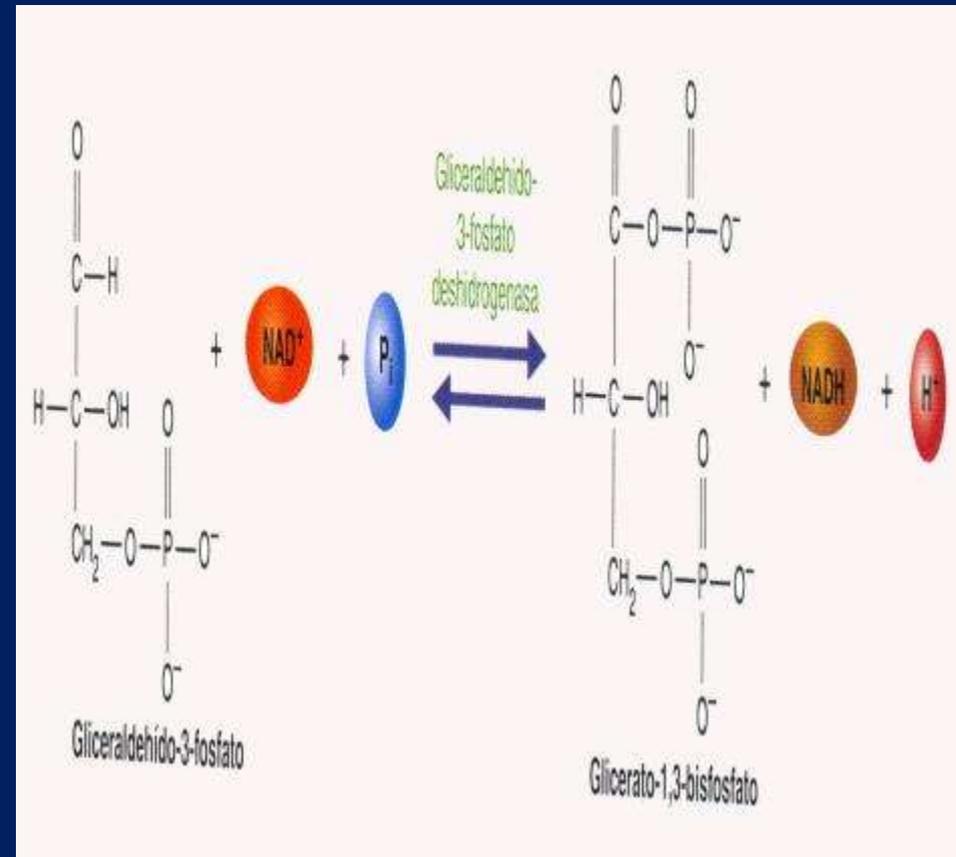
FASE PREPARATORIA



METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

RUTA GLUCOLITICA

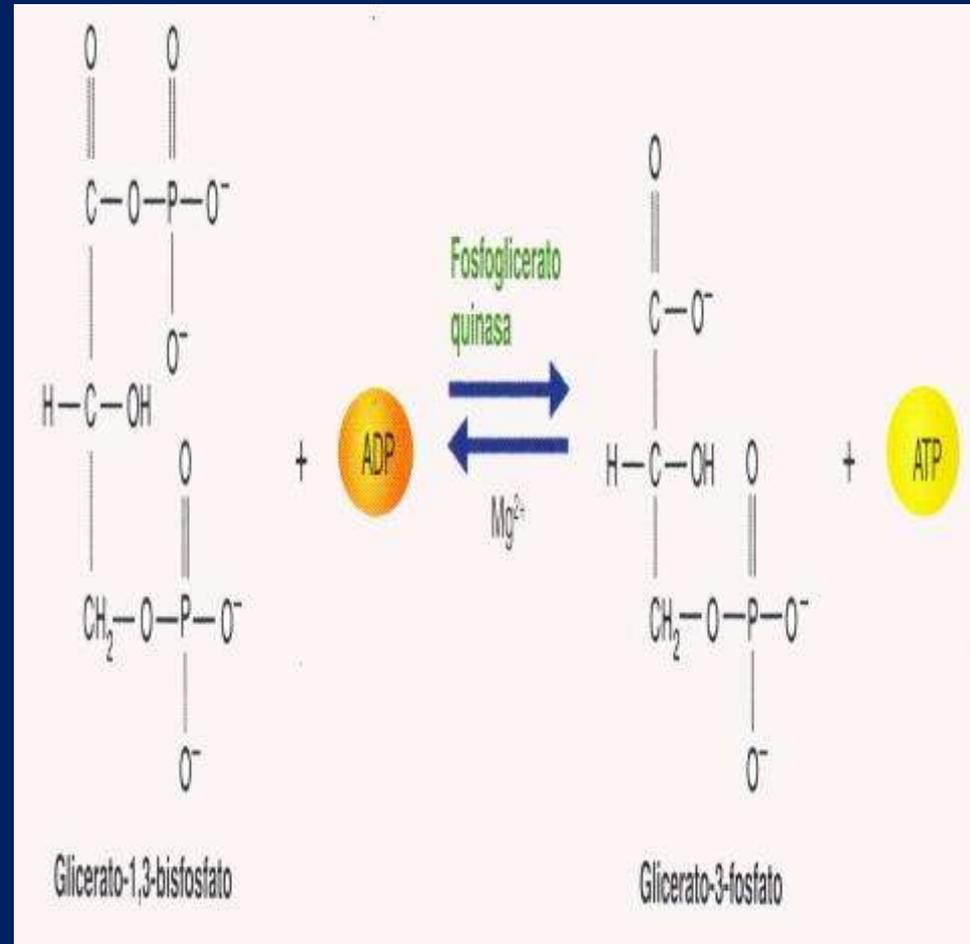
6. Oxidación del gliceraldehido-3-fosfato
- El G-3-P se oxida y se fosforila
 - El producto; el glicerato-1,3 bifosfato
 - Contiene un enlace de energía elevada
 - La reacción la cataliza la enzima gliceraldehido-3-fosfato deshidrogenasa
 - Se forma en esta reacción NADH y H⁺



METABOLISMO DE LA GLUCOSA

RUTA GLICOLITICA

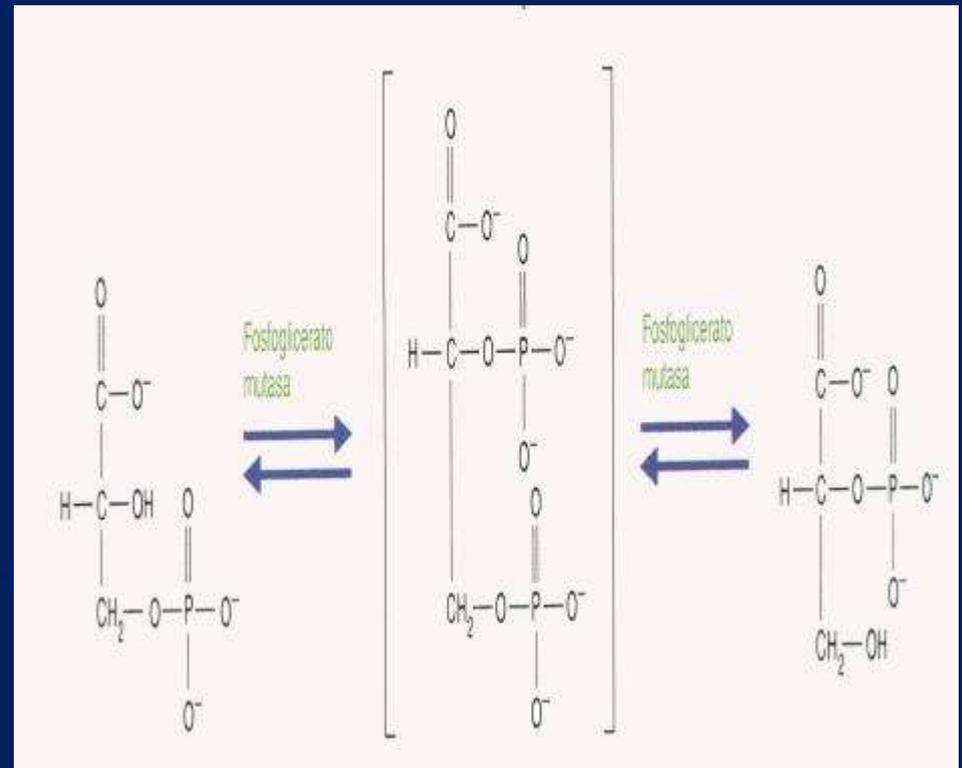
- 7. Transferencia del grupo fosfórico (fosforilación a nivel de sustrato)
- ✓ Cataliza la fosfoglicerato quinasa:
- ✓ Transfiere un grupo fosfórico de energía elevada del glicerato-1,3 bifosfato al ADP
- ✓ Síntesis endógena de ATP
- ✓ Se producen dos moléculas de ATP



METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

RUTA GLICOLITICA

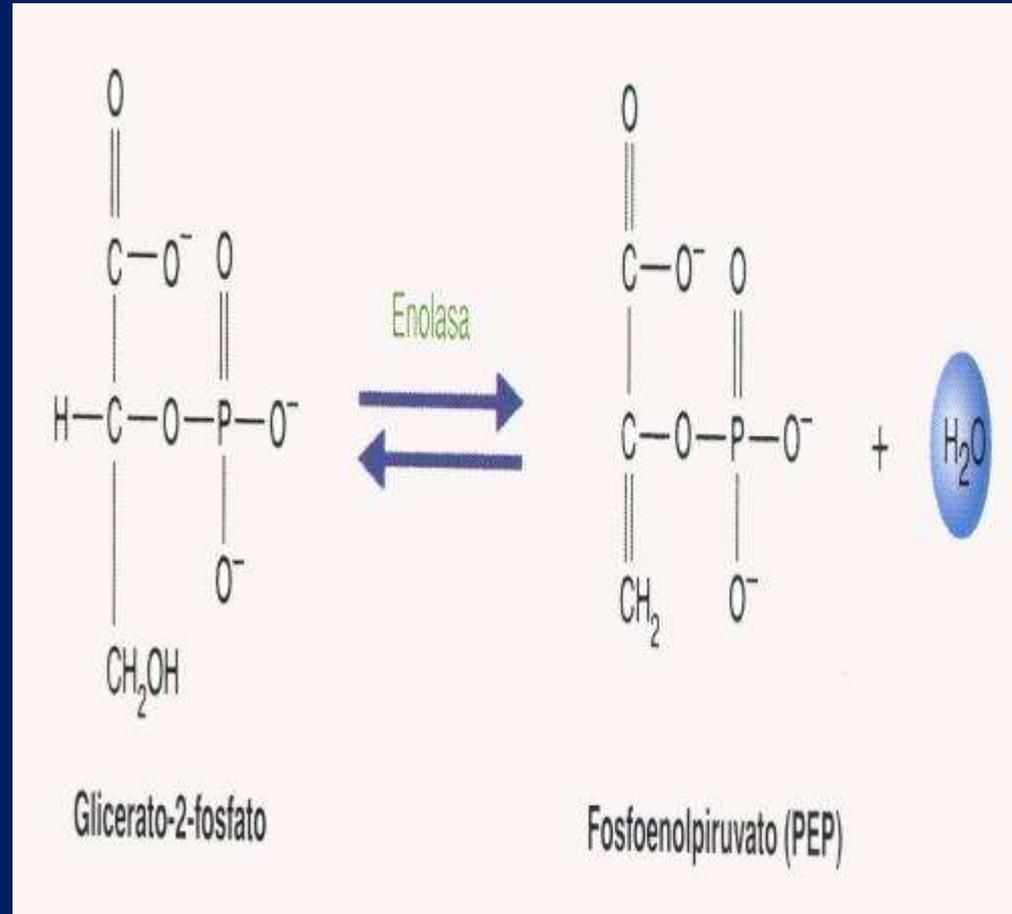
8. **Ínterconversión del 3-fosfoglicerato y 2 fosfoglicerato**
- ❖ **Conversión del glicerato-3-fosfato en fosfoenolpiruvato (PEP) ;potencial de transferencia de grupo elevado**
 - ❖ **Conversión en dos pasos de un compuesto fosforilado en C-3 en un compuesto fosforilado en C-2 (ciclo de adición /eliminación)**
 - ❖ **Cataliza la enzima ; fosfoglicerato mutasa**



METABOLISMO DE LA GLUCOSA

RUTA GLUCOLITICA

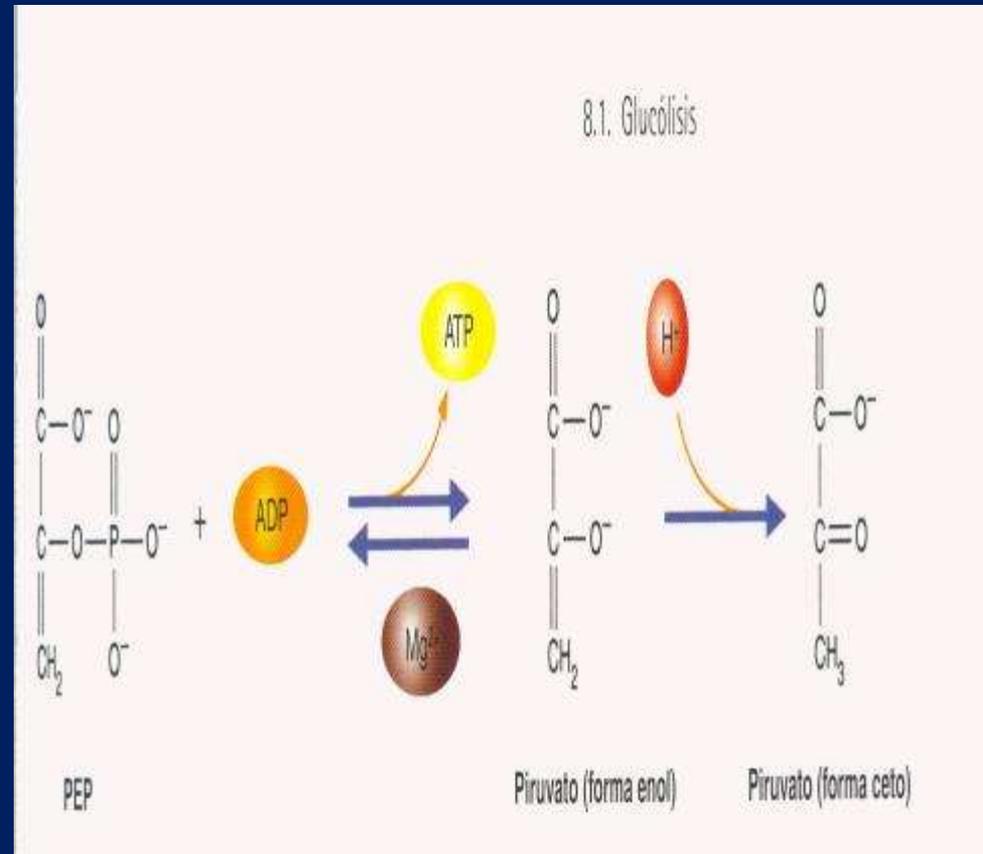
9. Deshidratación del 2-fosfoglicerato
 - La enolasa cataliza la deshidratación de glicerato-2-fosfato para formar PEP (fosfoenolpiruvato)
 - PEP; potencial de transferencia de grupo fosfórico mayor que el G-2-P



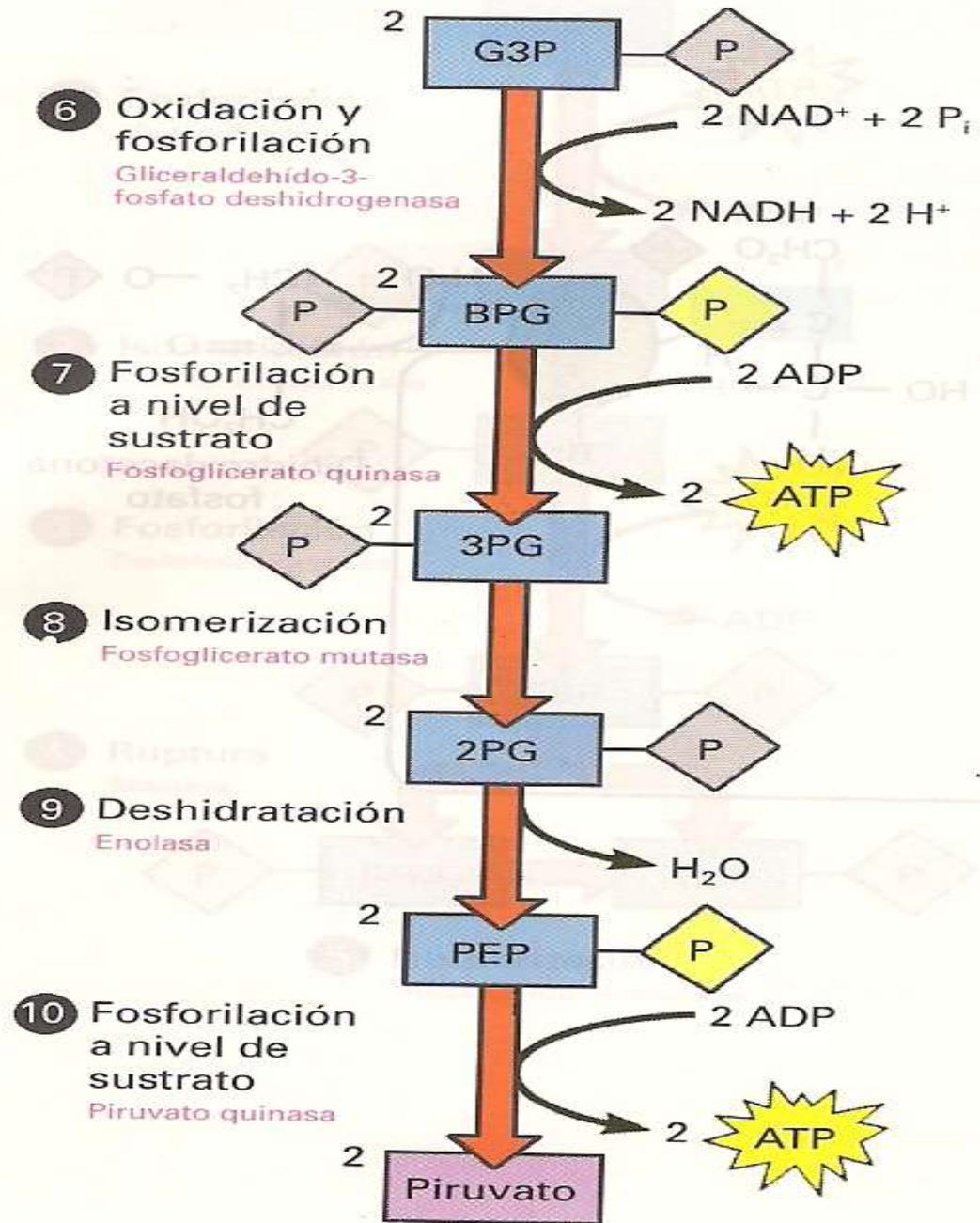
METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

RUTA GLUCOLITICA

10. Síntesis de piruvato
- ❖ La piruvato quinasa cataliza la transferencia de un grupo fosfórico desde el PEP al ADP
 - ❖ Se forman dos moléculas de ATP por cada molécula de glucosa
 - ❖ La conversión del PEP en piruvato de forma irreversible
 - ❖ Tautomerización (conversión espontánea) de la forma enol del piruvato en la forma ceto (más estable)



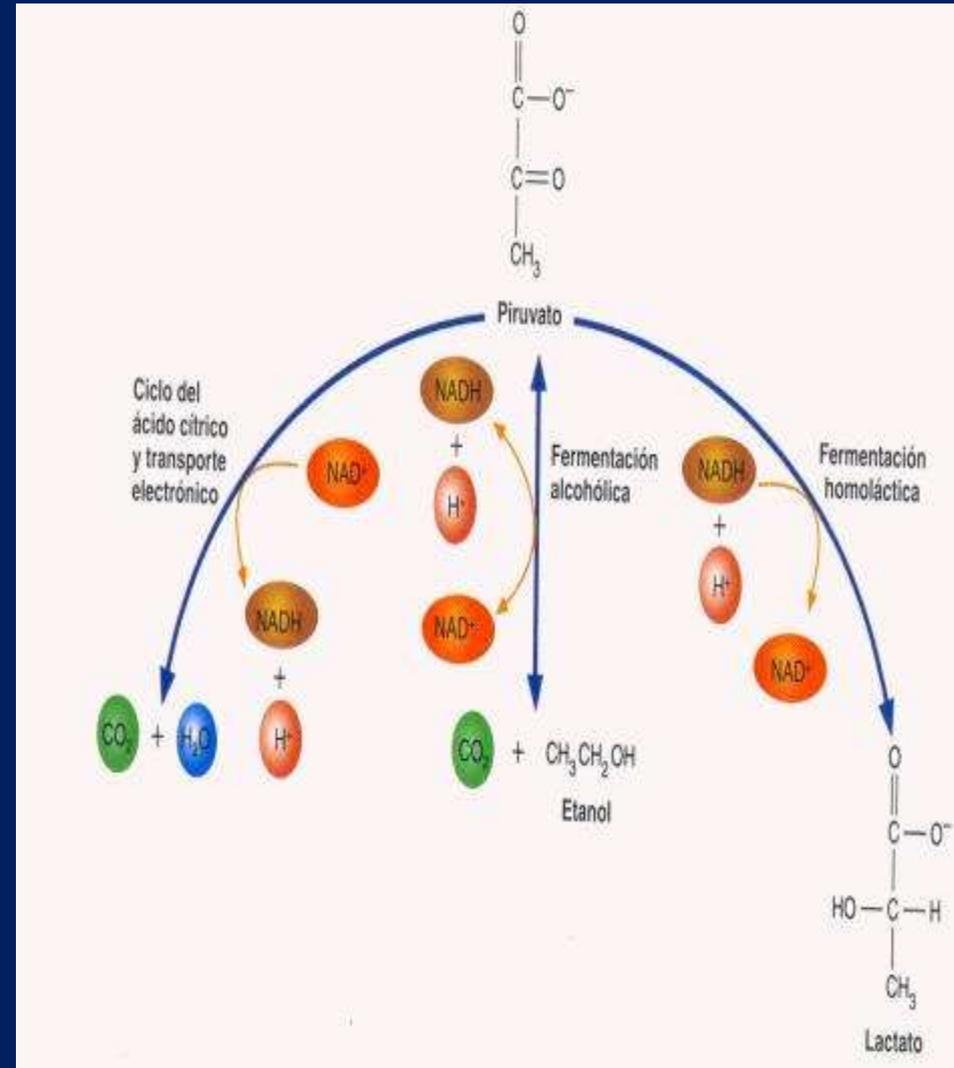
FASE RETRIBUTIVA



METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

PIRUVATO EN CONDICIONES AEROBICAS

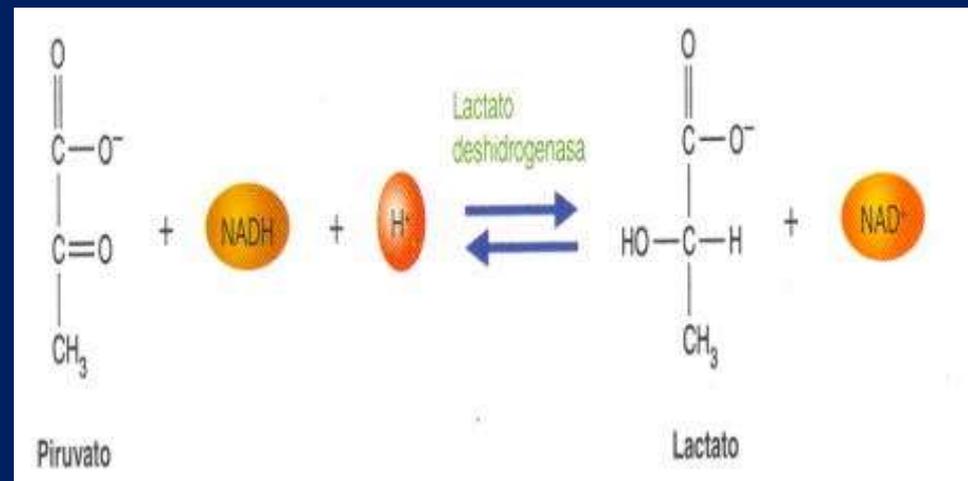
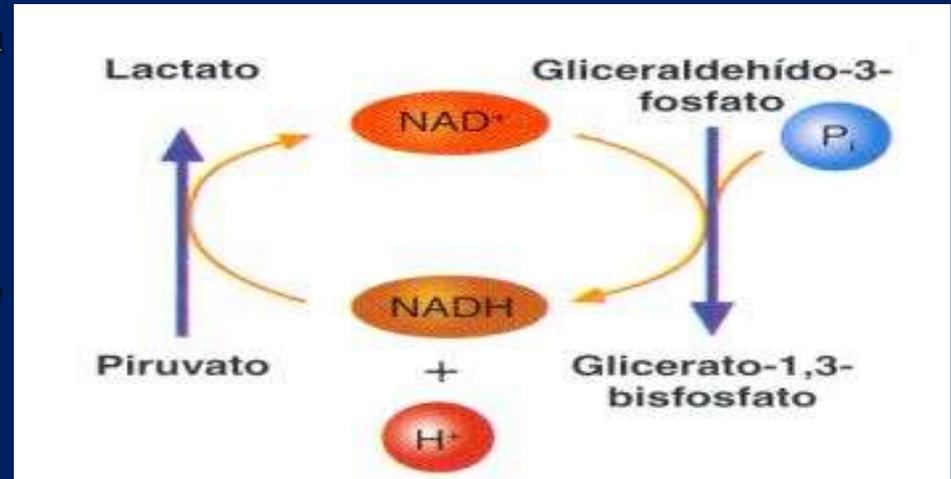
- ❑ Destinos:
- ✓ Un simportador transporta el piruvato hacia la mitocondria
- ✓ Formación por descarboxilacion a la acetil-CoA (molécula transicional)
- ✓ Complejo enzimático asociado al membrana interna mitocondrial (complejo piruvato deshidrogenasa)
- ✓ La acetil-CoA; es el sustrato de entrada del ciclo del ácido-cítrico (ruta anfibolica)
- ✓ En este ciclo se produce; CO_2 , NADH , H_2O



METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

PIRUVATO EN CONDICIONES ANAEROBICAS

- ❑ Se impide una posterior oxidación del piruvato
- ❑ Fermentación; conversión del piruvato a un compuesto orgánico mas reducido y regenerando el NAD que se requiere para que continúe la glicólisis
- ❑ Células musculares (fermentación homo láctica) se transforma el piruvato en lactato; continua produciendo ATP por periodos cortos (bajo nivel de producción de ATP ; efecto Pasteur)



METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

ENERGETICA DE LA GUCOLISIS

GENERACION DE FOSFATO DE ALTA ENERGIA

Vía	Reacciones catalizadas por	Método de producción ~ P	Número de ~ P formado por mol de glucosa
Glucólisis	Glicer aldehído-3-fosfato deshidrogenasa	Oxidación a nivel de 2 NADH por la cadena respiratoria	6*
	Fosfoglicerato cinasa		
	Piruvato cinasa	Fosforilación a nivel de sustrato	2
		Fosforilación a nivel de sustrato	2
			10
	Permite el consumo de ATP mediante reacciones catalizadas por hexocinasa y fosfofructocinasa		-2
			Neto 8
Ciclo del ácido cítrico	Piruvato deshidrogenasa	Oxidación de 2 NADH por la cadena respiratoria	6
	Isocitrato deshidrogenasa	Oxidación de 2 NADH por la cadena respiratoria	6
	α -cetoglutarato deshidrogenasa	Oxidación de 2 NADH por la cadena respiratoria	6
	Succinato tiocinasa	Fosforilación en el sustrato	2
	Succinato deshidrogenasa	Oxidación de 2 FADH ₂ por la cadena respiratoria	4
	Malato deshidrogenasa	Oxidación de 2 NADH por la cadena respiratoria	6
			Neto 30
	Total por mol de glucosa en condiciones aerobias		38
	Total por mol de glucosa en condiciones anaerobias		2

METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

RUTA GLUCOLITICA

REGULACION

1. Regulación alosterica
2. Regulación endocrina

METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

RUTA GLUCOLITICA

REGULACION ALOSTERICA

□ Sitios principales de la regulación de la glicólisis (tres enzimas) :

1. Hexoquinasa
(y glucocinasa)
2. Fosfofructocinasa-1
(PFK-1)
3. Piruvatoquinasa

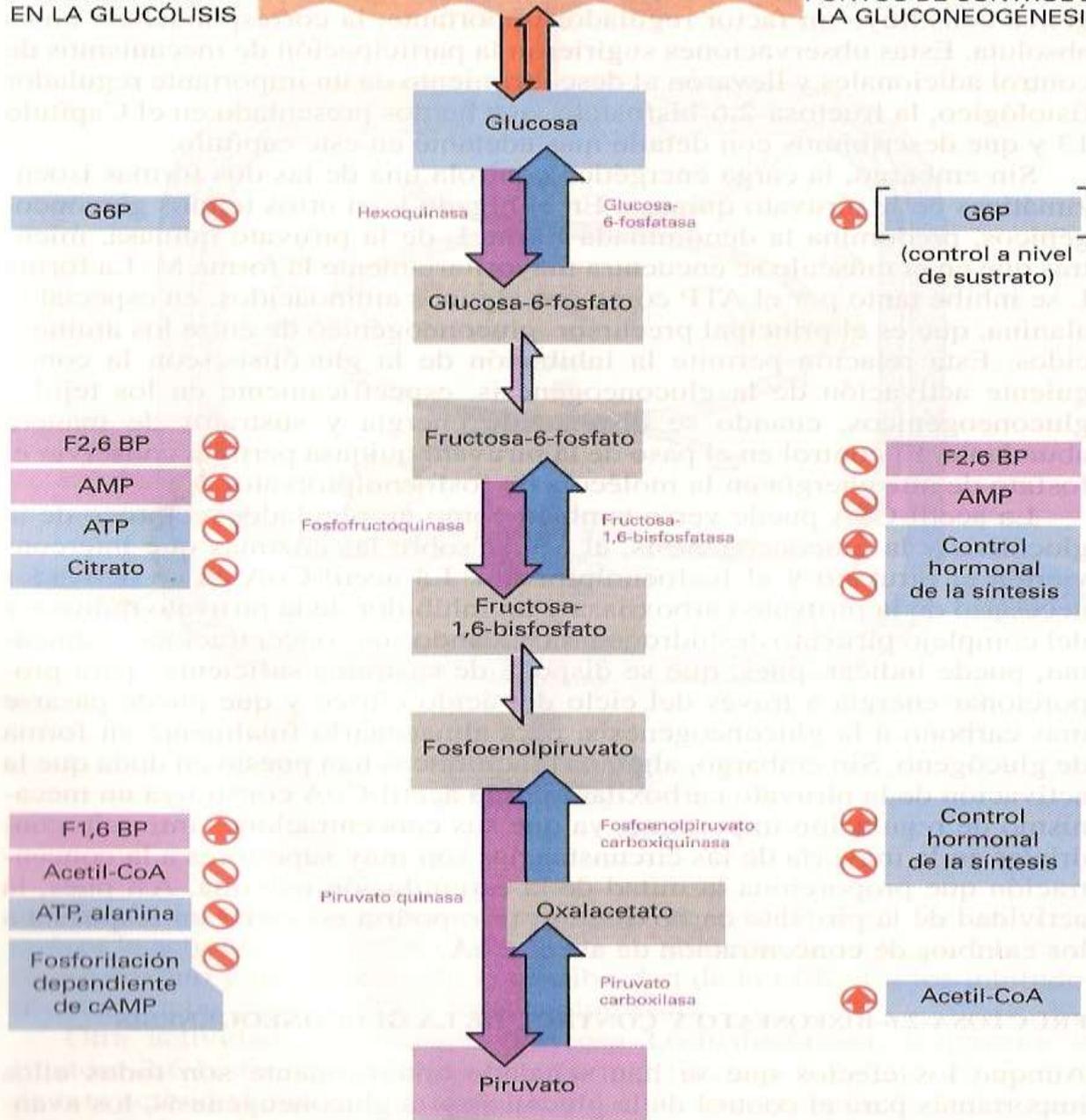
□ Reacciones irreversibles

Enzima	Activador	Inhibidor
Hexoquinasa		Glucosa-6-fosfato, ATP
PFK-1	Fructosa-2,6-bisfosfato, AMP	Citrato, ATP
Piruvato quinasa	Fructosa-1,6-bisfosfato, AMP	Acetil-CoA, ATP

PUNTOS DE CONTROL EN LA GLUCÓLISIS

Torrente sanguíneo

PUNTOS DE CONTROL EN LA GLUCONEOGENÉISIS



Clave:

Promueve la glucólisis	
Promueve la gluconeogéisis	
Activación	
Inhibición	

METABOLISMO DE LOSW CARBOHIDRATOS

RUTA GLUCOLITICA

- Transformaciones químicas de importancia:
 1. La degradación del esqueleto de carbono de la glucosa que conduce a la formación de piruvato
 2. La fosforilación del ADP para formar ATP a partir de compuestos fosforilados con un gran contenido energético, que se producen en esta vía metabólica (fosforilación a partir de sustrato)
 3. Transferencia de un hidrogeno (H^+) al NAD^+ para formar $NADH$

METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

BALANCE NETO DE LOS PRODUCTOS DE LA GLICOLISIS

