



Hidratos de carbono

Fundamentos de Bioquímica

Marga Rodríguez Espejo



Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono o sacáridos son las moléculas biológicas más abundantes en la naturaleza y desempeñan funciones vitales.



FOTOSÍNTESIS

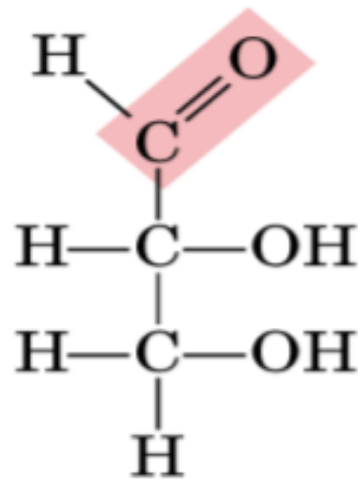
Una de esas funciones es la respiración celular tanto en plantas como en animales.



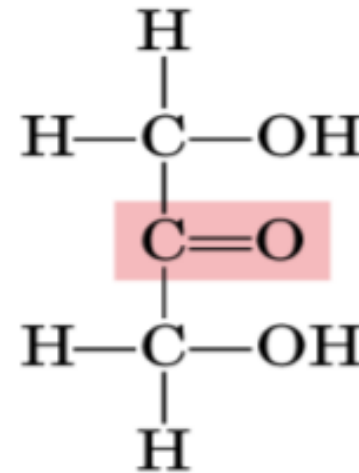
Composición química

Estructura común: $(CH_2O)_n$

Son cadenas de carbono que contienen un grupo aldehído o cetónico y varios grupos hidroxilos.



POLIHIDROXIALDEHIDOS



POLIHIDROXICETONAS



Funciones

- ALMACÉN DE ENERGÍA
- INTERMEDIARIOS METABÓLICOS
- ELEMENTOS ESTRUCTURALES
- COMPONENTES DE MOLÉCULAS (ATP; NAD, FAD; RNA; DNA)
- FORMACIÓN DE GLUCOCONJUGADOS
- GLUCOPROTEÍNAS (componentes de las membranas, etc.).
- GLUCOLÍPIDOS (componentes de las membranas).
- PROTEOGLUCANOS (componentes de la matriz extracelular).



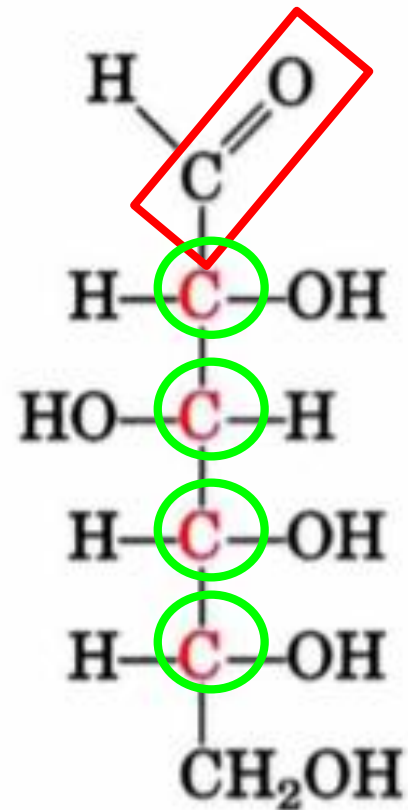
Tipos de glúcidos

- Monosacáridos: una unidad de azúcar.
Ej.: glucosa.
- Disacáridos: monosacárido + monosacárido
Ej.: lactosa (glucosa + galactosa)
- Oligosacáridos: cadenas cortas de unidades de azúcar (<20%uds).
Se suelen encontrar unidos a proteínas o lípidos.
- Polisacáridos: cadenas muy largas de centenares o miles unidades.
Ej.: glucógeno (glucosa)_n.



MONOSACÁRIDOS

Son los azúcares más simples de todos los hidratos de carbono.



D-GLUCOSA

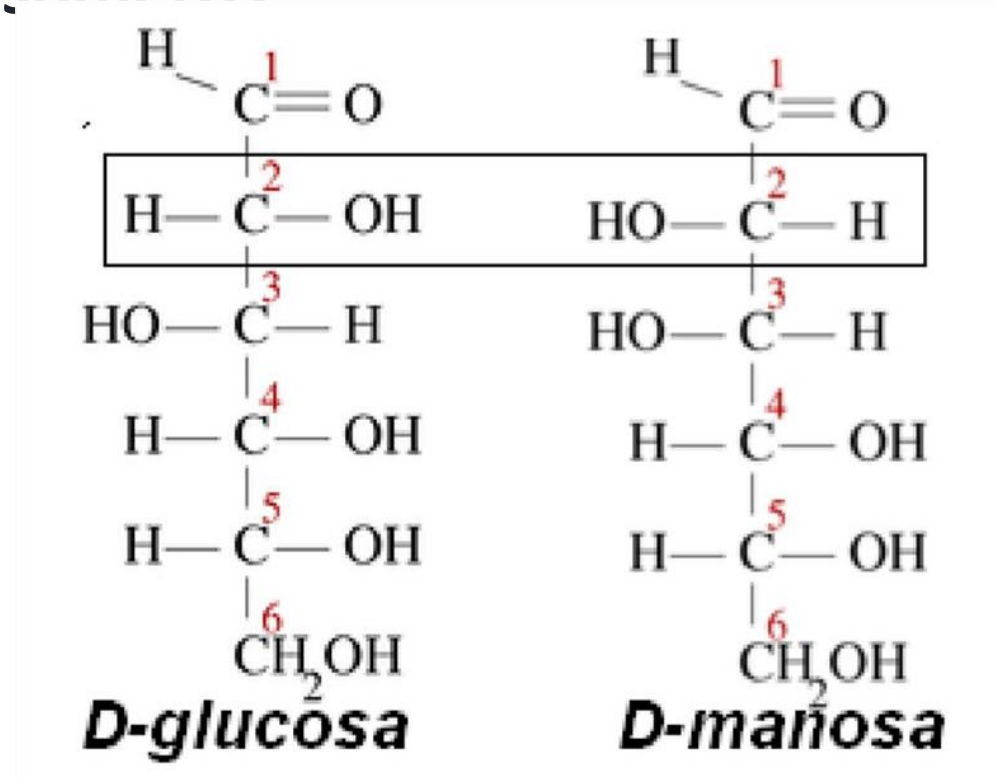
- Aldohexosas; galactosa y manosa
- Cetoexosas: fructosa.

La ribosa forma parte de nucleótidos (como el ATP) y de los ácidos ribonucleicos

Isomería

Las moléculas que tienen la misma fórmula molecular pero diferentes geometrías moleculares se denominan

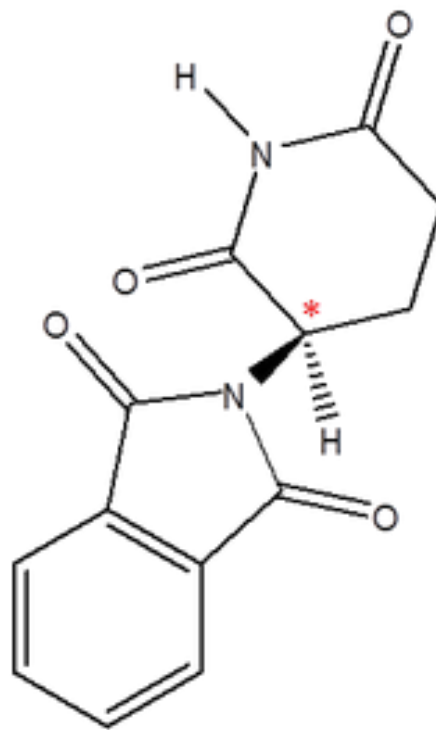
isómeros



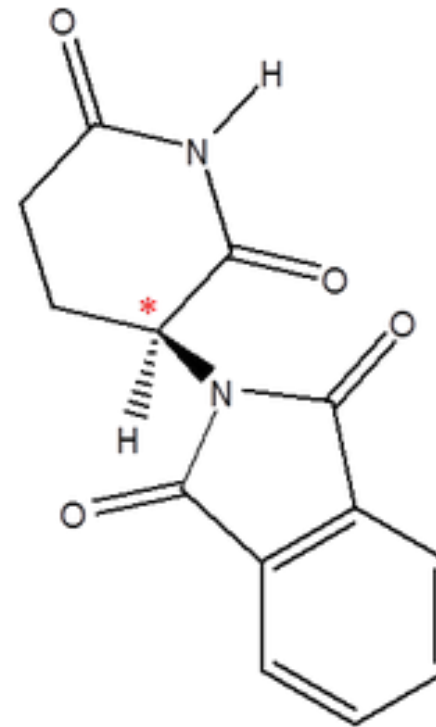
Pueden afectar a las propiedades físicas y químicas de estas moléculas

Quiralidad

Es fundamental en farmacología



(R) (+)- talidomida

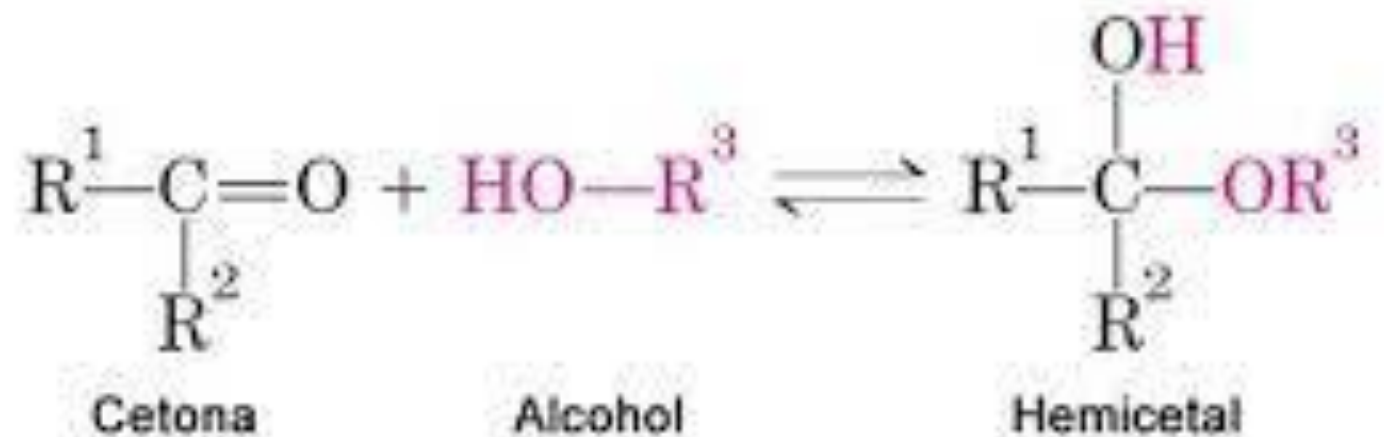
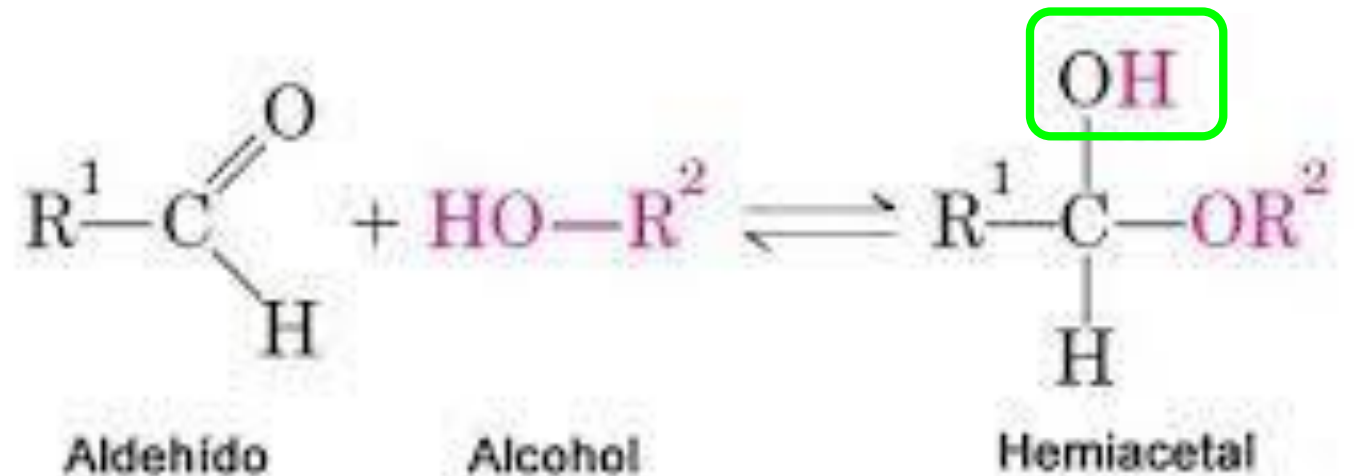


(S) (-) -talidomida



Grupos funcionales y reacciones de los monosacáridos

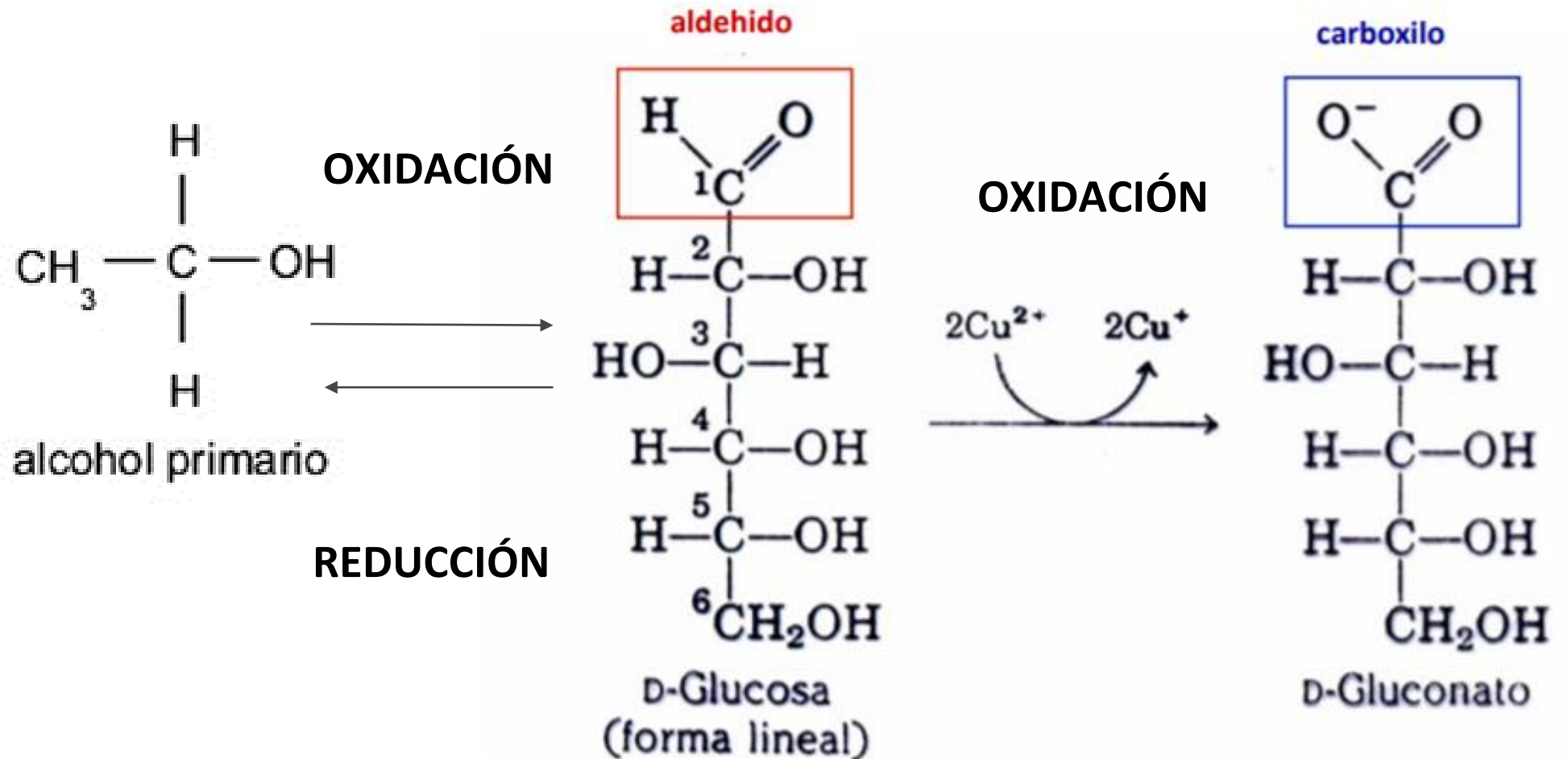
**OXIDACIÓN
REDUCCIÓN**





Reacciones de los monosacáridos

Todos los monosacáridos son reductores





DERIVADOS DE LOS MONOSACÁRIDOS

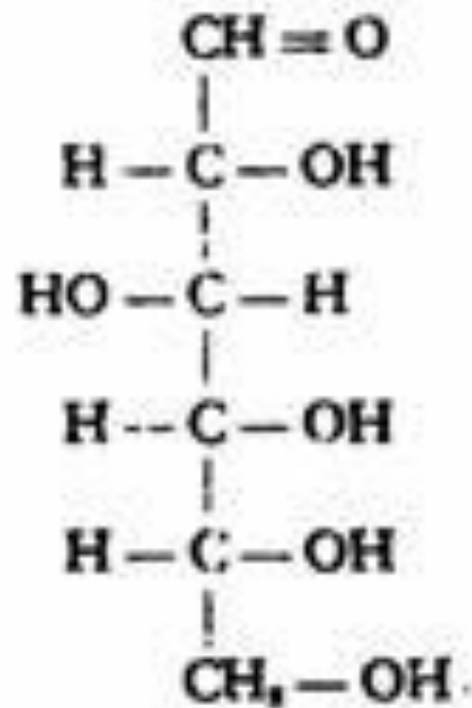
- Ciclo de krebs
- Cartílago
- nucleótidos del ADN
- metabolismo hepático
- polisacáridos

A large, thick teal circular graphic that is open at the top, framing the word "GLÚCIDOS".

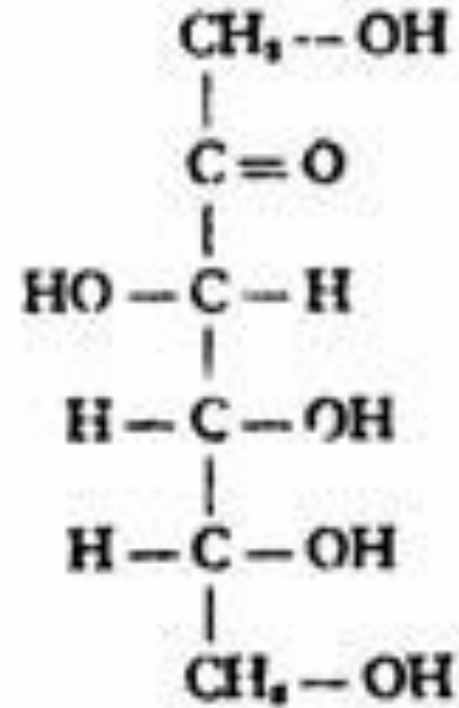
GLÚCIDOS



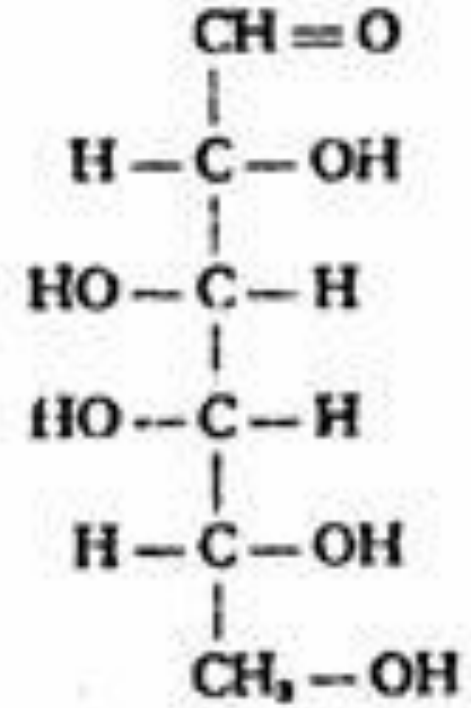
MONOSACÁRIDOS



glucosa



fructosa



galactosa



DISACÁRIDOS

Formados por al menos una glucosa y otro azúcar simple.

MALTOSA



GLUCOSA + GLUCOSA

LACTOSA

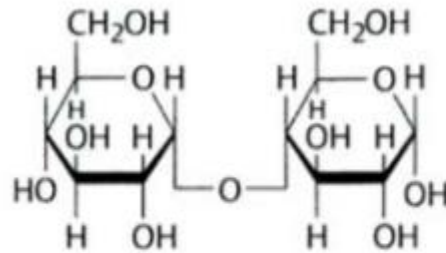


GLUCOSA + GALACTOSA

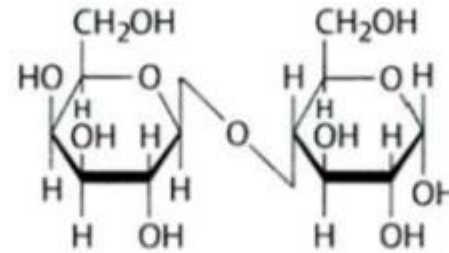
SACAROSA



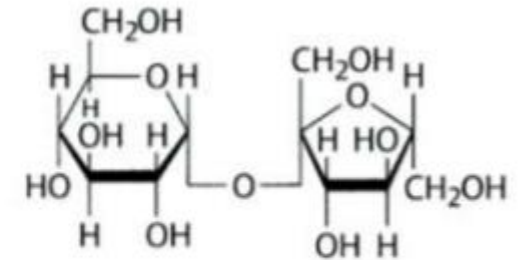
GLUCOSA + FRUCTOSA



1. Maltosa



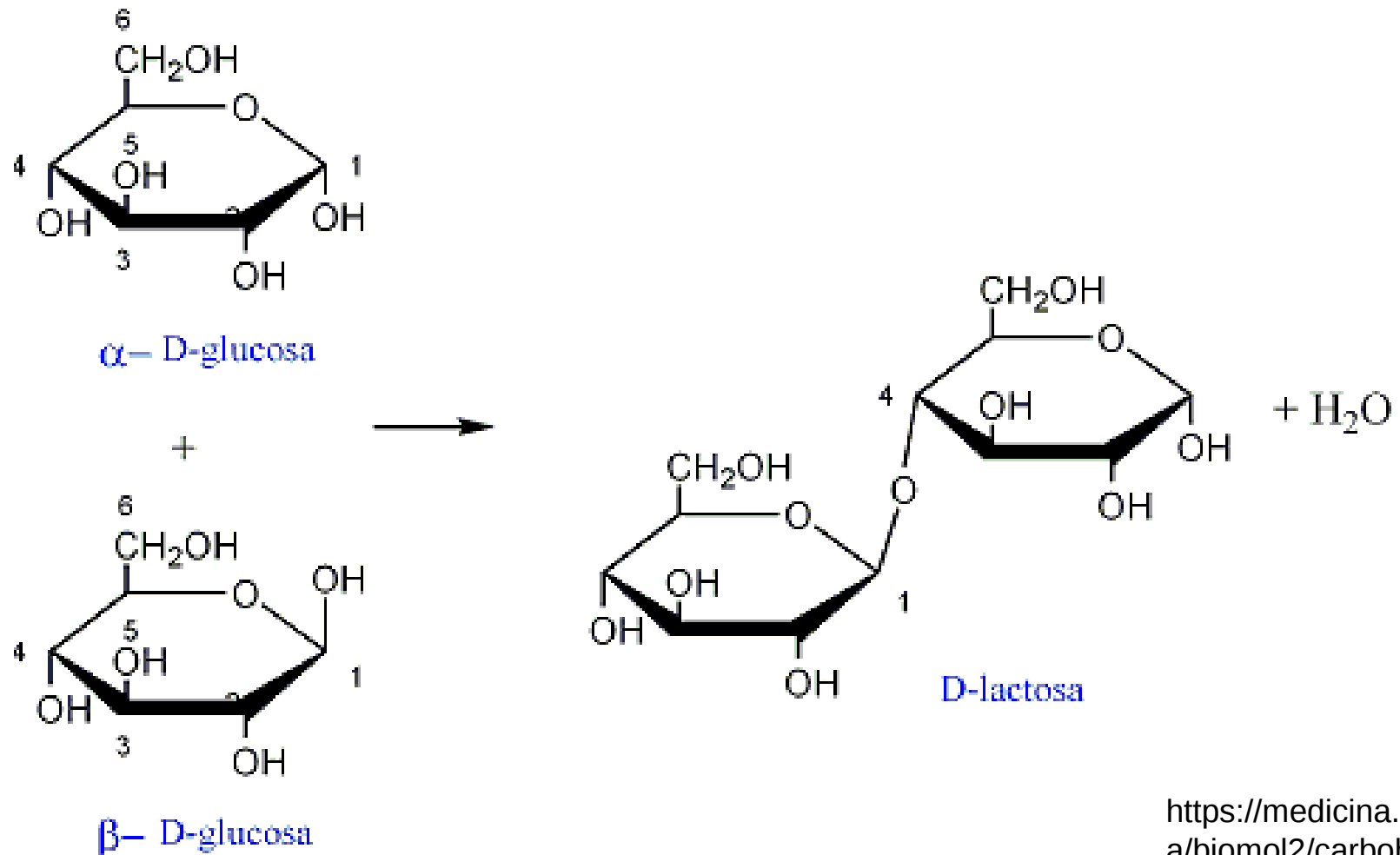
2. Lactosa



3. Sacarosa



Enlace o-glucosídico

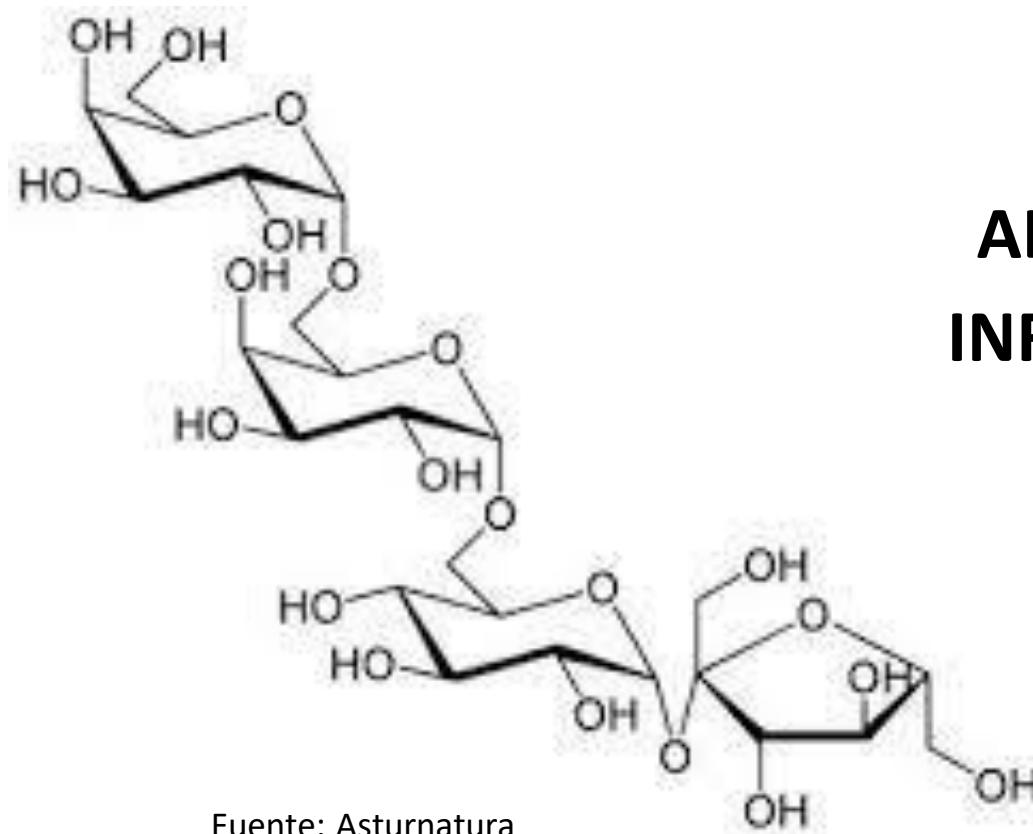


https://medicina.usac.edu.gt/quimica/biomol2/carbohidratos/Disac_ridos.htm



OLIGOSACÁRIDOS

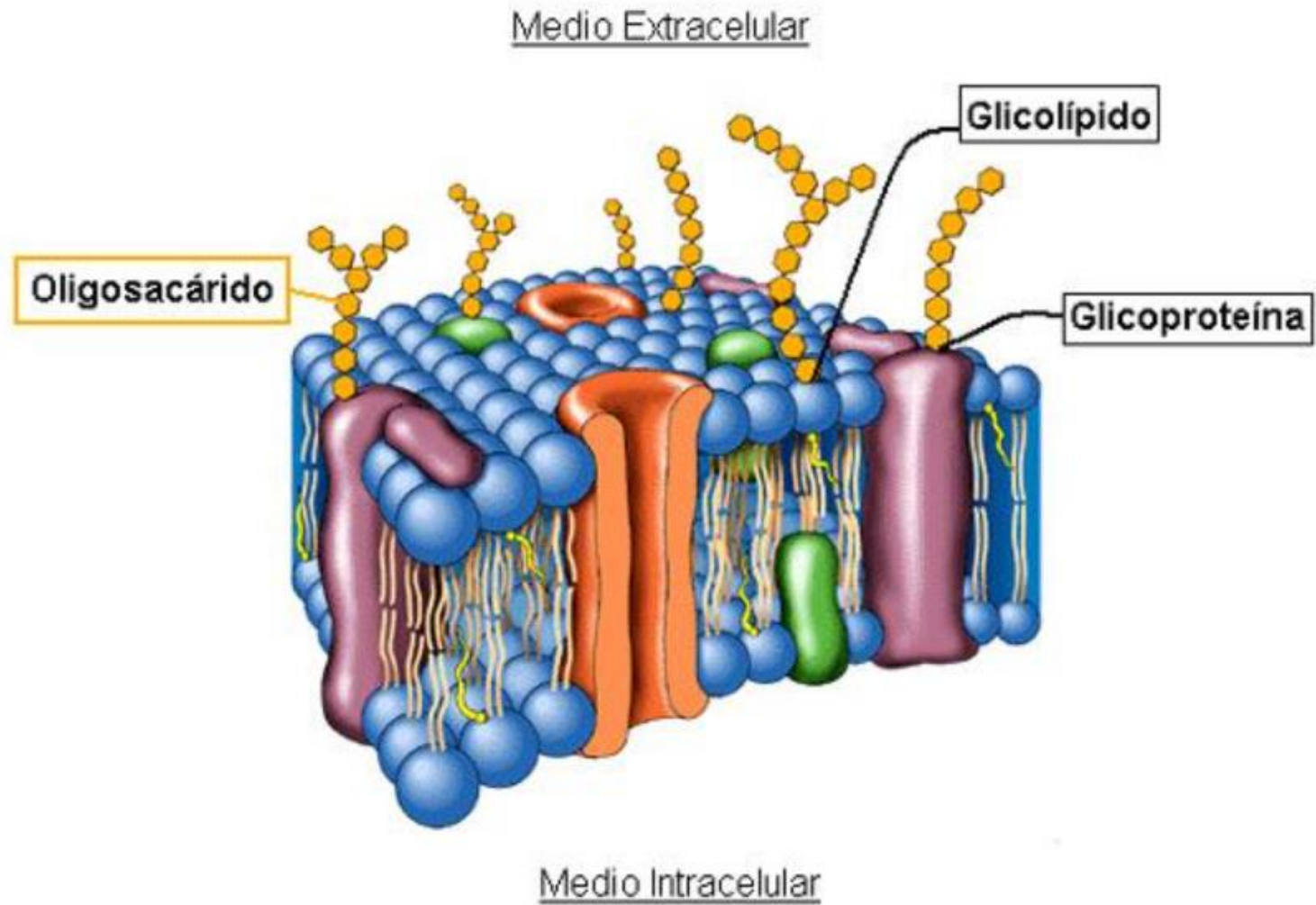
Unión covalente de 2 a 10 monosacáridos cíclicos
Pueden ser lineales o ramificados.



**ALMACENAN
INFORMACIÓN**

Fuente: Asturnatura

OLIGOSACÁRIDOS





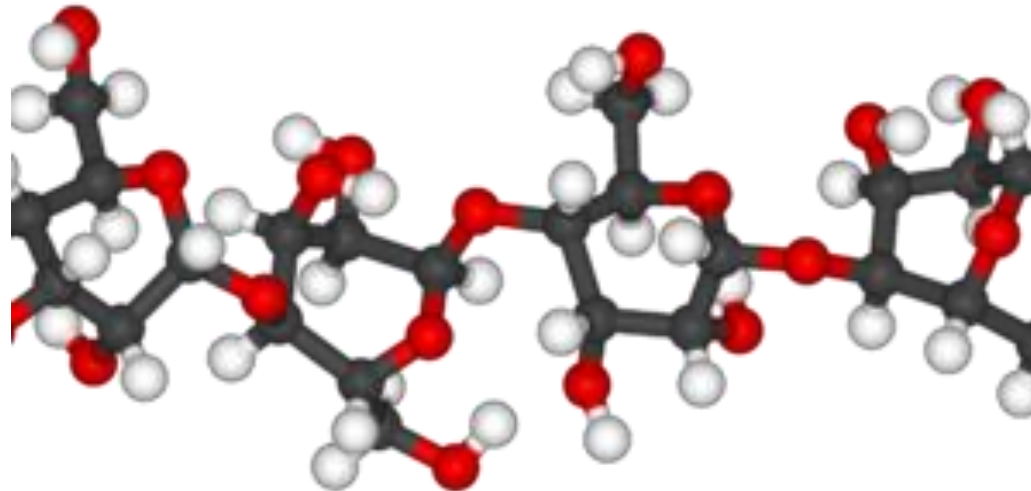
POLISACÁRIDOS

Son macromoléculas formadas por muchos monosacáridos.

Función estructural o de reserva energética.

Tipos:

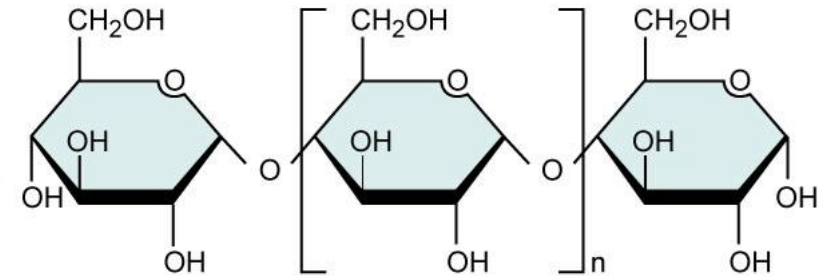
- Homopolisacáridos: almidón, glucógeno, quitina y celulosa.
- Heteropolisacárido: pectina, la goma arábica y el agar-agar.



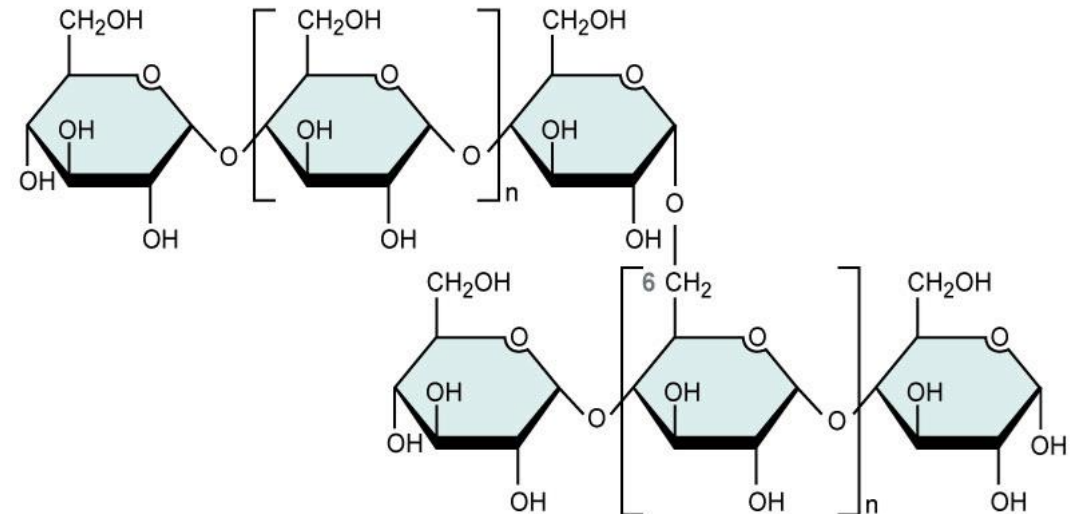
Almidón

Las plantas almacenan en forma de almidón y los animales en forma de glucógeno.

Amilosa



Amilopectina

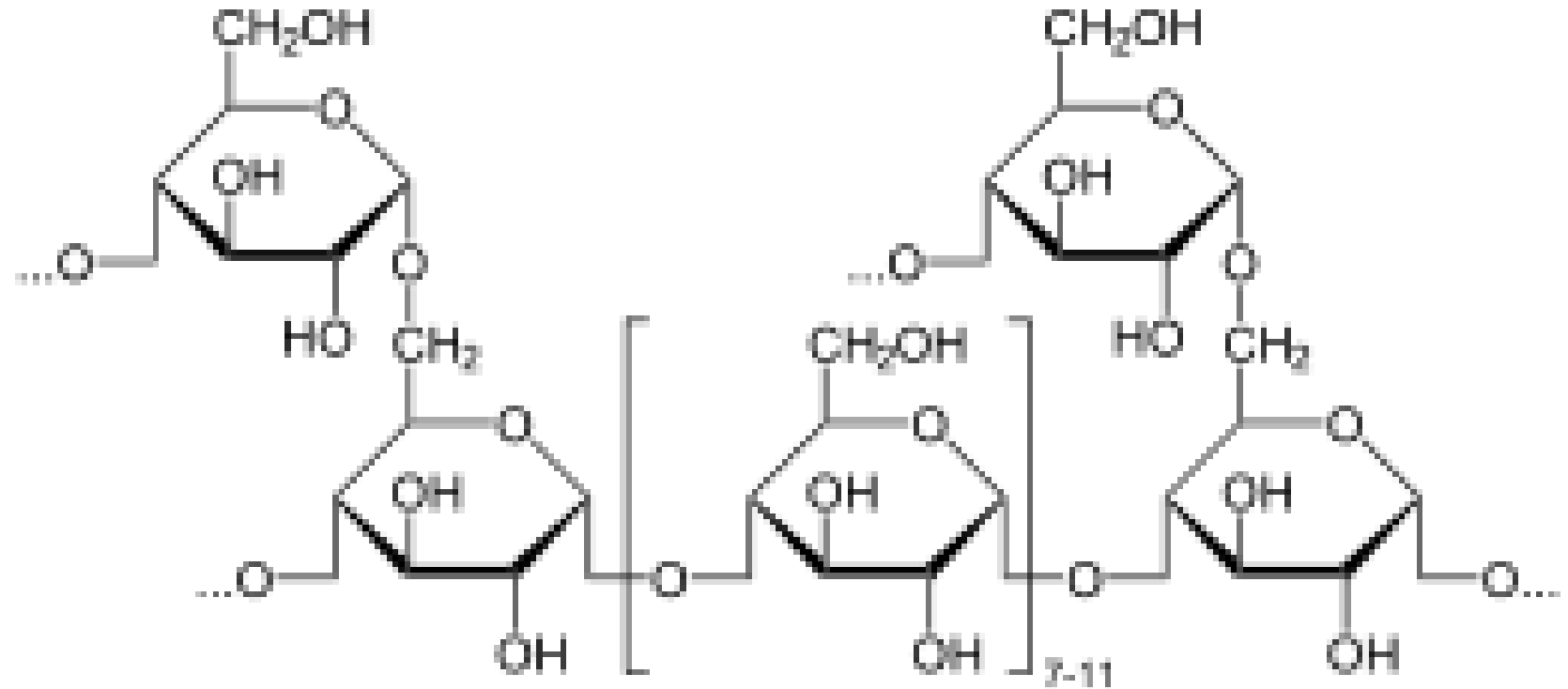




Glucógeno

Reserva energética en animales.

Se almacena en hígado y músculos.



Dextranos

Es la forma en que bacterias y levaduras almacenan glucosa.
Importante en la formación de la placa dental.

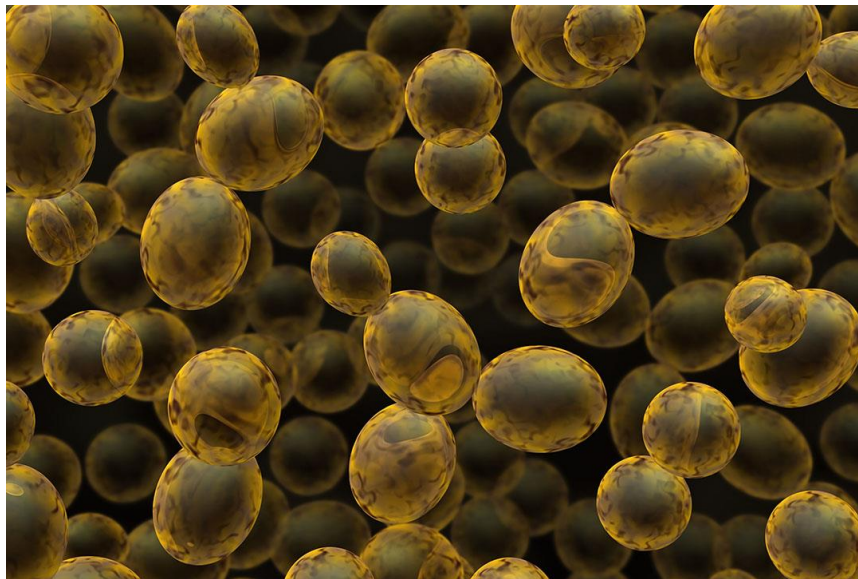
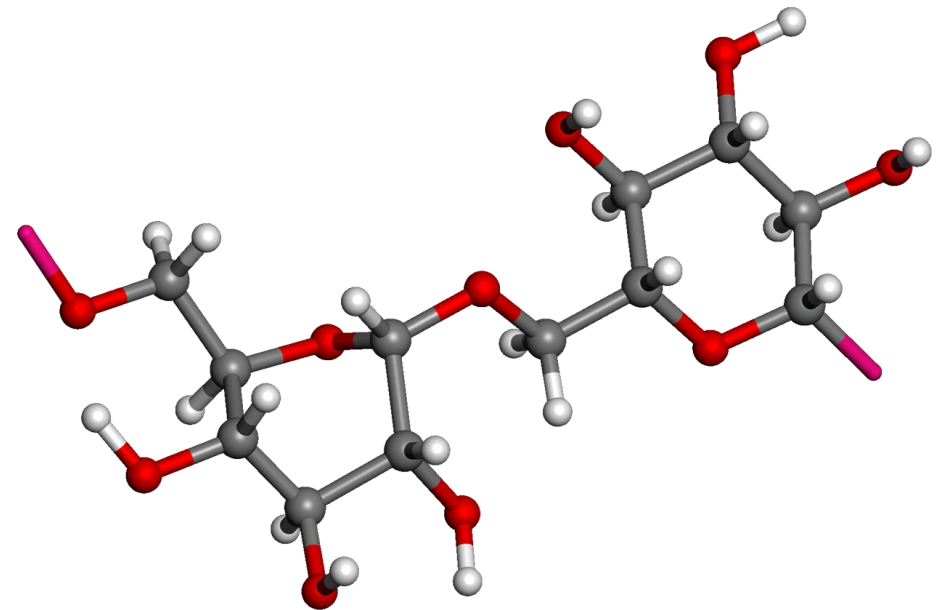


Foto: Dreamstime



Ball-and-stick model of dextran molecule. The structure is taken from KEGG. C00372

Celulosa



- agente de carga en alimentos dietéticos.
- espesante y emulsionante.

Derivados:

Celofán

Seda artificial

Metilcelulosa

Hidroxipropilmetilcelulosa

Carboximetilcelulosa (goma de celulosa)

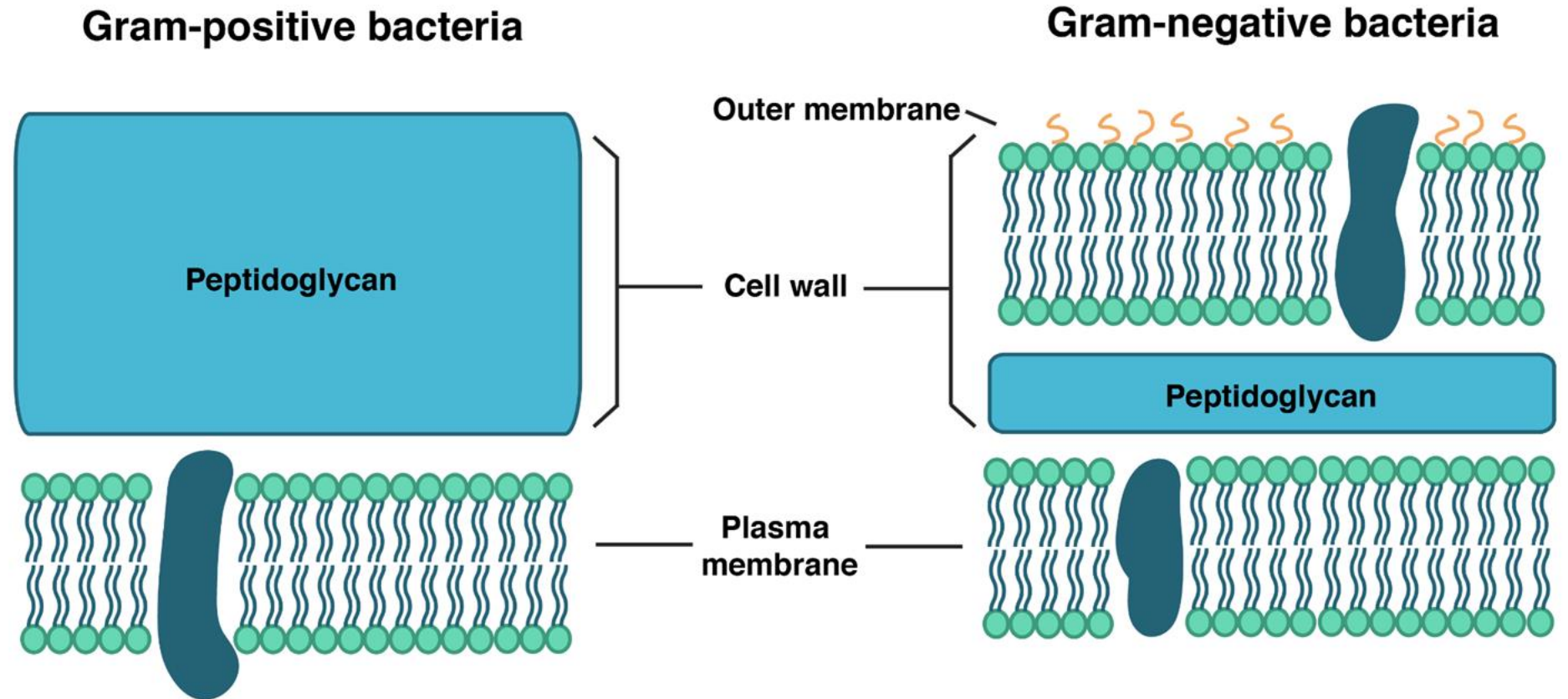


Quitina

Forma parte del exoesqueleto de artópodos e insectos otorgándoles dureza al caparazón.



Peptidoglucano

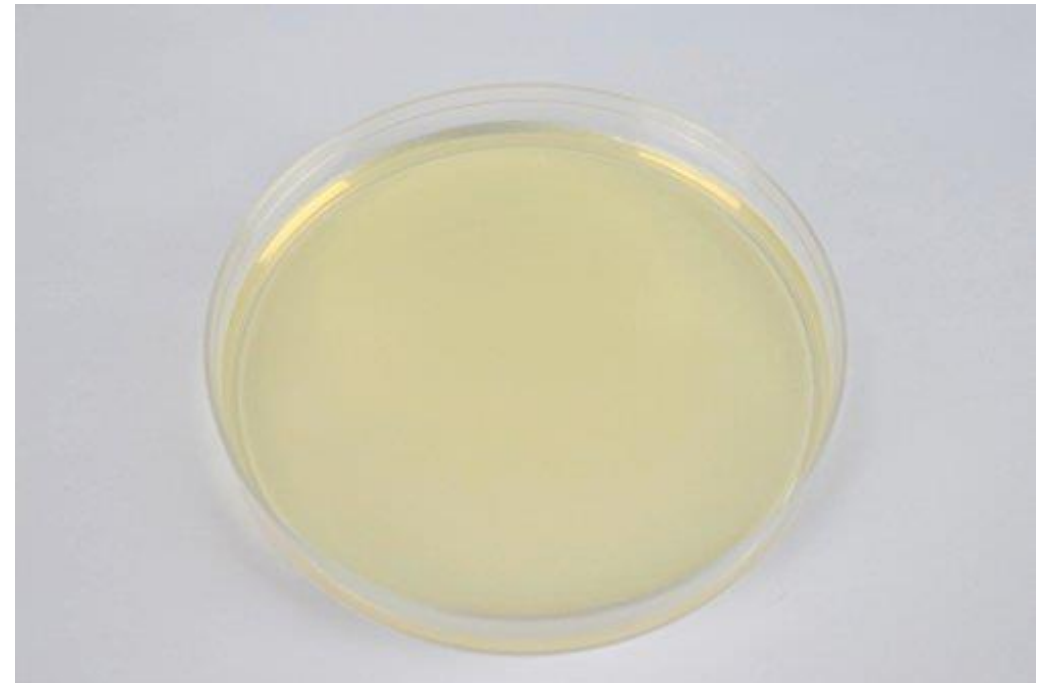




Pectina y Agar-Agar

Son heteropolisacáridos.

Forman un gel en presencia de agua que se usa en repostería y medicina.





Goma arábica

Se extrae de la resina de ciertas variedades de la Acacia.





Glucoconjugados

Fundamentos de Bioquímica

Marga Rodriguez Espejo



GLUCOCONJUGADOS

Con proteínas

Proteoglucanos

de ácido hialurónico.
de condroitín sulfato.
de queratán sulfato, etc.

Glucoproteínas

Unidos por enlaces –O a Serina y Treonina.
Unidos por enlaces –N a Asparragina.

Con lípidos

Glucolípidos (membrana plasmática).

Lipopolisacáridos (membrana bacteriana).



GLUCONJUGADOS CON PROTEÍNAS



1. GLUCOSAMINAGLUCANOS

Son heteropolisacáridos formados por unidades una Nacetilglucosamina o Nacetilgalactosamina y un ácido urónico.

Dan resistencia y consistencia gelatinosa a la matriz extracelular.



Tipos de GLUCOSAMINAGLUCANOS

- Ácido hialurónico
- Proteoglicanos:
 - condroitín sulfato,
 - dermatán sulfato,
 - queratán sulfato
 - heparán sulfato.

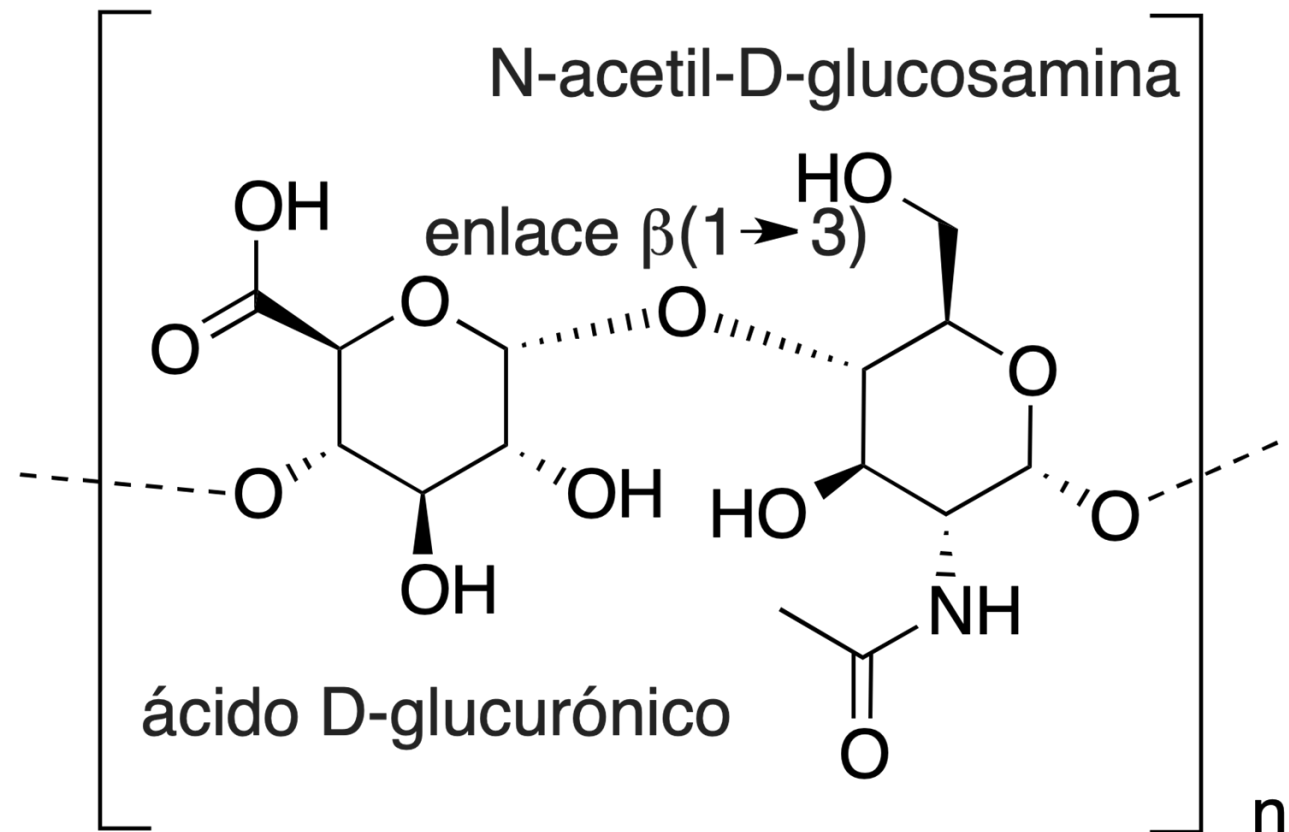


Ácido Hialurónico

Tiene gran peso molecular.

Muy abundante en la MEC.

Confiere elasticidad, resistencia y lubricación.



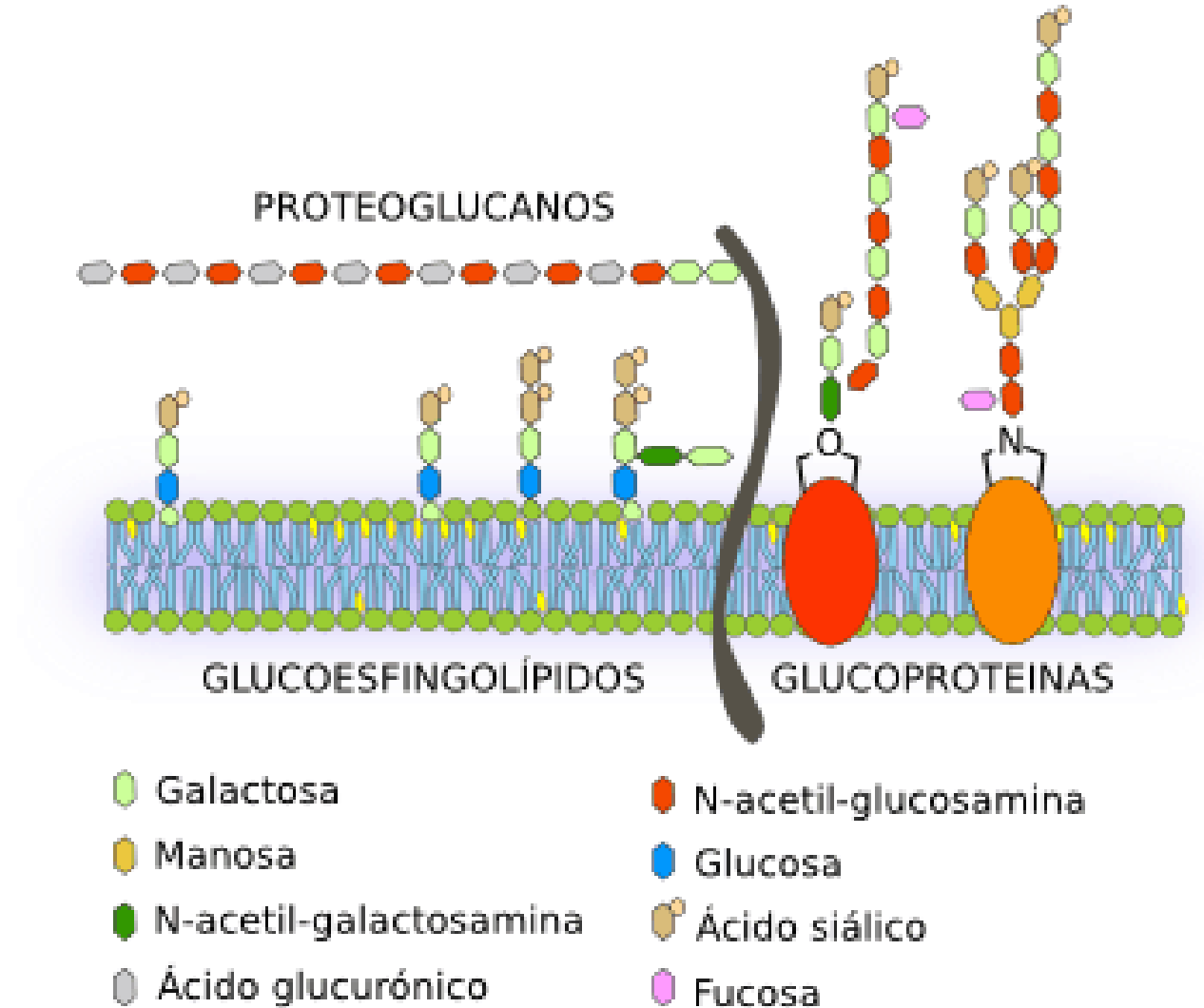


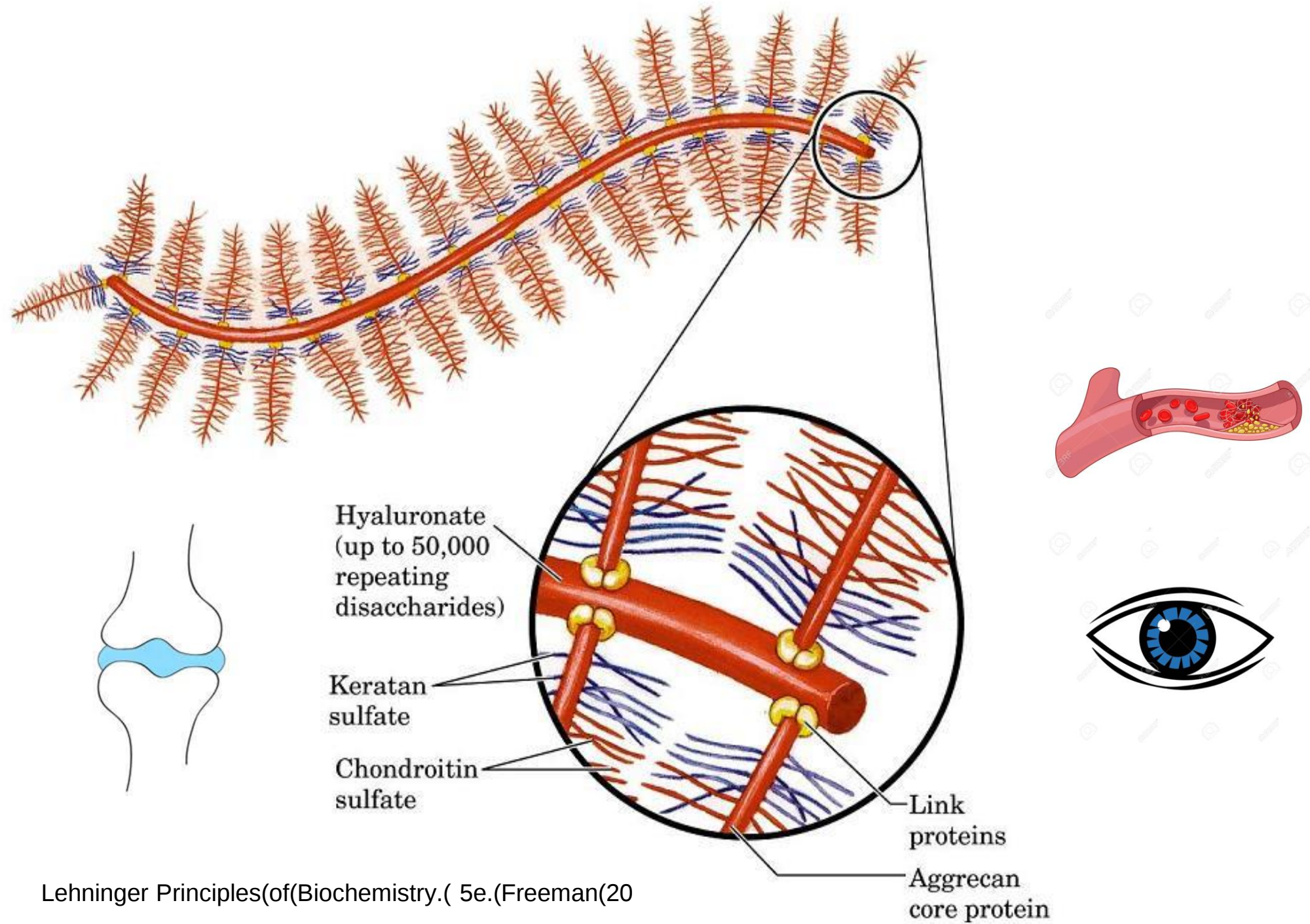
Ácido Hialurónico: usos



PROTEOGLICANOS

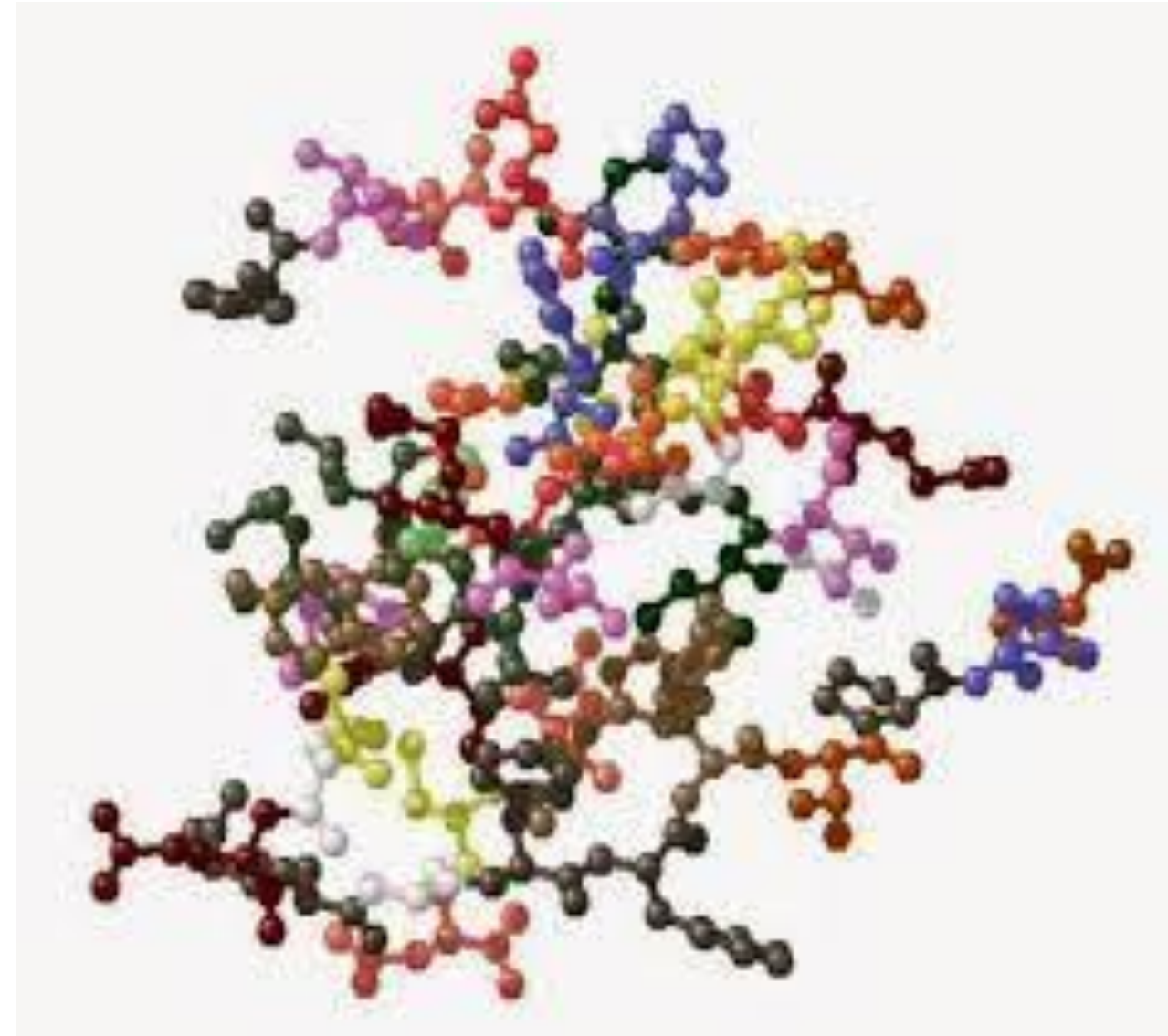
GLICOSAMINOGLICANOS + AA





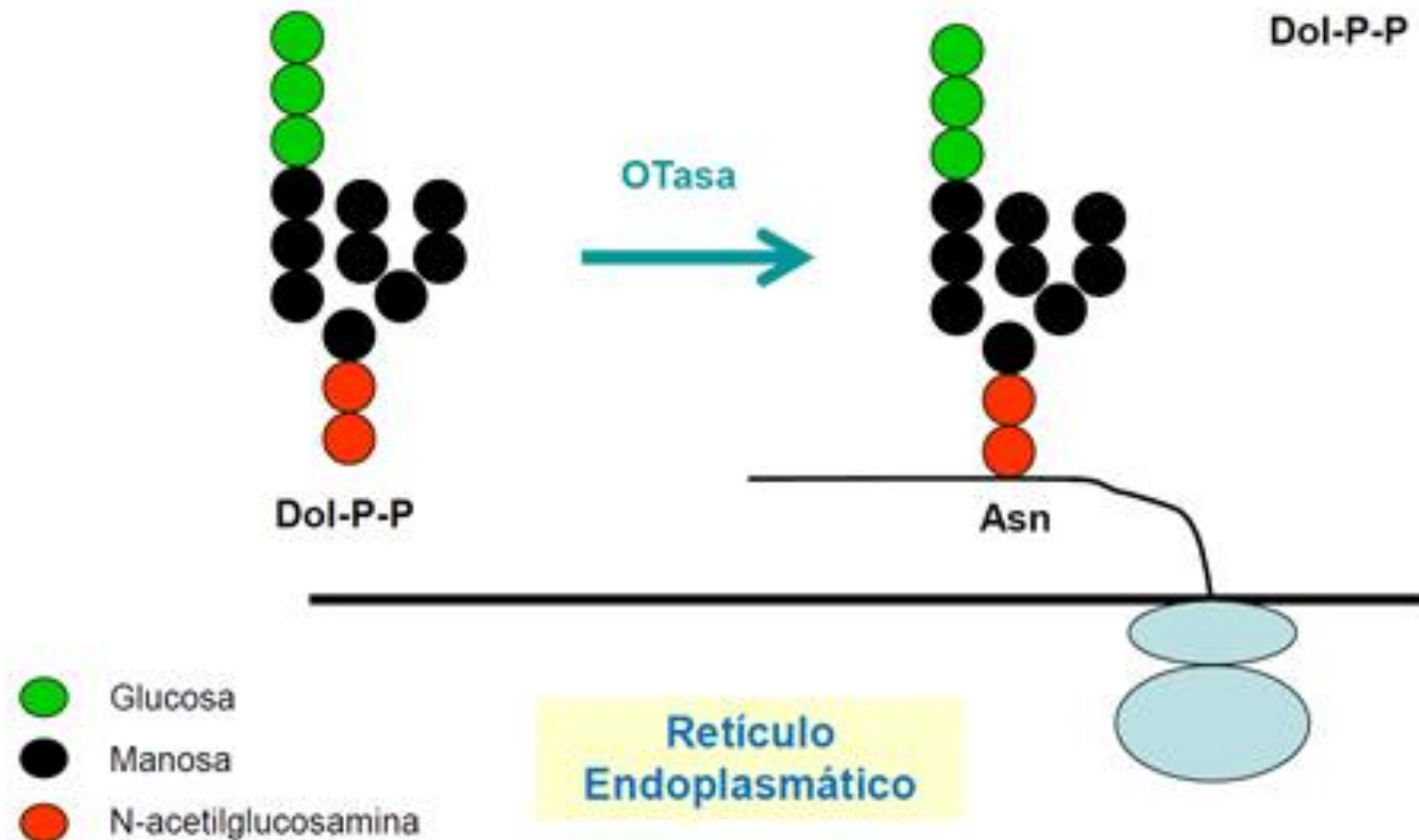


Los
glicosaminoglicanos y
proteoglicanos se
asocian formando
enormes complejos
poliméricos.



2. GLUCOPROTEÍNAS

Biosíntesis de glicoproteínas





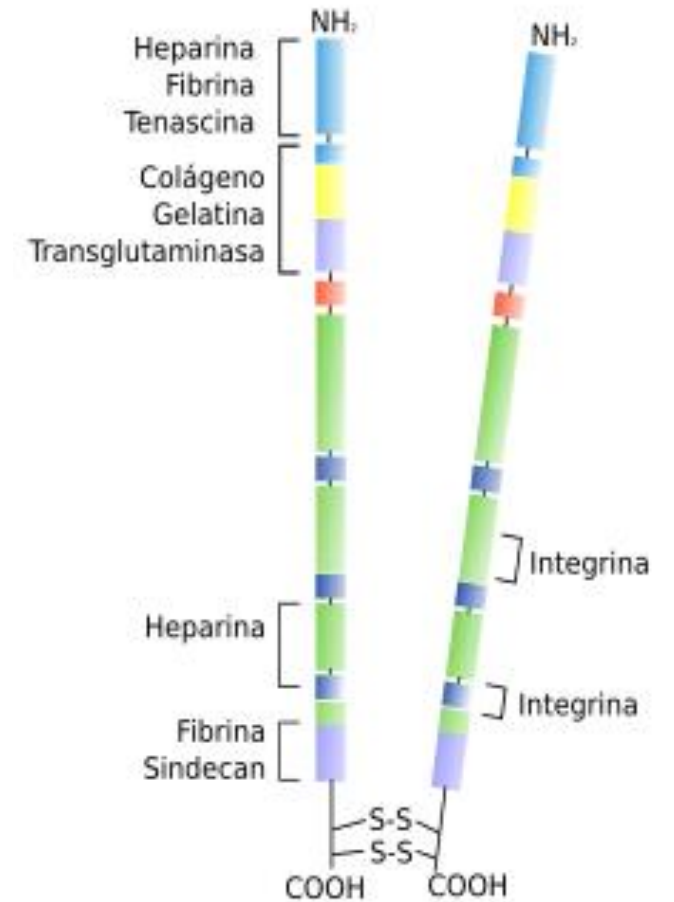
Glucoproteínas

Las Glicoproteínas contienen oligosacáridos ricos en información.

Forman la Matriz extracelular.

Entre estas glicoproteínas destacan:

- las fibronectinas
- las lamininas
- Glicoproteínas matricelulares
- Metaloproteinasas



Fibronectina



GLUCONJUGADOS CON LÍPIDOS

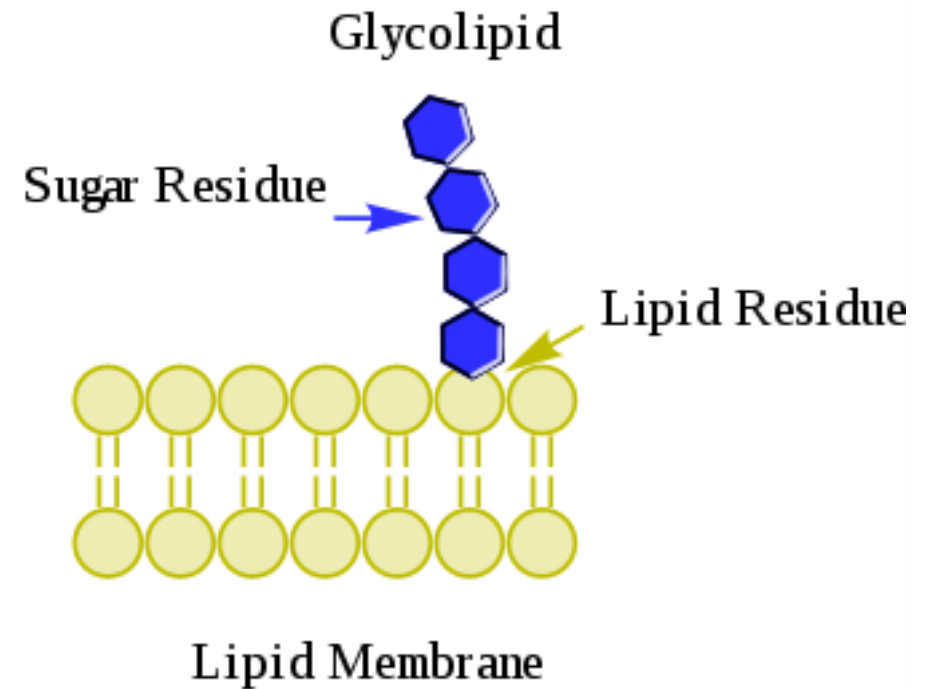


1.GLUCOLÍPIDOS

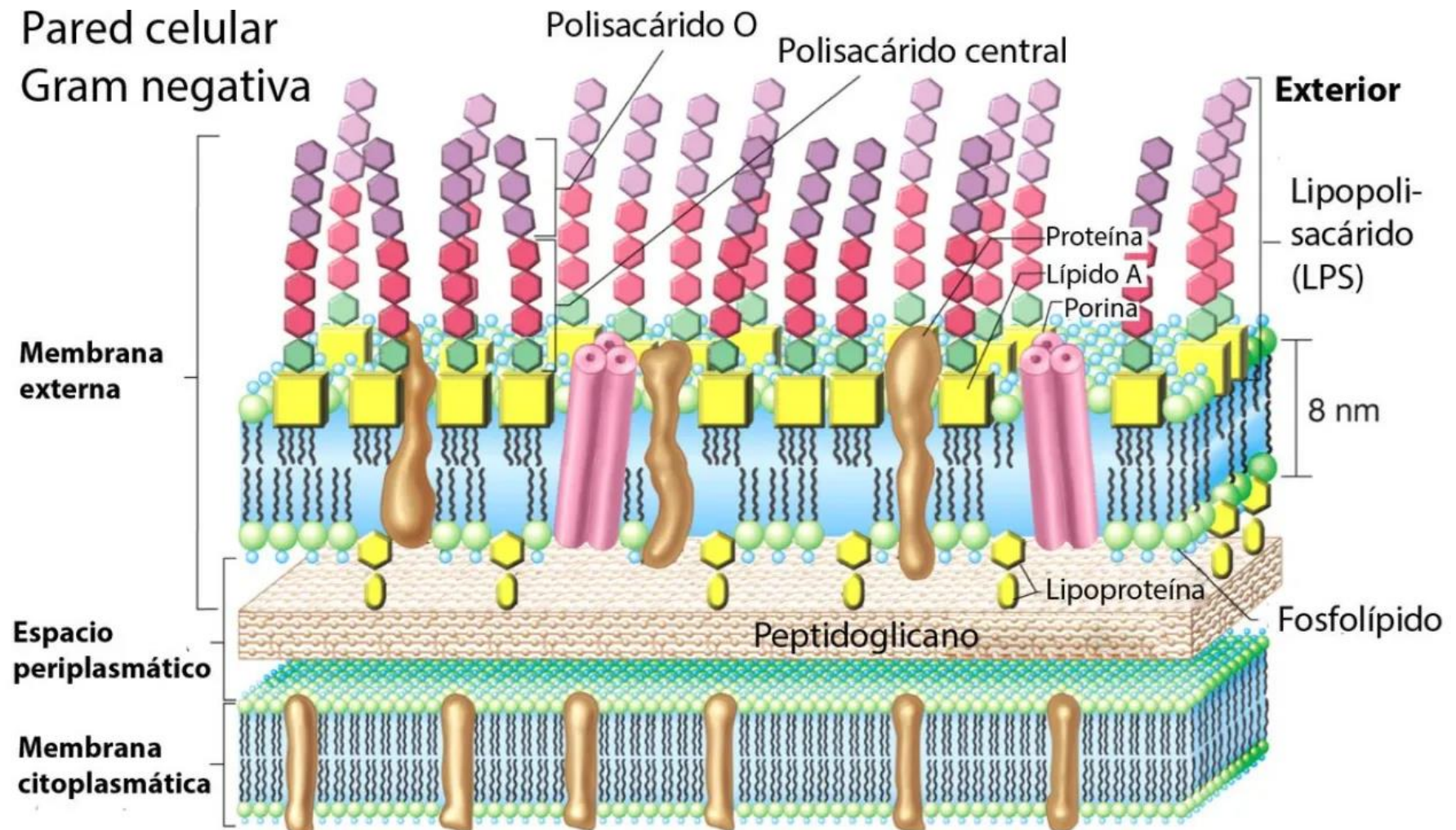
Forman parte de la membrana celular.

Compuestos por una **ceramida** (esfingosina + ácido graso) y un **glúcido** de cadena corta.

- Glicoesfingolípidos,
- Gliceroglicolípidos
- Glicosilfosfatidilinositoles



2.LIPOPOLISACÁRIDOS



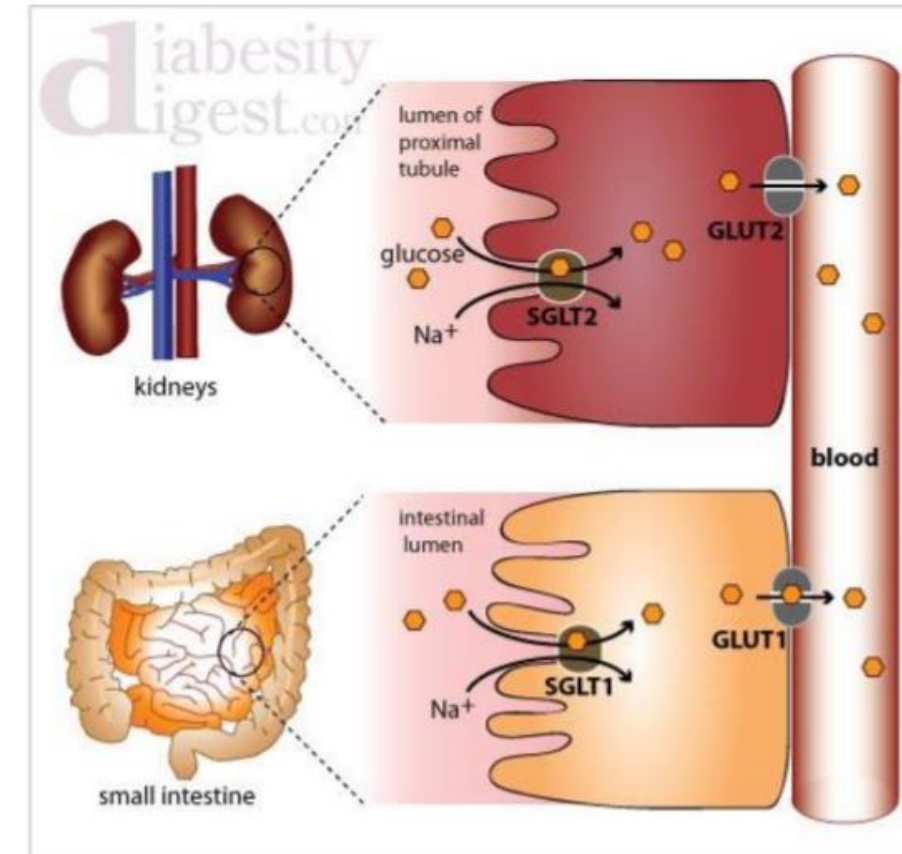
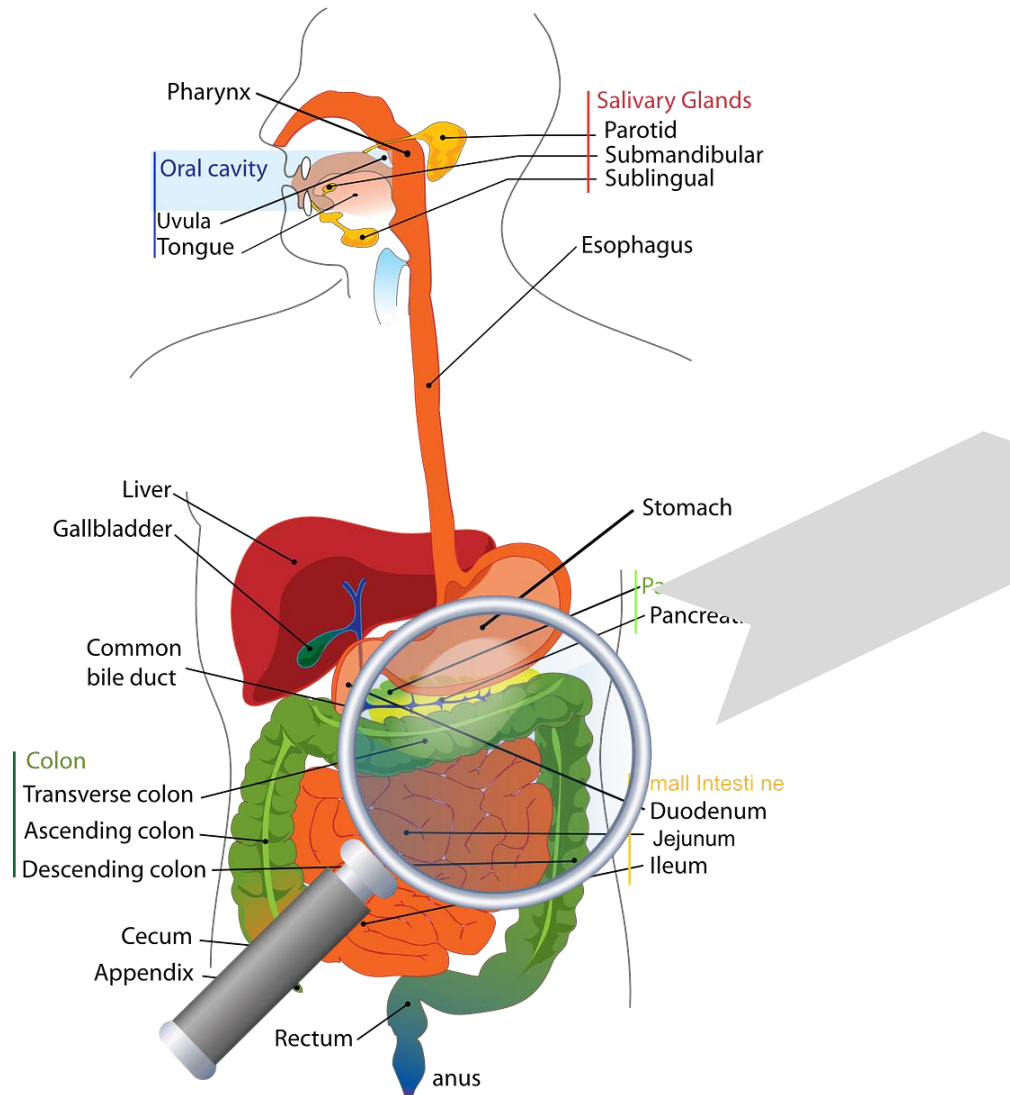


Metabolismo de la glucosa

Fundamentos de bioquímica

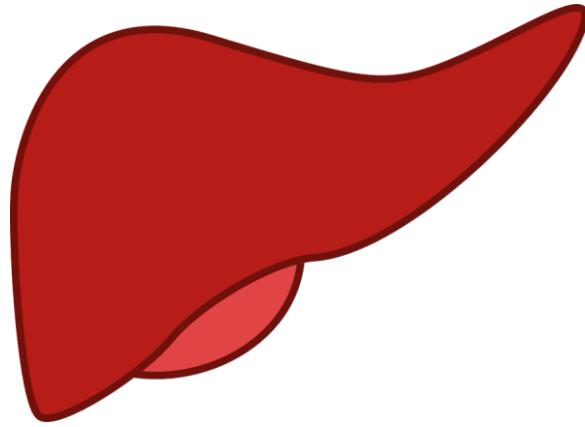
Marga Rodríguez Espejo

Digestión y absorción de glúcidos

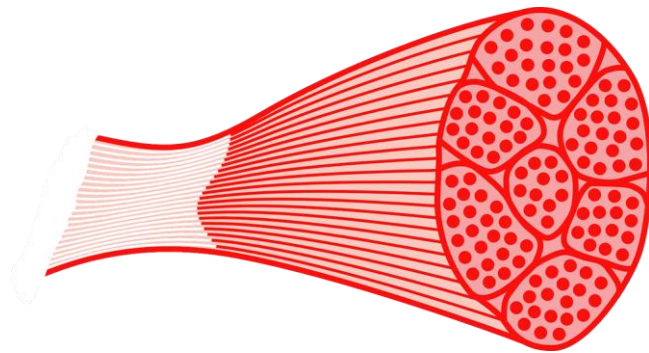


DÍAZ HERNÁNDEZ D.P., BURGOS HERRERA L.C. 2002. ¿Cómo se transporta la glucosa a través de la membrana celular?. IATREIA / VOL 15/No.3 /179-189

Almacén de glúcidos



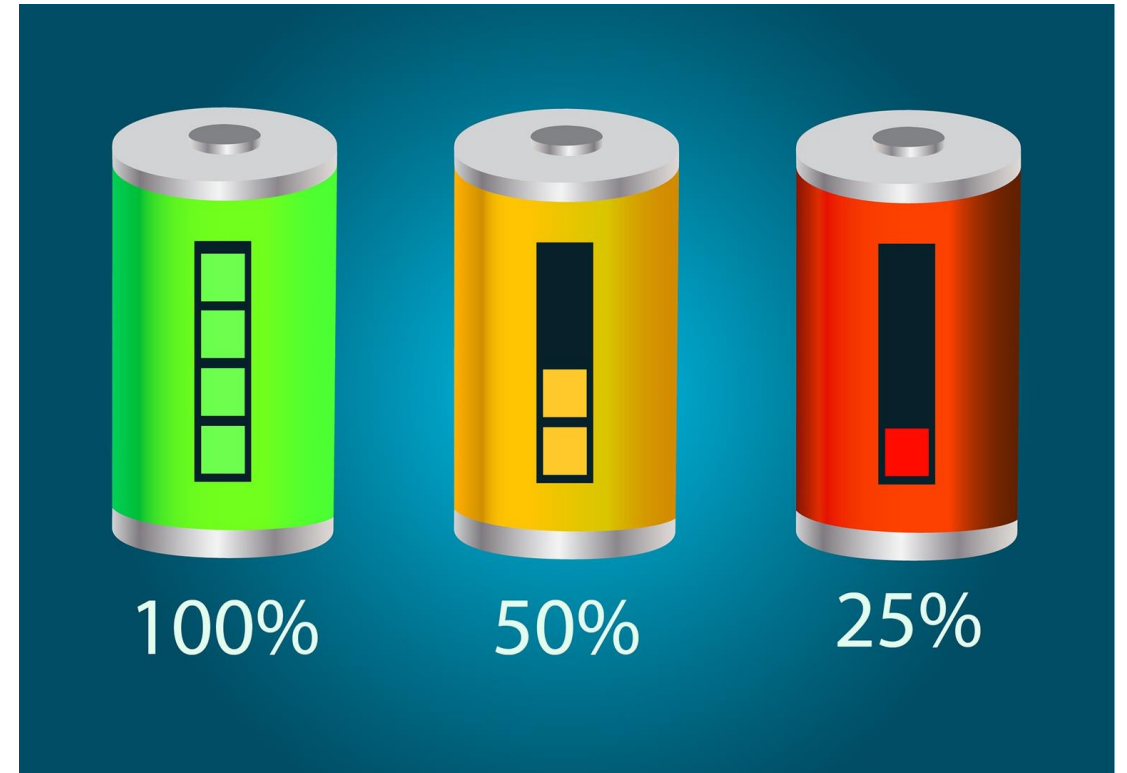
GLUCÓGENO





Requerimientos de glucosa

- CEREBRO
- RIÑÓN
- ERITROCITOS





METABOLISMO DE LA GLUCOSA

**OXIDACIÓN
DEL
PIRUVATO**

**VÍA DE LAS
PENTOSAS
FOSFATO**

**RESPIRACIÓN
CELULAR**

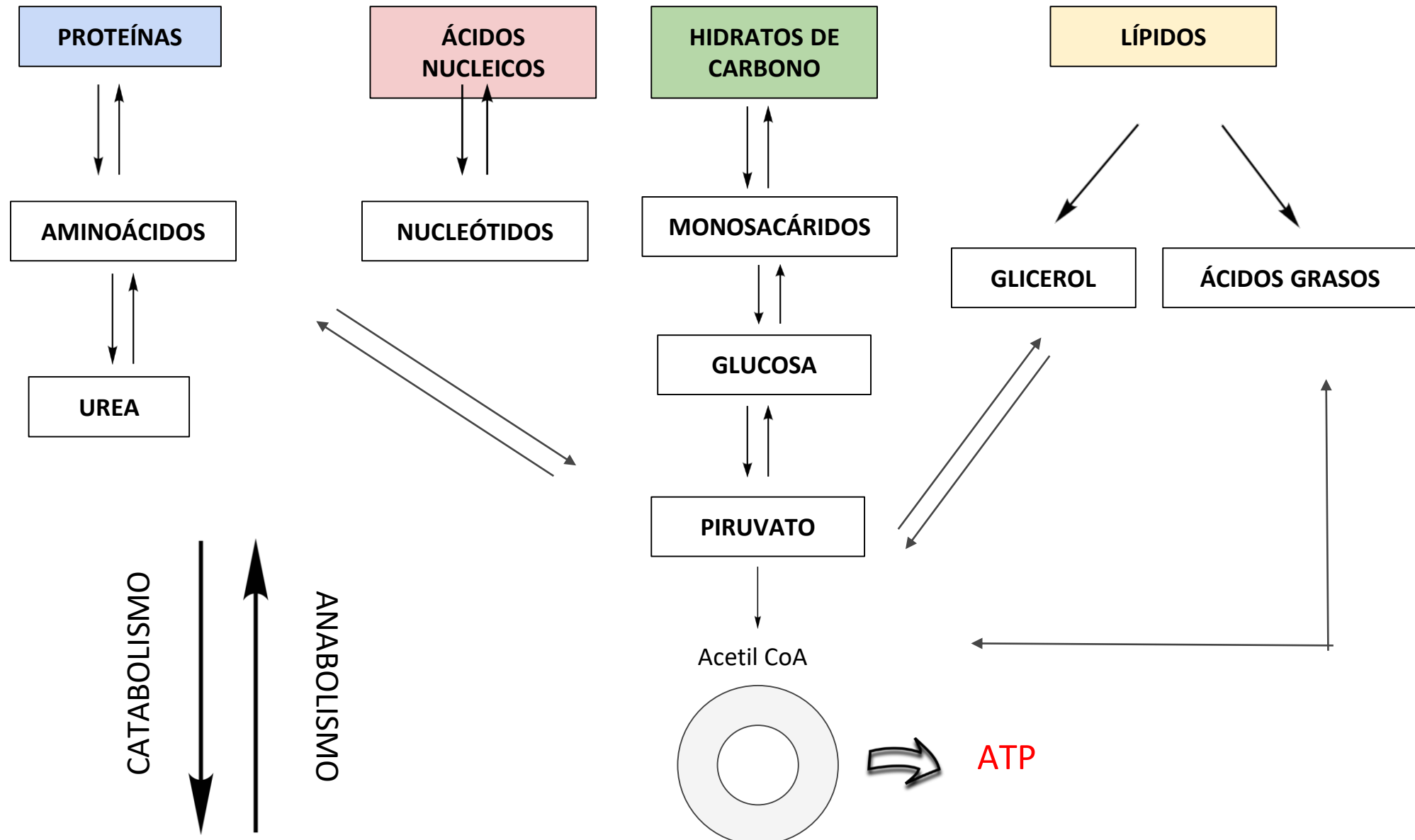
**GLUCÓLISIS
GLUCONEO
GÉNESIS**

**FORMACIÓN
DE
LACTATO**

**CADENA DE
TRANSPORTE
DE
ELECTRONES**



Esquema general del metabolismo





Glucólisis

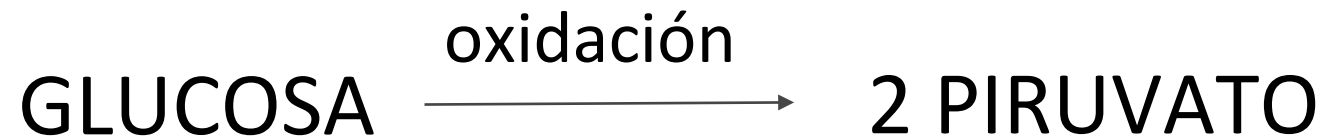
Fundamentos de bioquímica

Marga Rodríguez Espejo



Glucólisis

Es la principal vía metabólica para la obtención de energía de los seres vivos a partir de la glucosa.



aerobia (O₂)

anaerobia

Ciclo de
Krebs

Fermentación
láctica



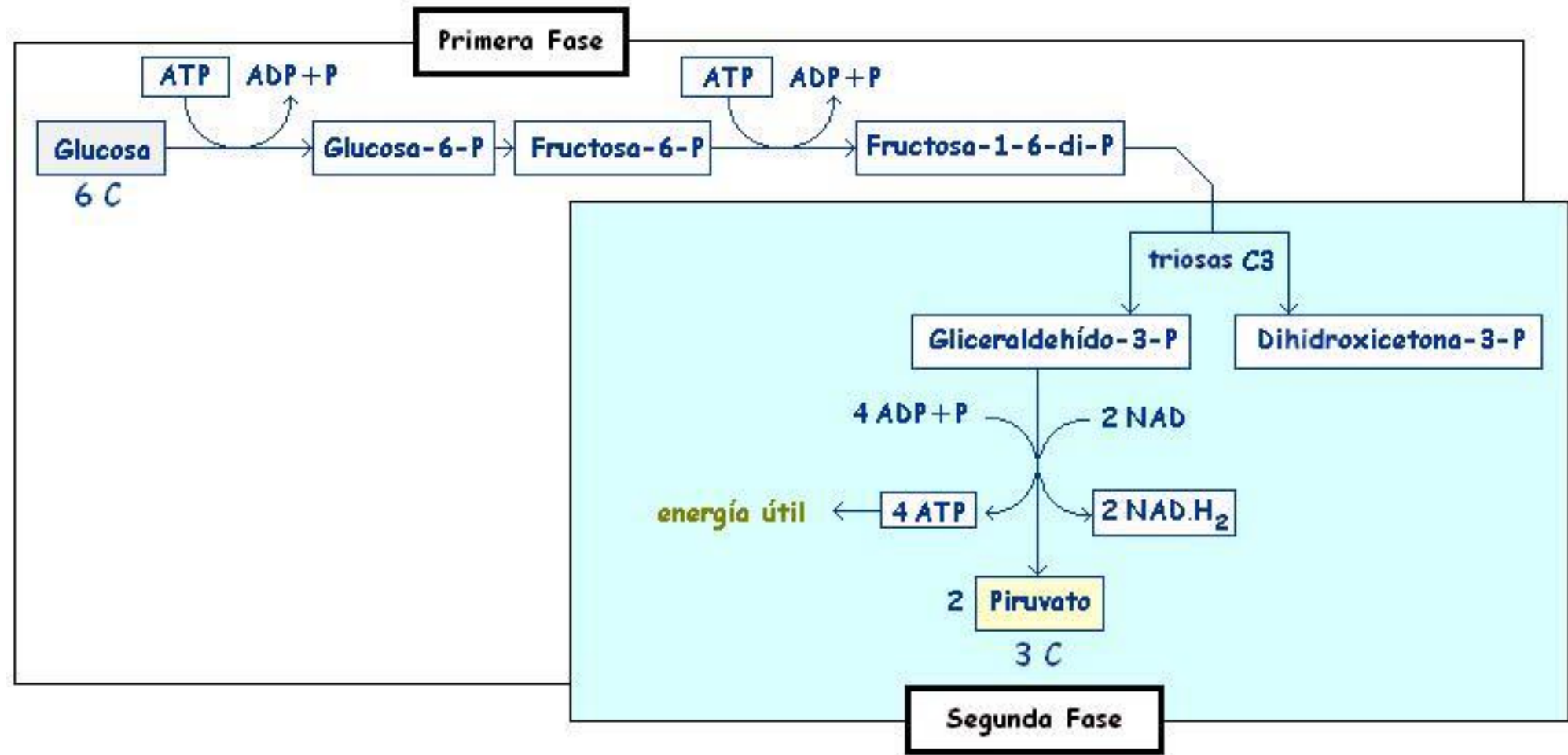
Rendimiento energético

Es una ruta de bajo rendimiento energético:

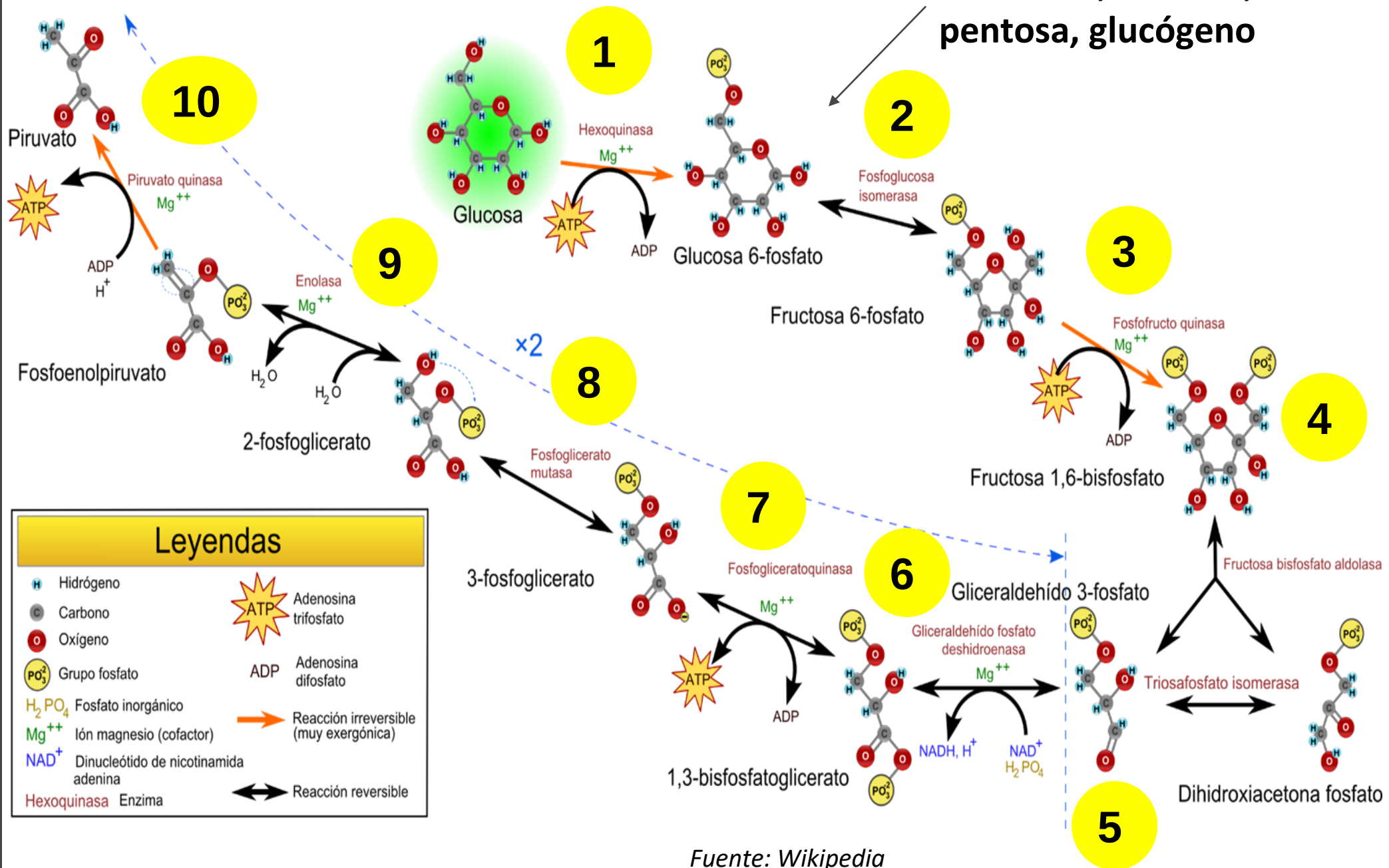
1 mol de glucosa = 2 ATP por cada molécula de G3P

Se acopla a otras rutas metabólicas para optimizar la energía.

ETAPAS DE LA GLUCÓLISIS



J. Monza, P. Díaz y S. Signorelli.



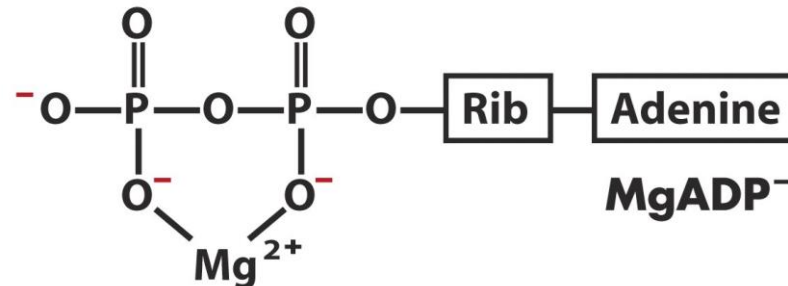
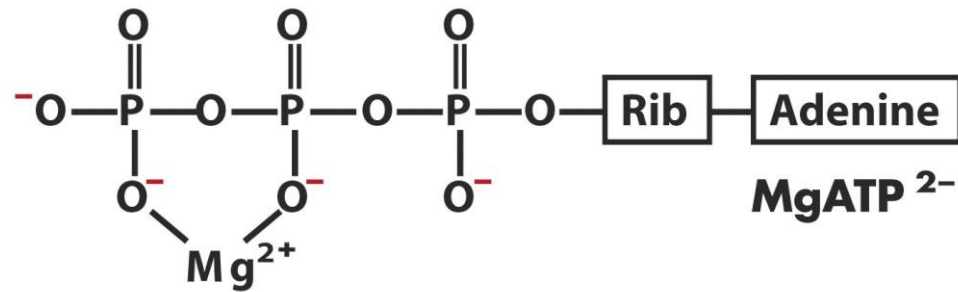
Fuente: Wikipedia



Magnesio: ion Mg^{2+}

Es un **mineral** esencial para la vida.

El **ATP** debe estar enlazado a magnesio para estar **activo biológicamente**.





GLUCOSA $\xrightarrow{\text{oxidación}}$ 2 PIRUVATO

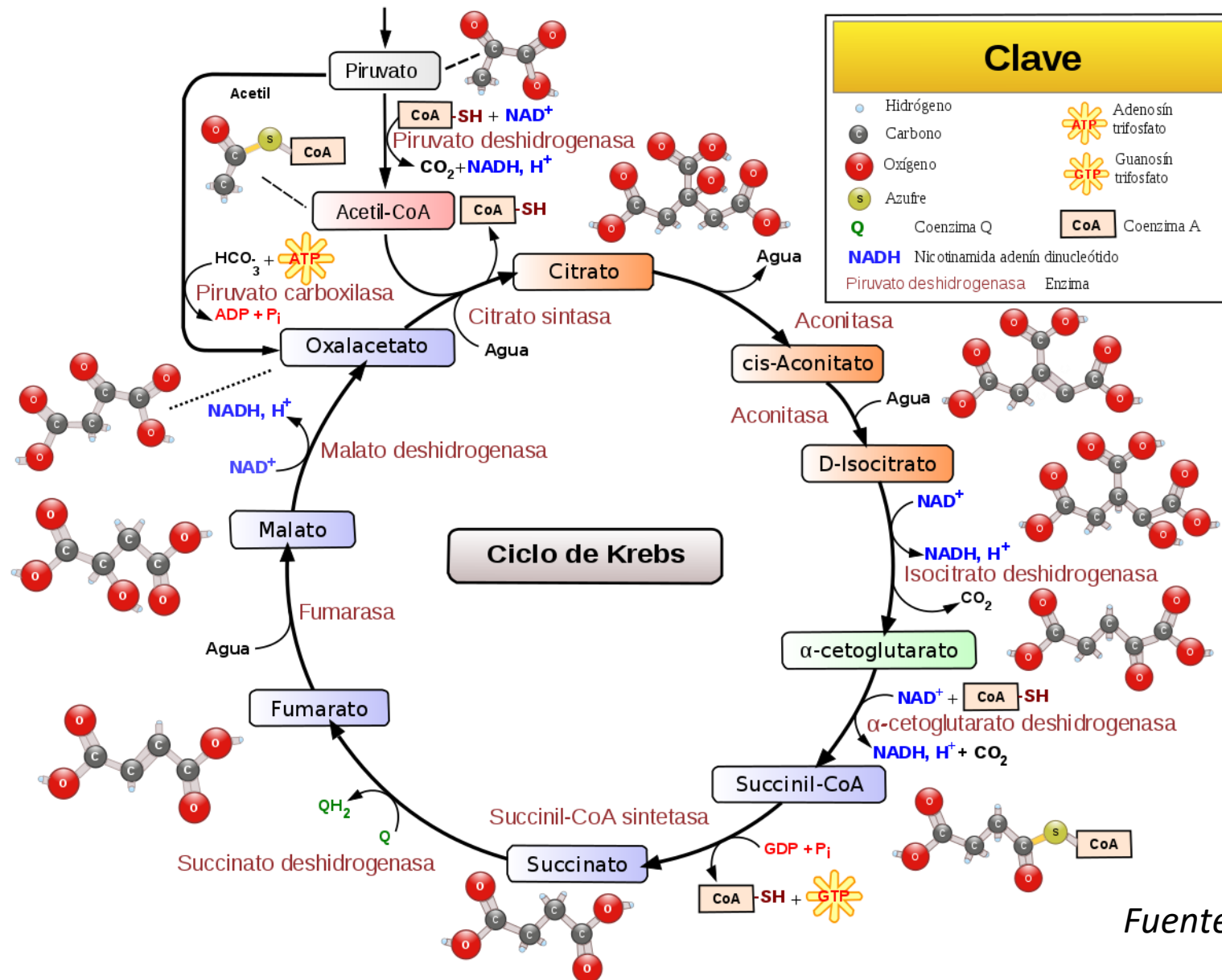
aerobia (O₂)

anaerobia

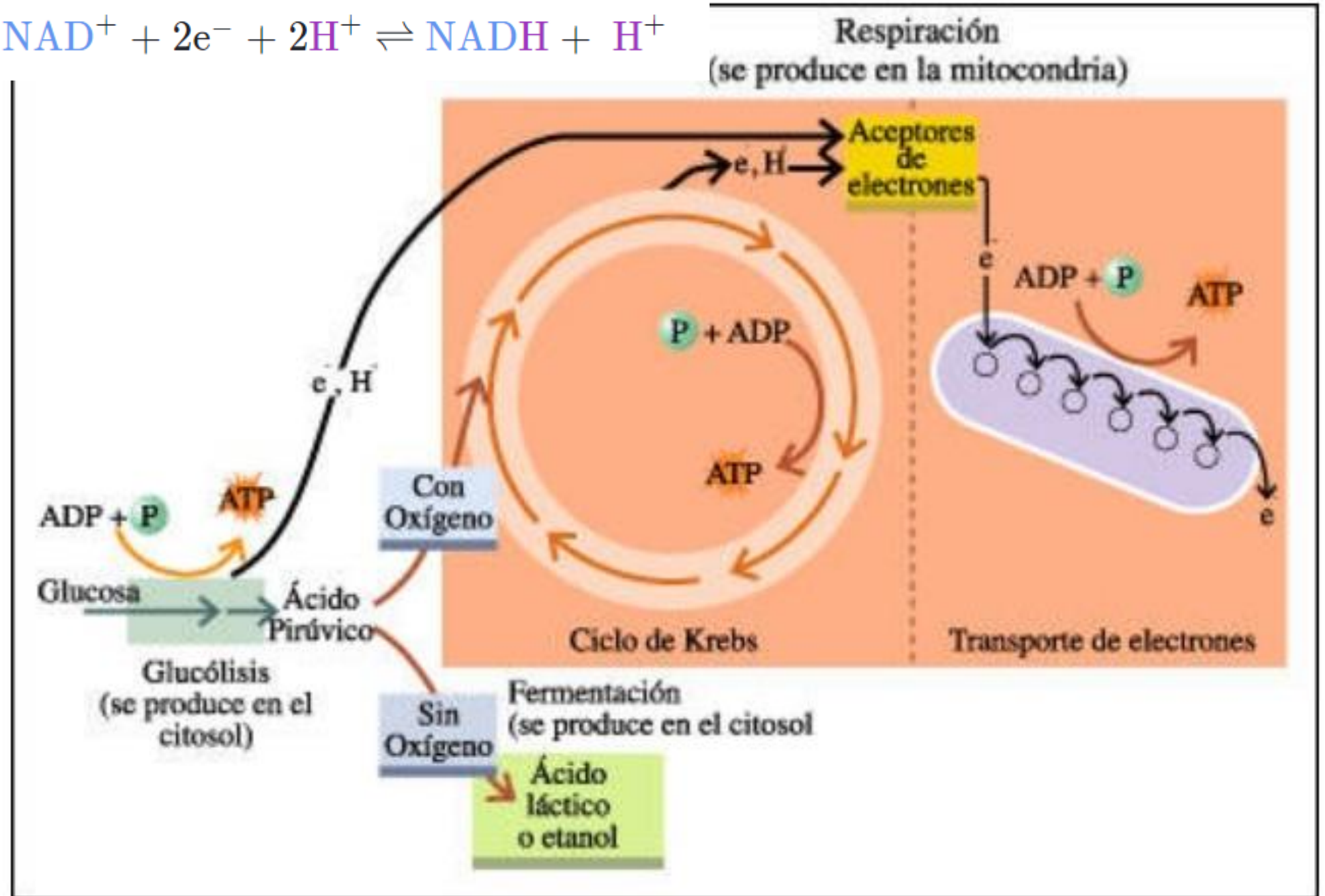
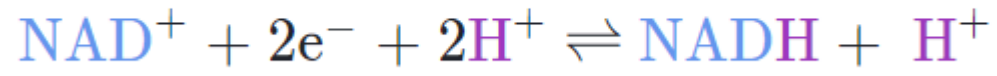
Ciclo de
Krebs

Fermentación
láctica

La glucólisis y la respiración celular



Fuente: Wikipedia





GLUCOSA $\xrightarrow{\text{oxidación}}$ 2 PIRUVATO

aerobia (O₂)

anaerobia

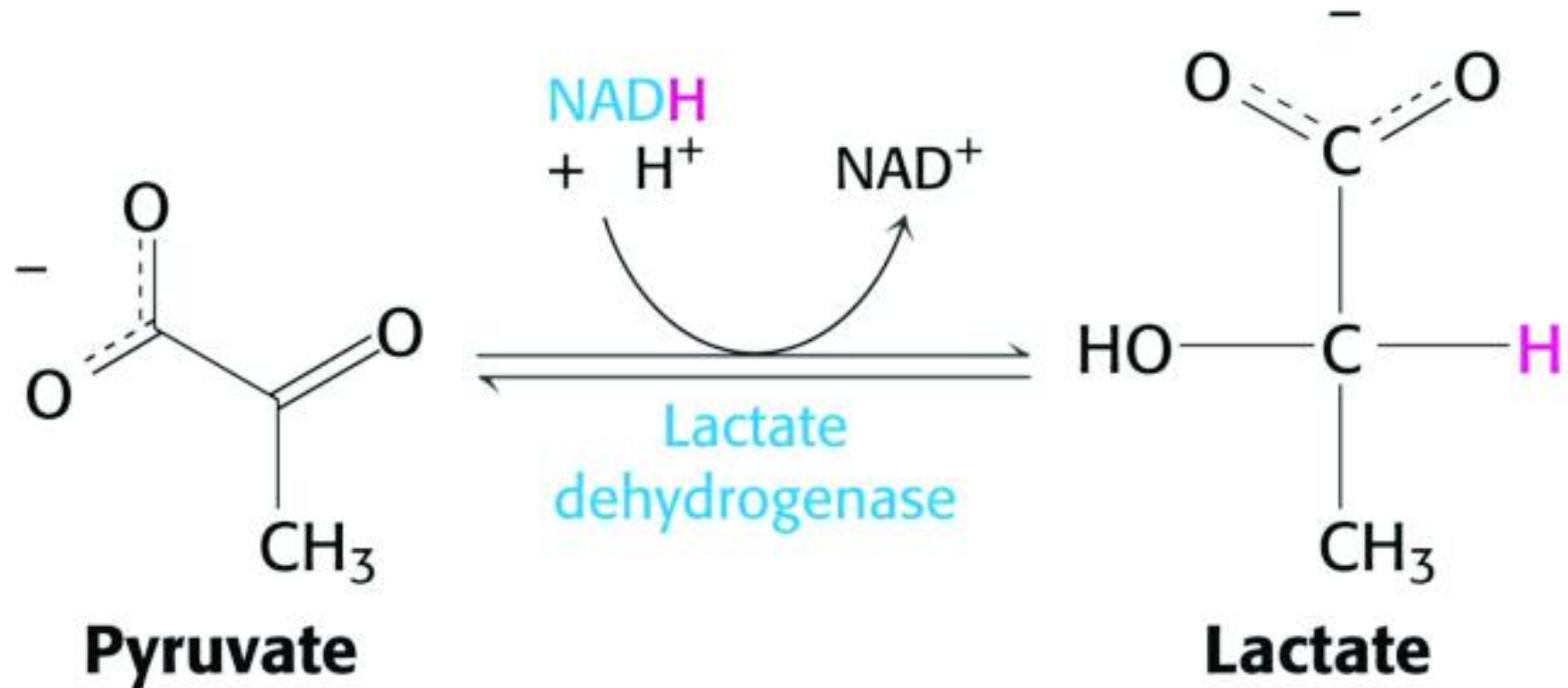
Ciclo de
Krebs

Fermentación
láctica

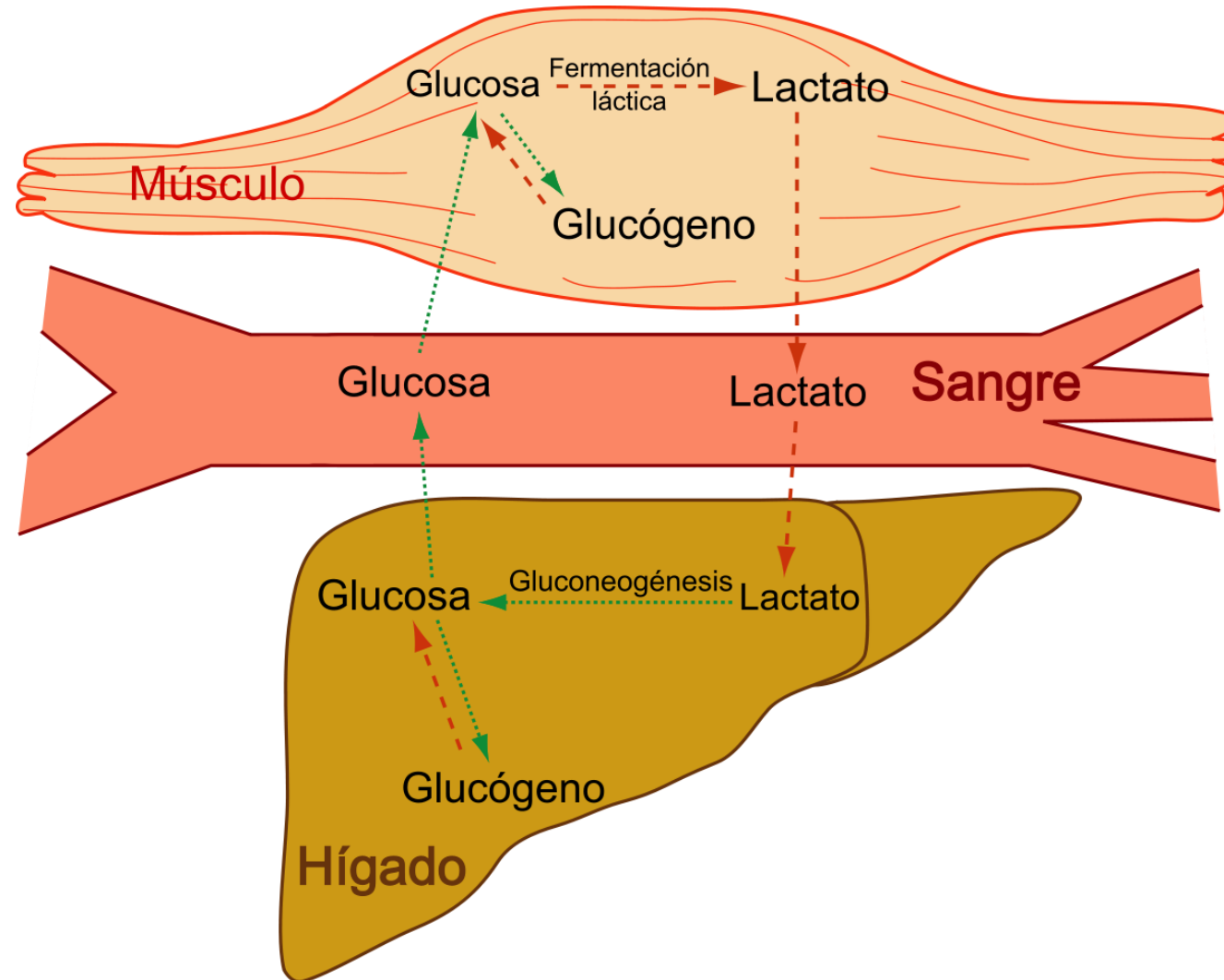


Fermentación láctica

SE OBTIENE ENERGÍA RÁPIDA PERO POCA CANTIDAD (2 ATP)



Ciclo de Cori





La oxidación del piruvato

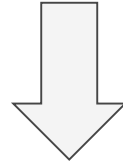
Fundamentos de bioquímica

Marga Rodríguez Espejo

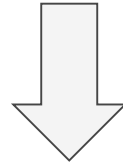


La oxidación del piruvato

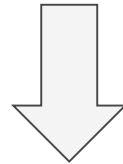
GLUCOSA



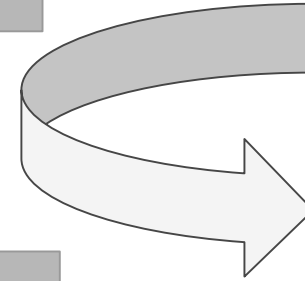
PIRUVATO



ACETIL-COA

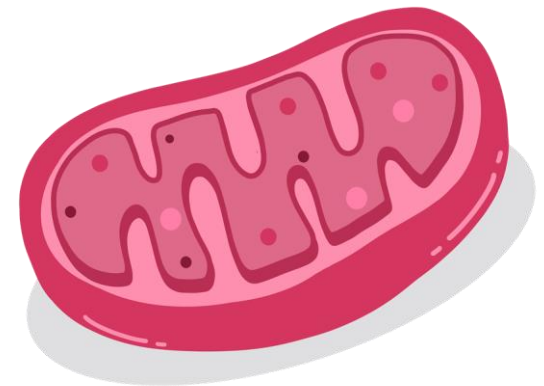


CICLO DE KREBS

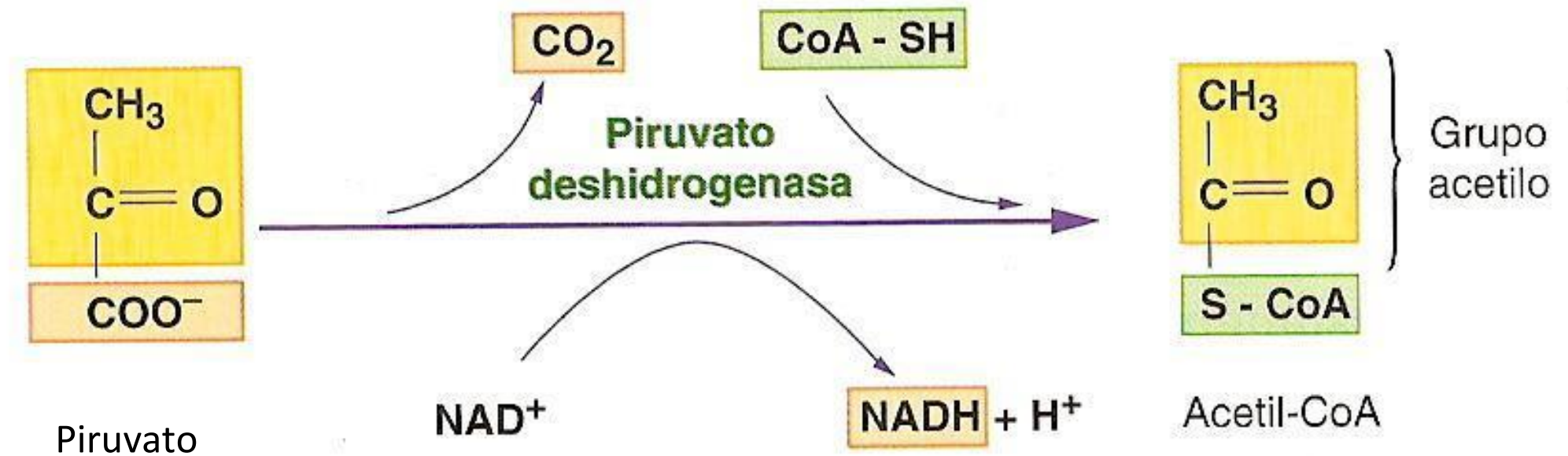


NAD +

NADH

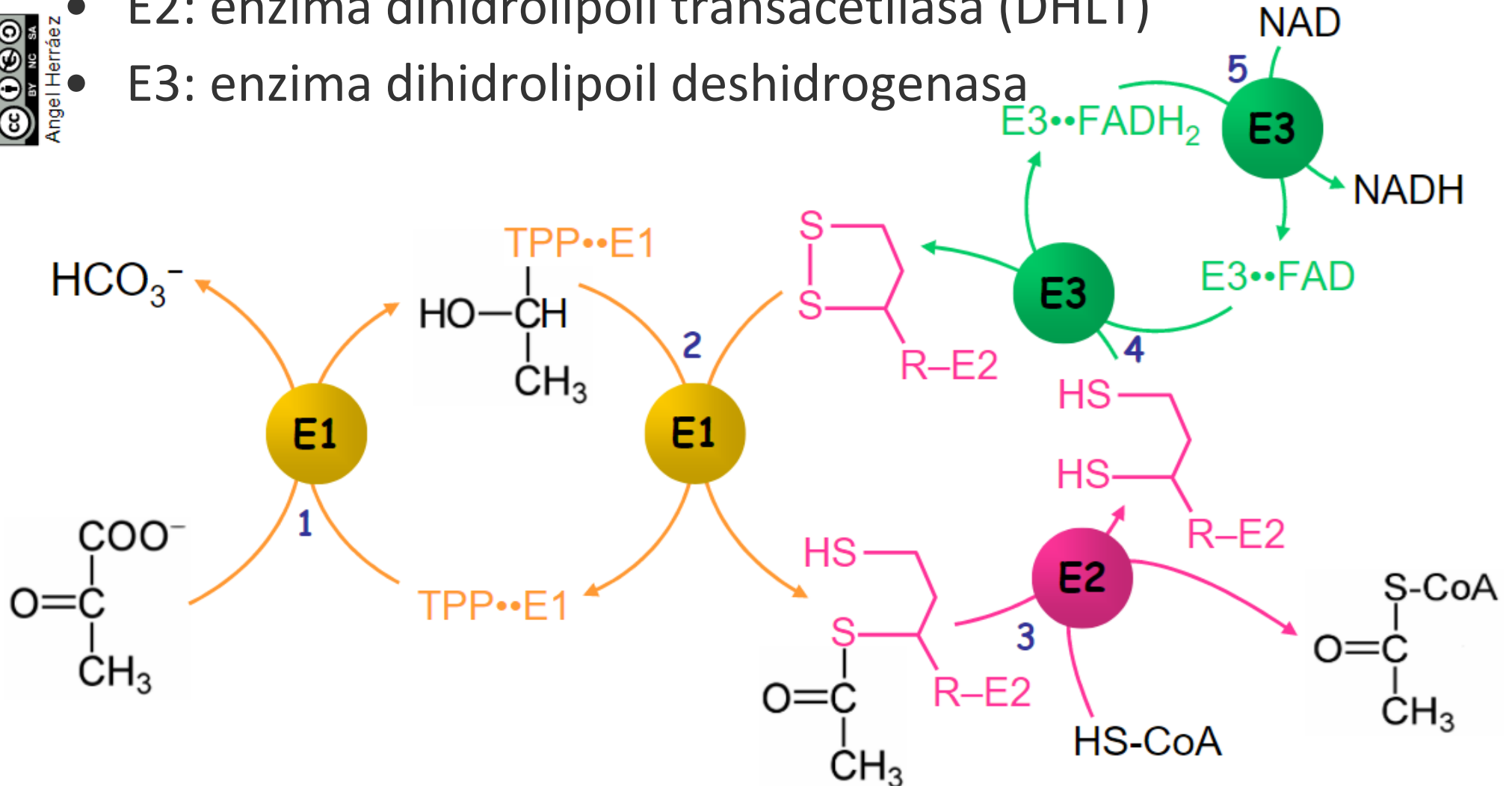
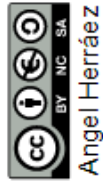


ETAPAS DE LA OXIDACIÓN DEL PIRUVATO



Complejo Piruvato deshidrogenasa

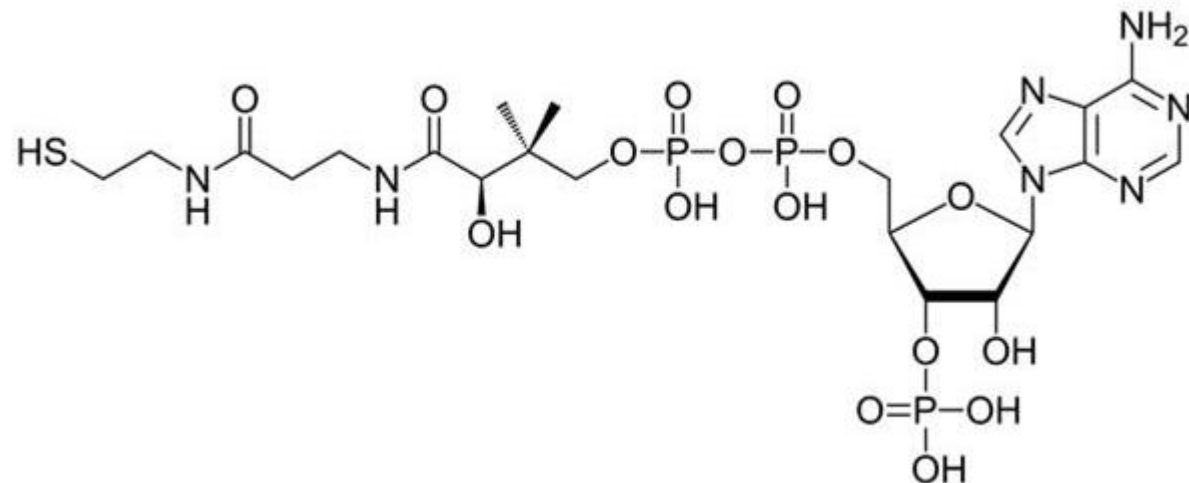
- E1: enzima piruvato deshidrogenasa (PDH)
- E2: enzima dihidrolipoil transacetilasa (DHLT)
- E3: enzima dihidrolipoil deshidrogenasa





Coenzima A

- Oxidación de ácidos grasos
- Oxidación del piruvato
- Ciclo de krebs (Succinil CoA)
- Biosíntesis de flavonoides (CoumarilcoA), biotina (pimelilcoA), ácidos grasos (malonilcoA)





Acetil CoA

Es un transportador de grupos acilo.

- β -oxidación de los ácidos grasos
- síntesis de lípidos de membrana
- Inicia el Ciclo de Krebs

Regulador energético





Balance energético

Ácido pirúvico + NAD⁺ + HSCoA →

Acetil-CoA + NADH + H⁺ + CO₂



CICLO DE KREBS

Fundamentos de Bioquímica

Marga Rodríguez Espejo



Ciclo de Krebs

Ciclo del ácido cítrico. Ciclo de los ácidos tricarboxílicos.

Son una serie de reacciones químicas que forman parte de la respiración celular en todas las células aeróbicas.

Vía catabólica.

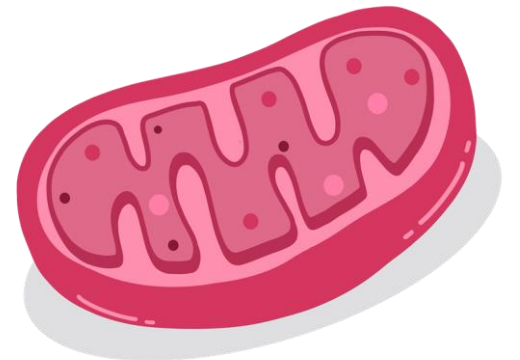




Respiración celular

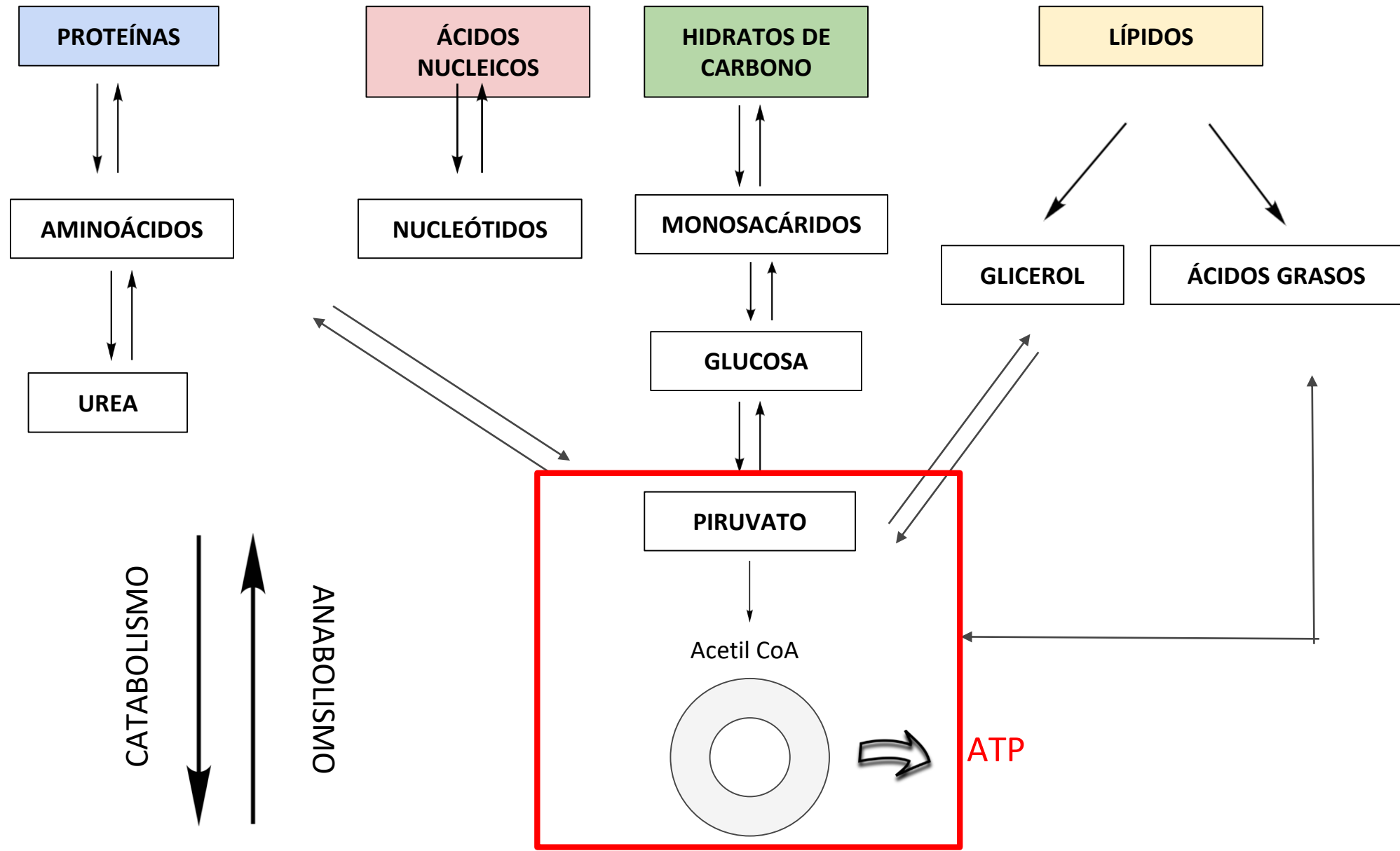
OBTENCIÓN DE ENERGÍA

- ★ **Aerobias:** las que requieren oxígeno.
- ★ **Anaerobias:** las ausente el oxígeno.





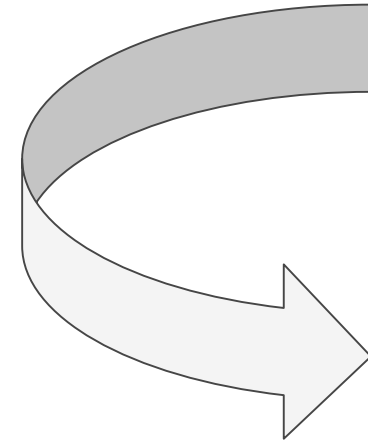
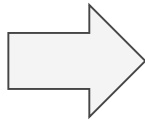
Esquema general del metabolismo





Ciclo de Krebs

SUSTANCIAS
ENERGÉTICAS
(Glucosa,
ácidos grasos)



O_2

ENERGÍA
ATP

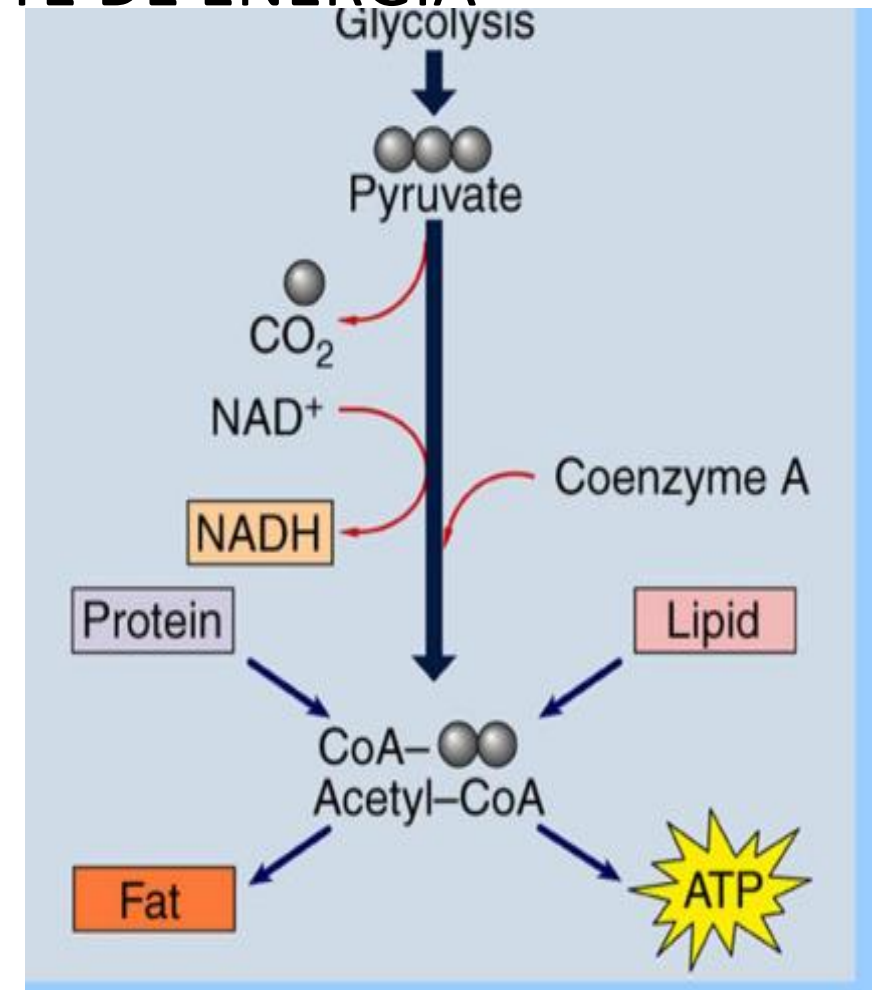
Es un circuito cerrado de 8 etapas donde se vuelve a la molécula de partida.

Importancia del ciclo

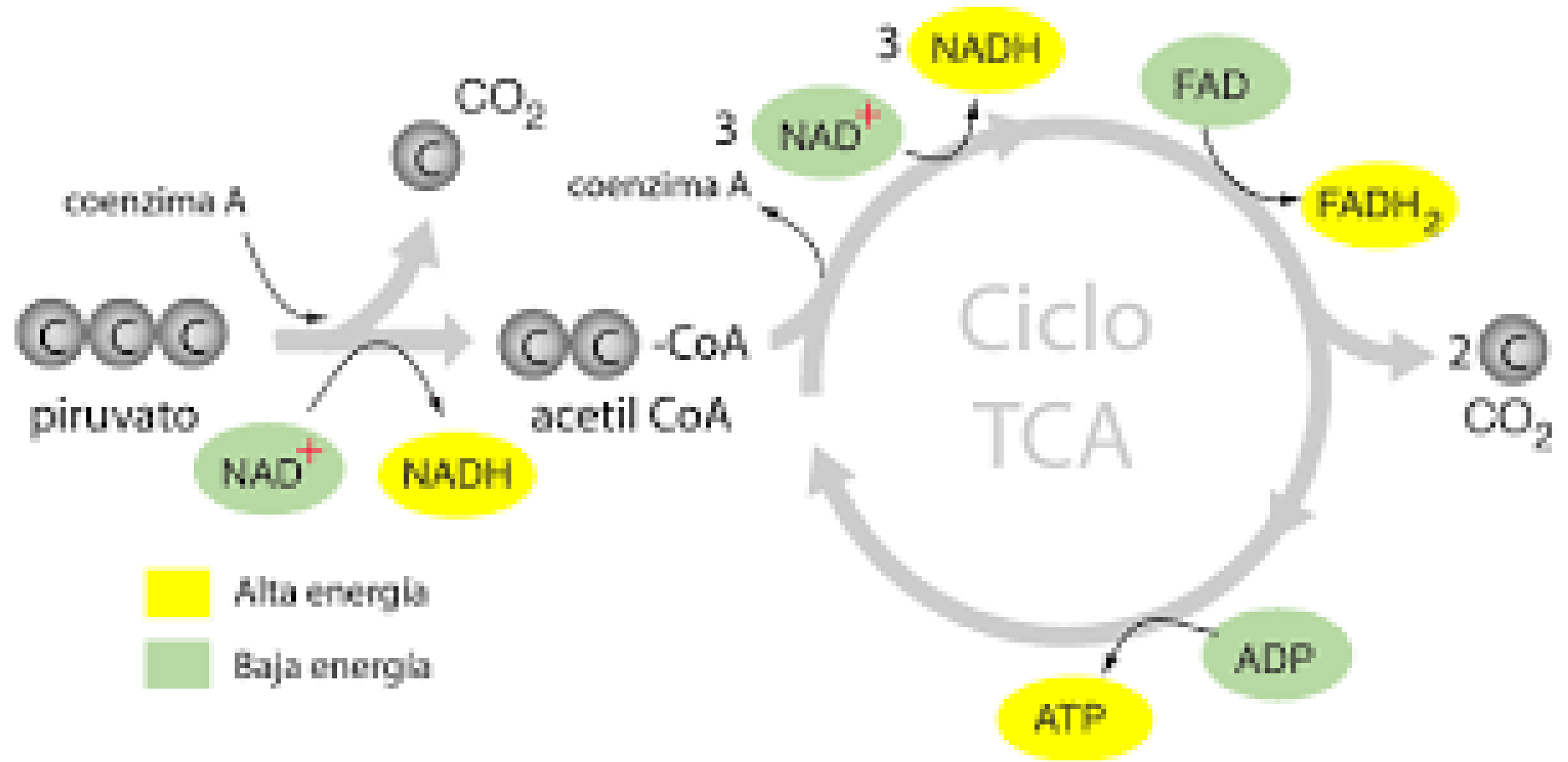
EL CICLO DE KREBS JUNTO CON LA CADENA DE TRANSPORTE DE ELECTRONES ES LA MAYOR FUENTE DE ENERGÍA METABÓLICA.

Es la vía común de degradación de:

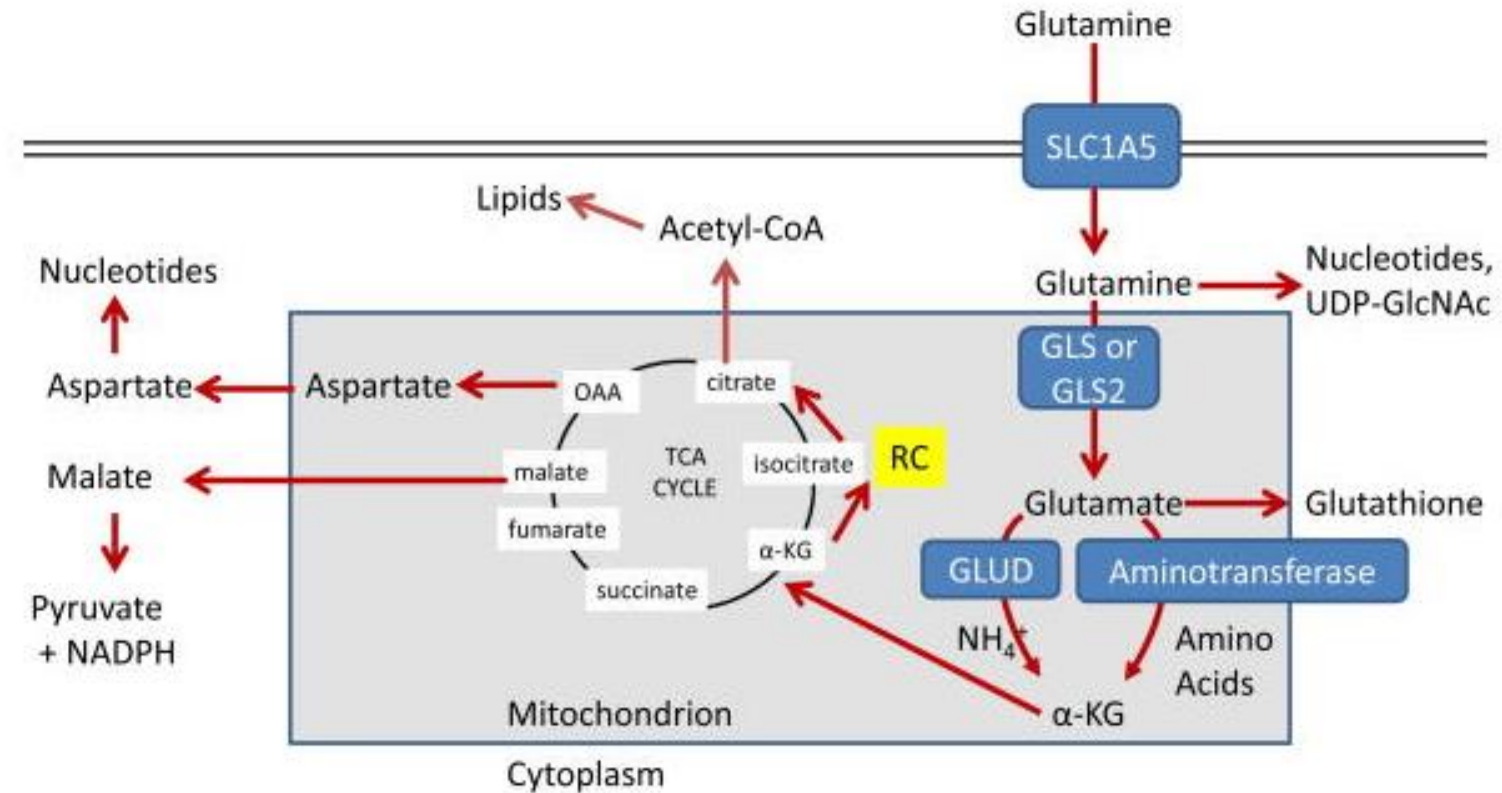
- glucosa
- aminoácidos
- ácidos grasos



Transformación del piruvato en Acetil CoA



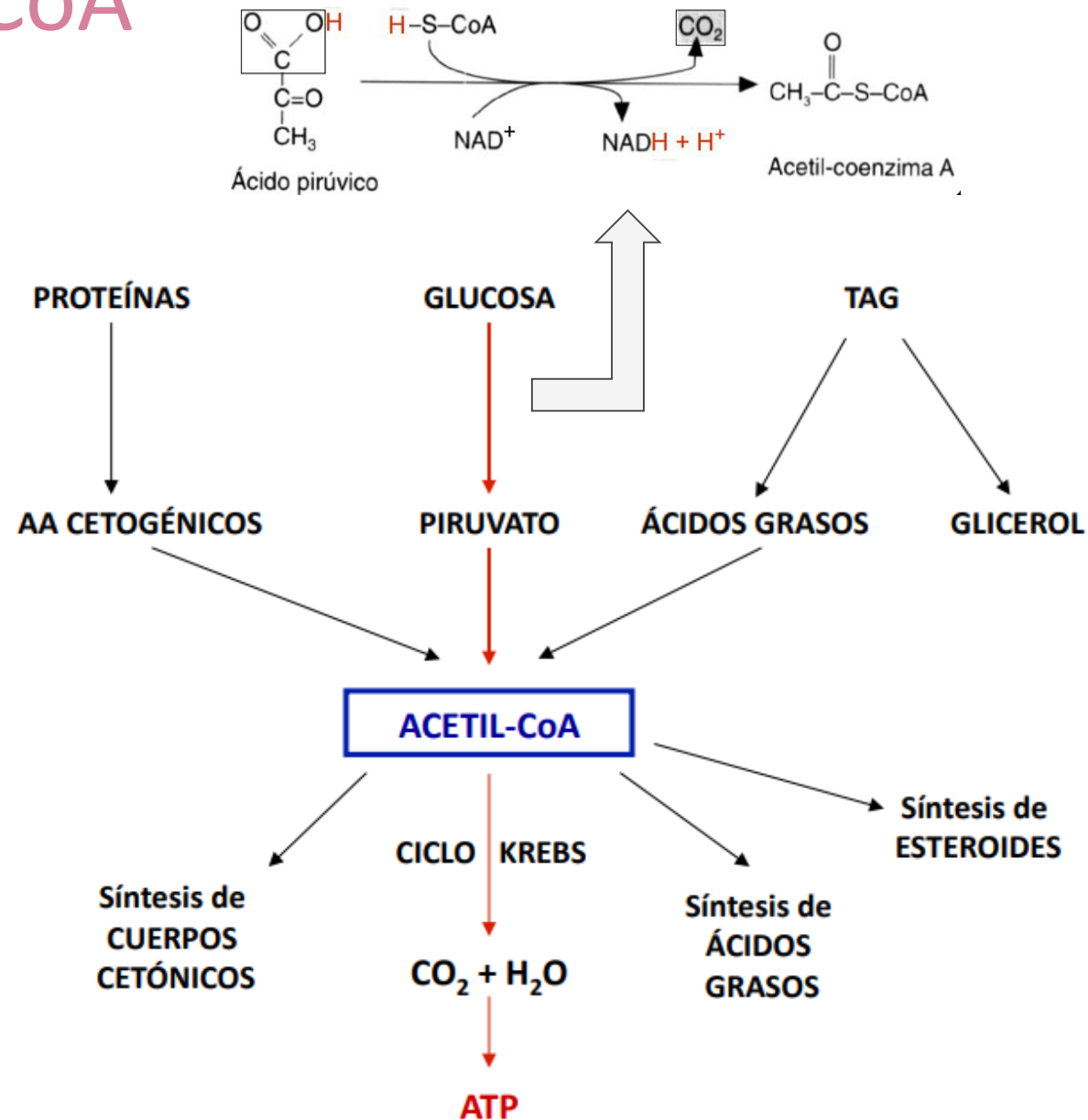
Ciclo de Krebs: precursor de aa



Altman, B. J., Stine, Z. E., & Dang, C. V. (2016). From Krebs to clinic: glutamine metabolism to cancer therapy. *Nature reviews. Cancer*, 16(10), 619–634. <https://doi.org/10.1038/nrc.2016.71>

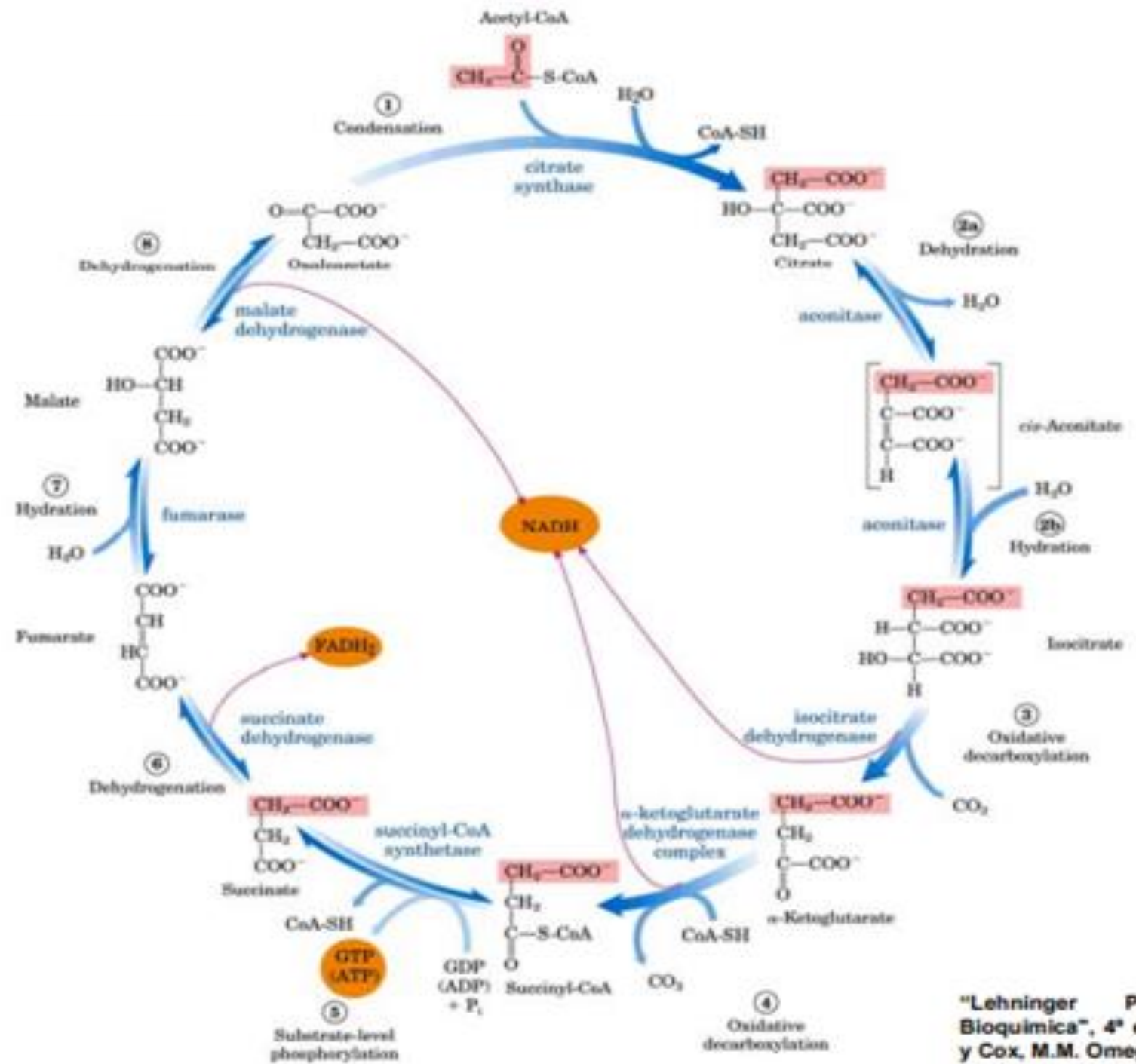


ACETIL CoA

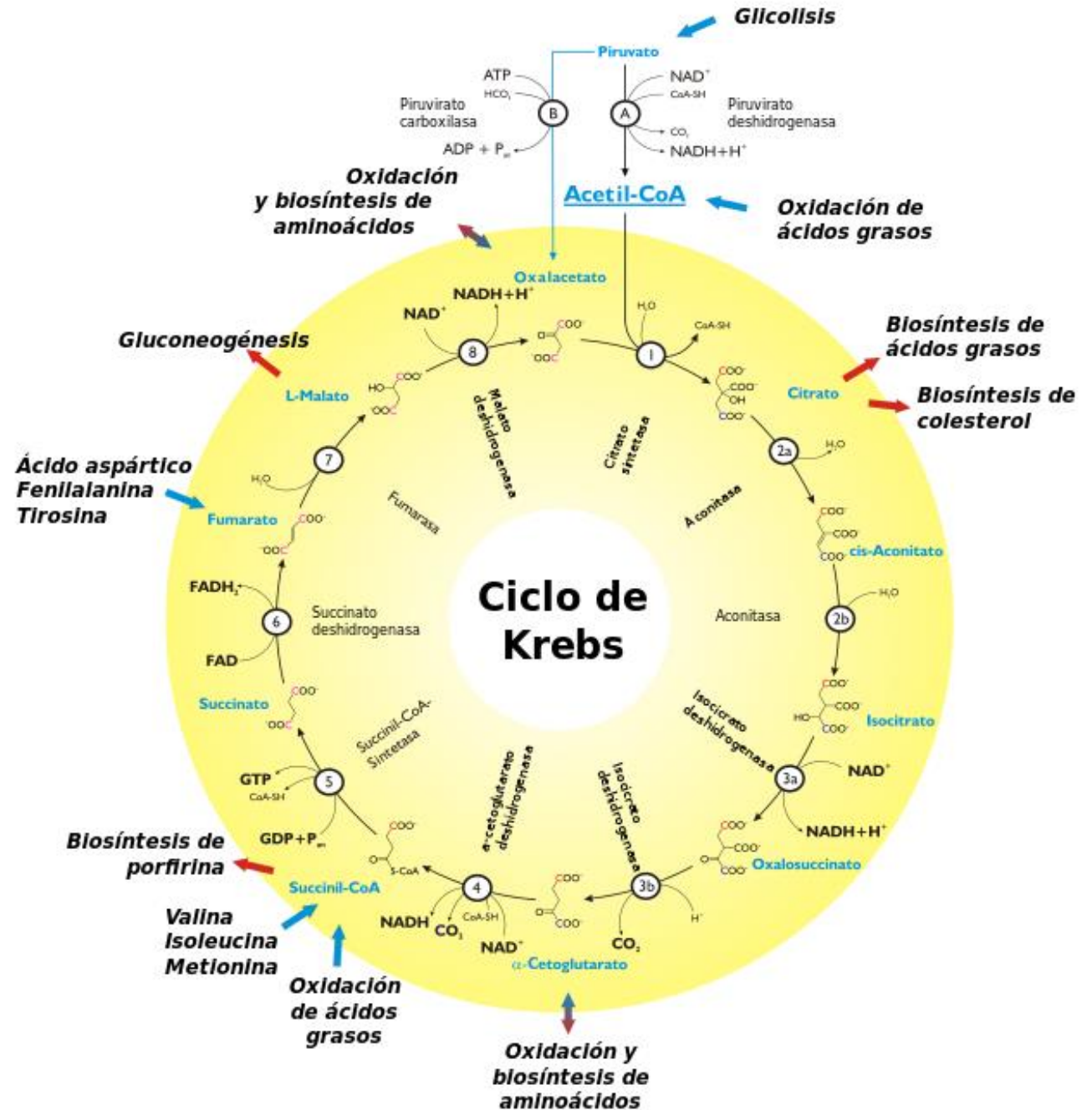




Ciclo del ácido cítrico



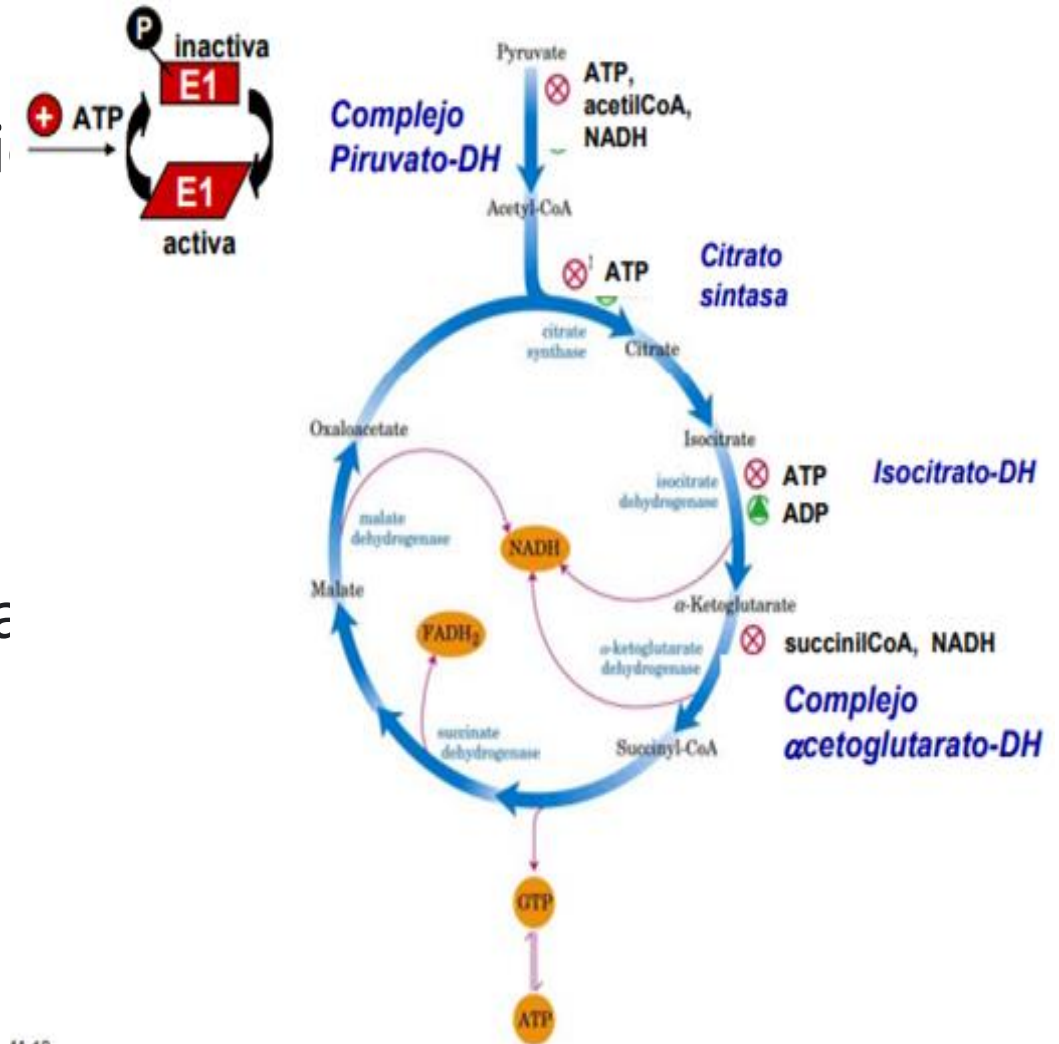
Intermediarios



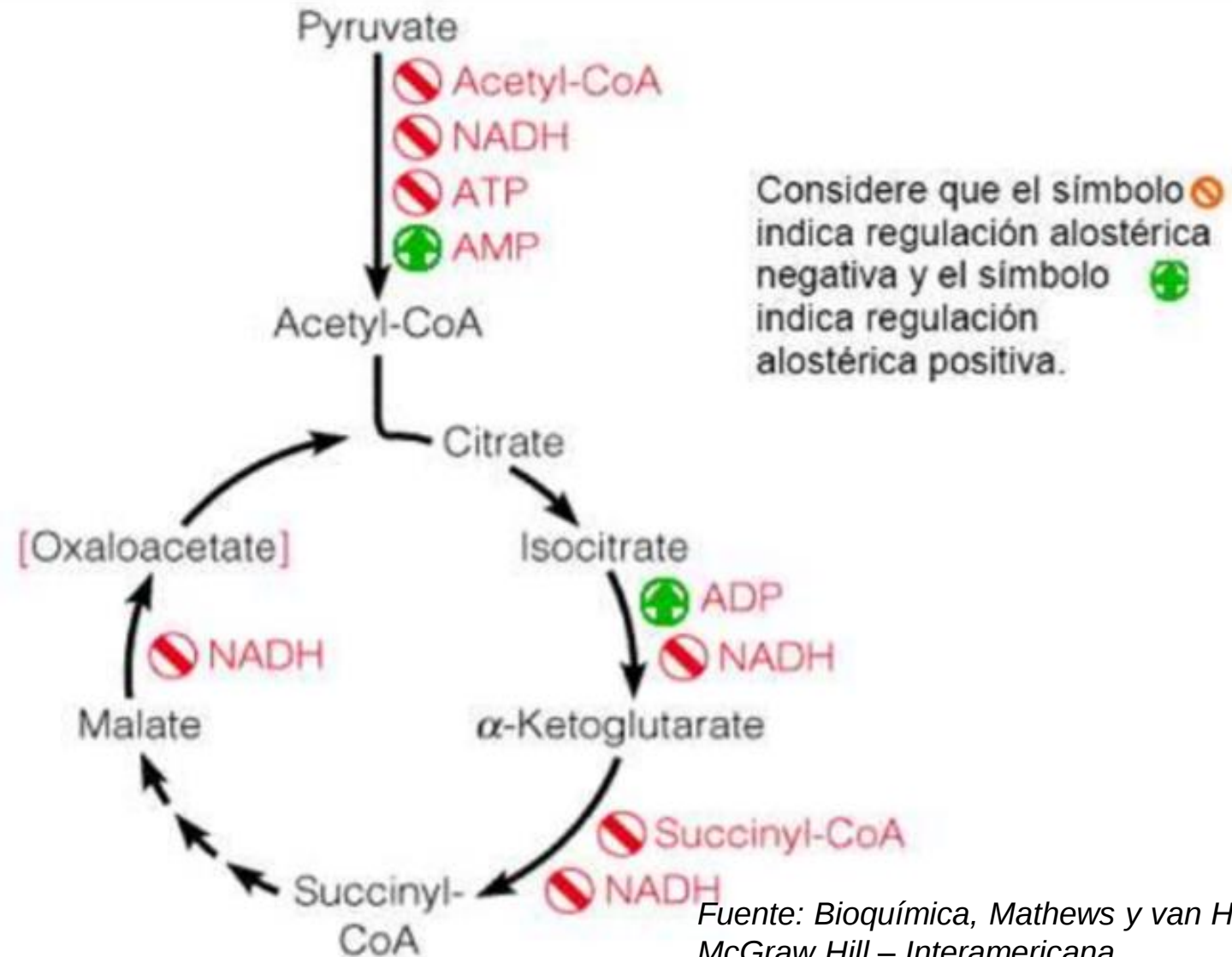
Fuente: Wikipedia

Regulación del ciclo de krebs

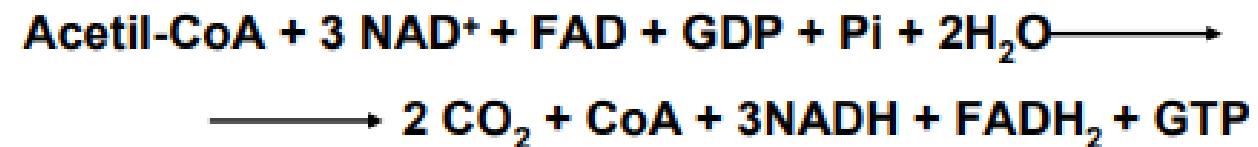
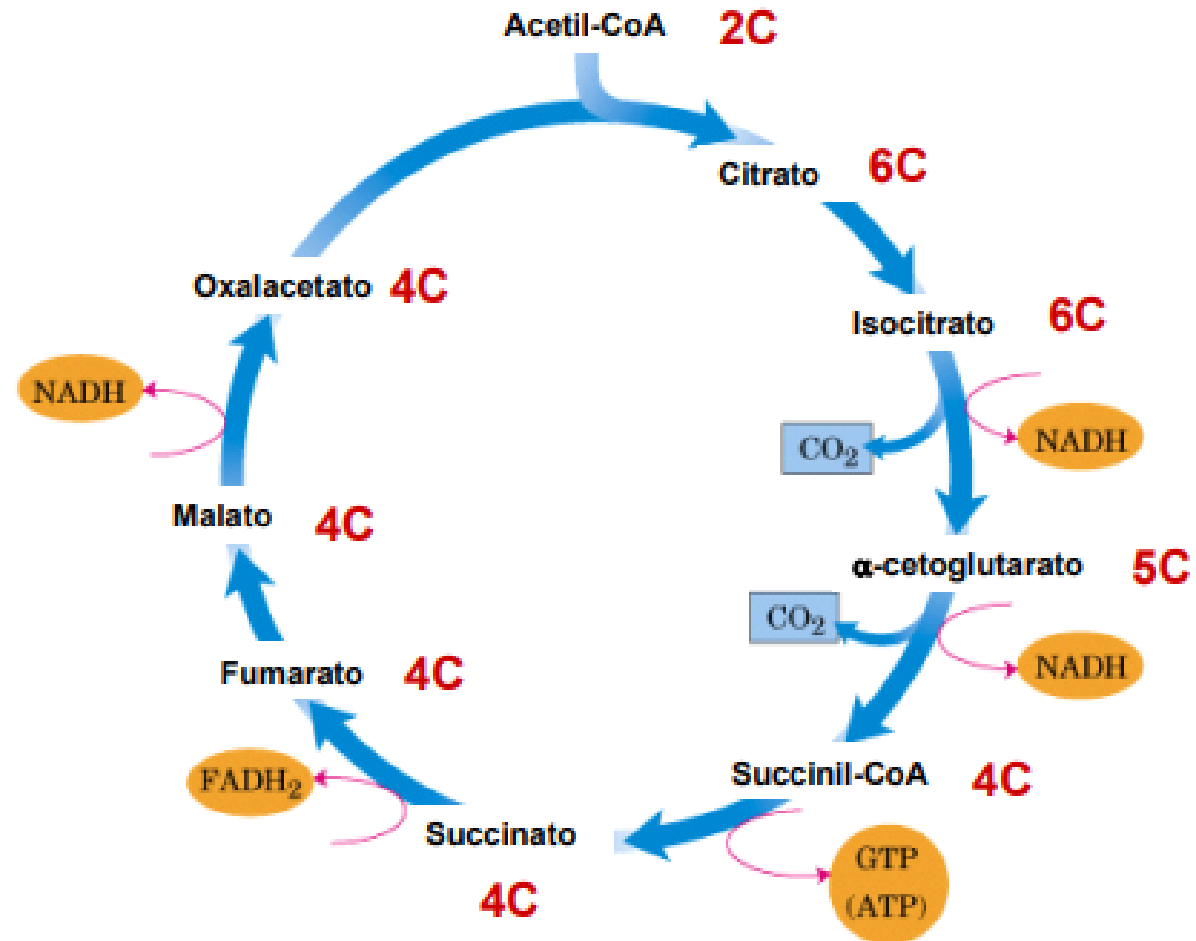
- Relación ATP/ADP y NADH/NAD con la fosforilación oxidativa
- Complejo piruvato deshidrogenasa (PDH)
- Regulación de la enzima citrato sintasa



Regulación del ciclo de krebs



Balance energético

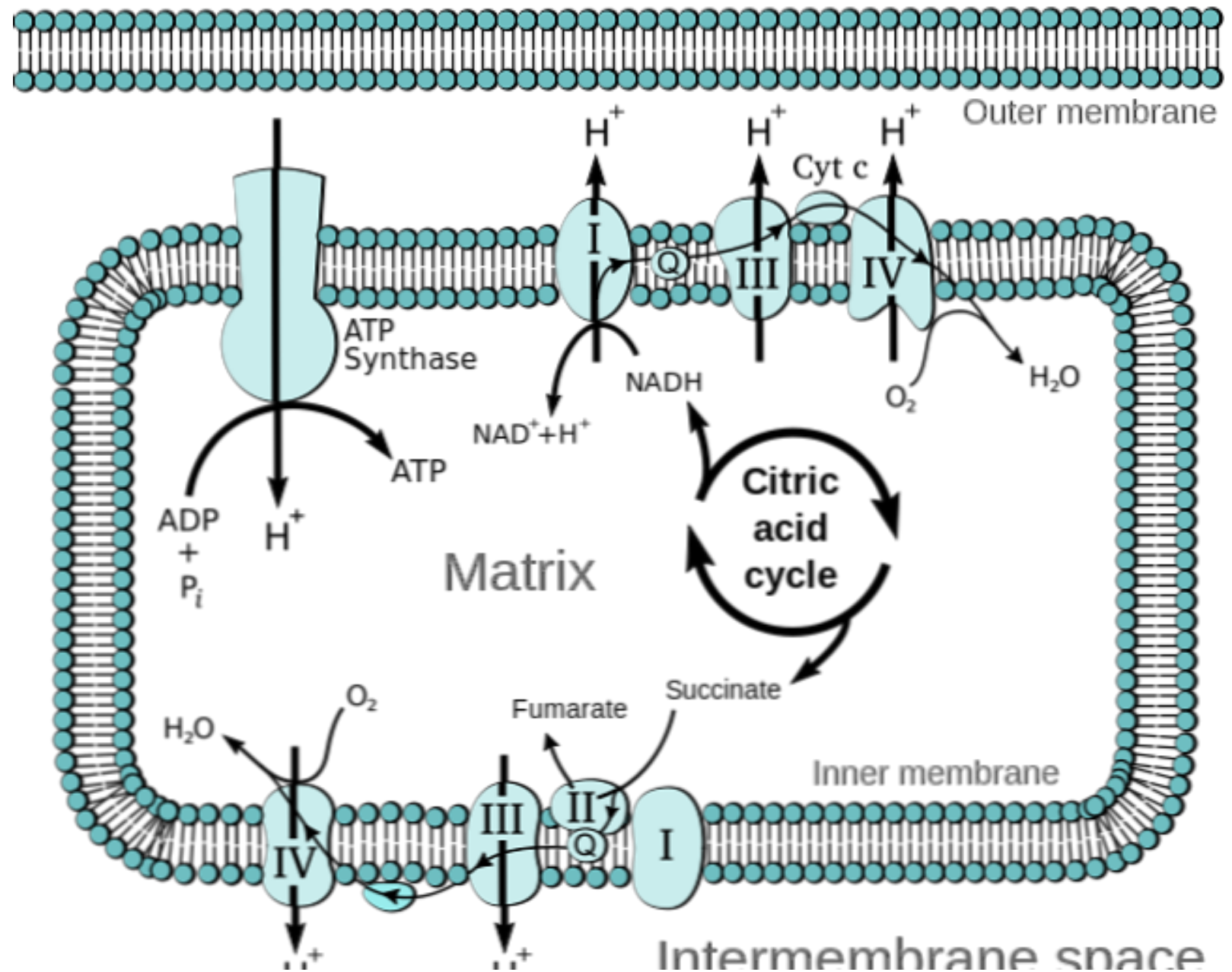


Fuente: UOC



Balance catabólico de la glucosa

VÍA METABÓLICA	RENDIMIENTO
GLUCÓLISIS	+ 6 ATP
DESCARBOXILACIÓN OXIDATIVA DEL PIRUVATO	+ 6 ATP
CICLO DE KREBS	+ 24 ATP
TOTAL	36 ATP





Gluconeogénesis

Fundamentos de Bioquímica

Marga Rodríguez Espejo

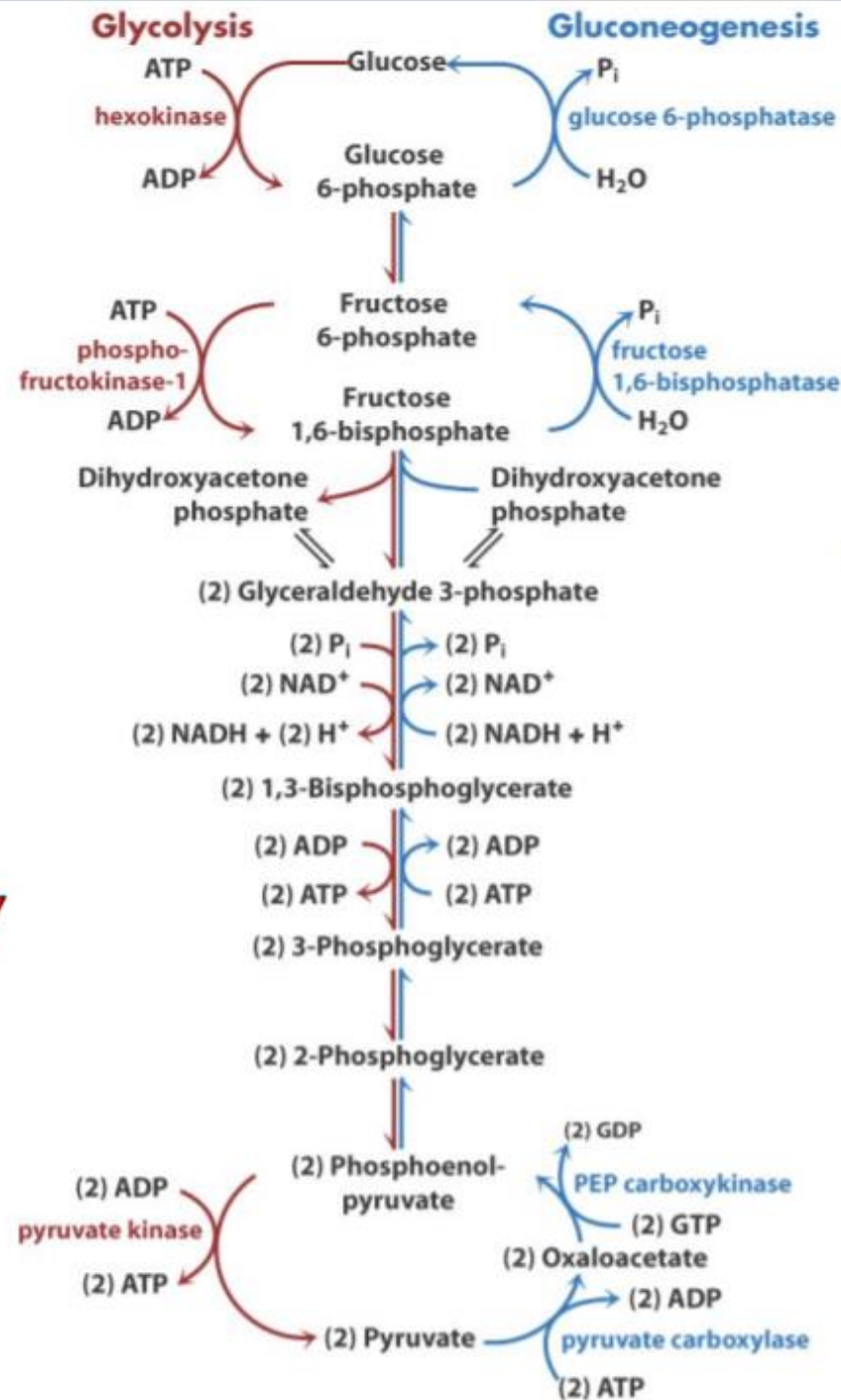
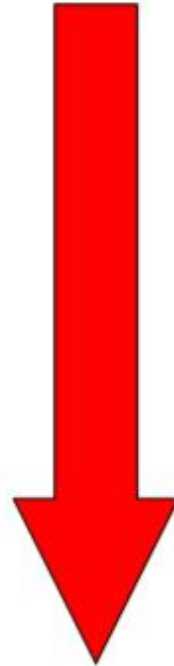


GLUCONEOGÉNESIS

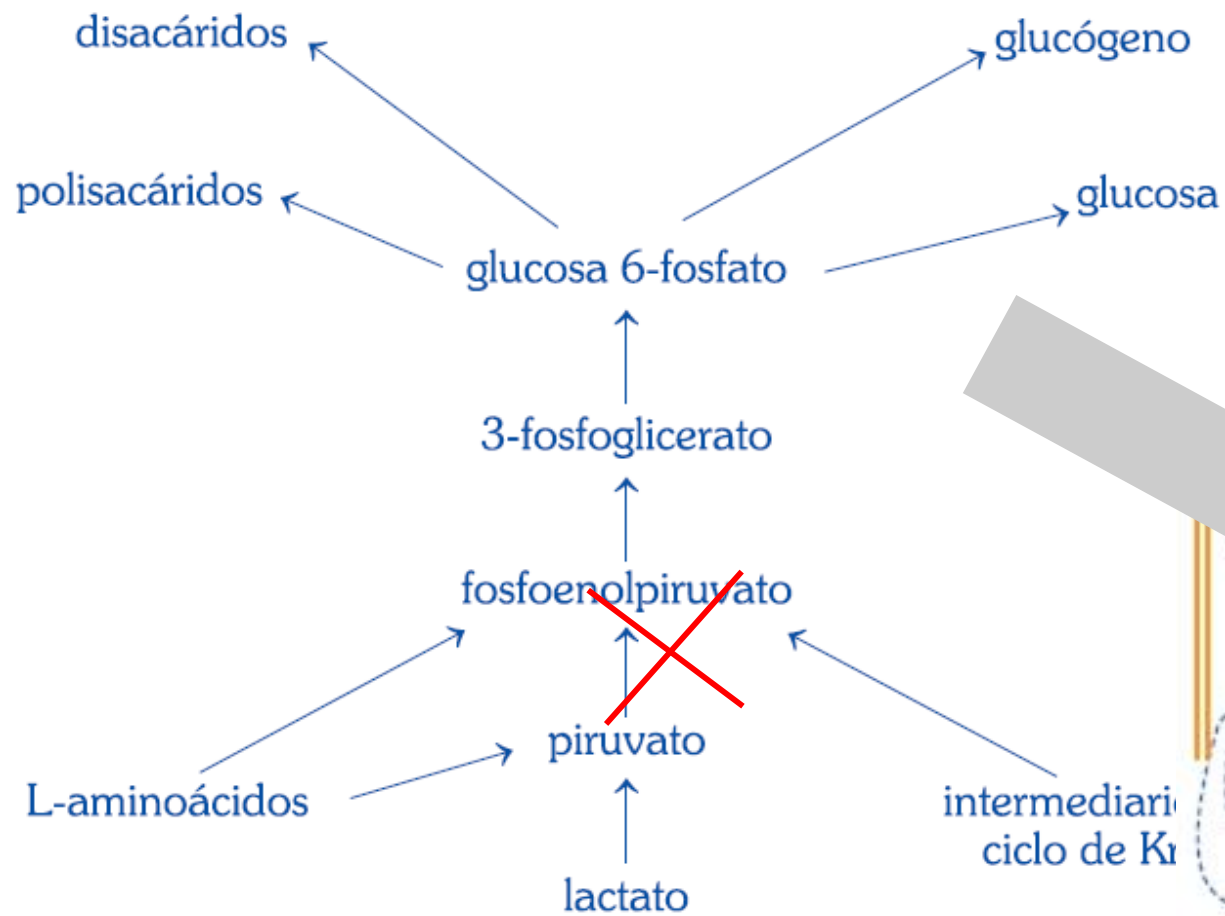
Es la ruta por la que se sintetiza glucosa a partir de precursores no glúcidos:

- LACTATO: músculo esquelético activo cuando Glicolisis > fosforilación oxidativa
- AMINOACIDOS: degradación de proteínas de la dieta o proteínas de músculo esquelético.
- GLICEROL: hidrólisis triacilglicéridos en células adiposas.

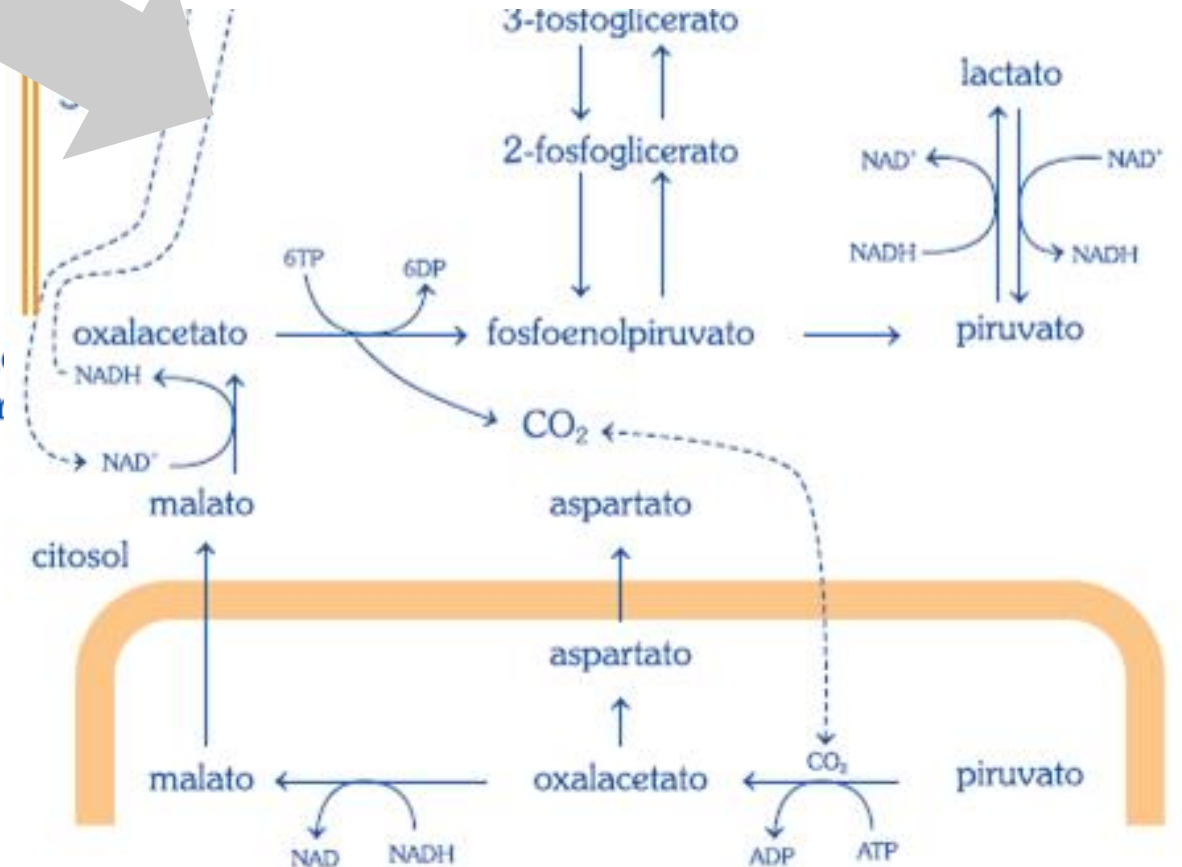
Glicolisis

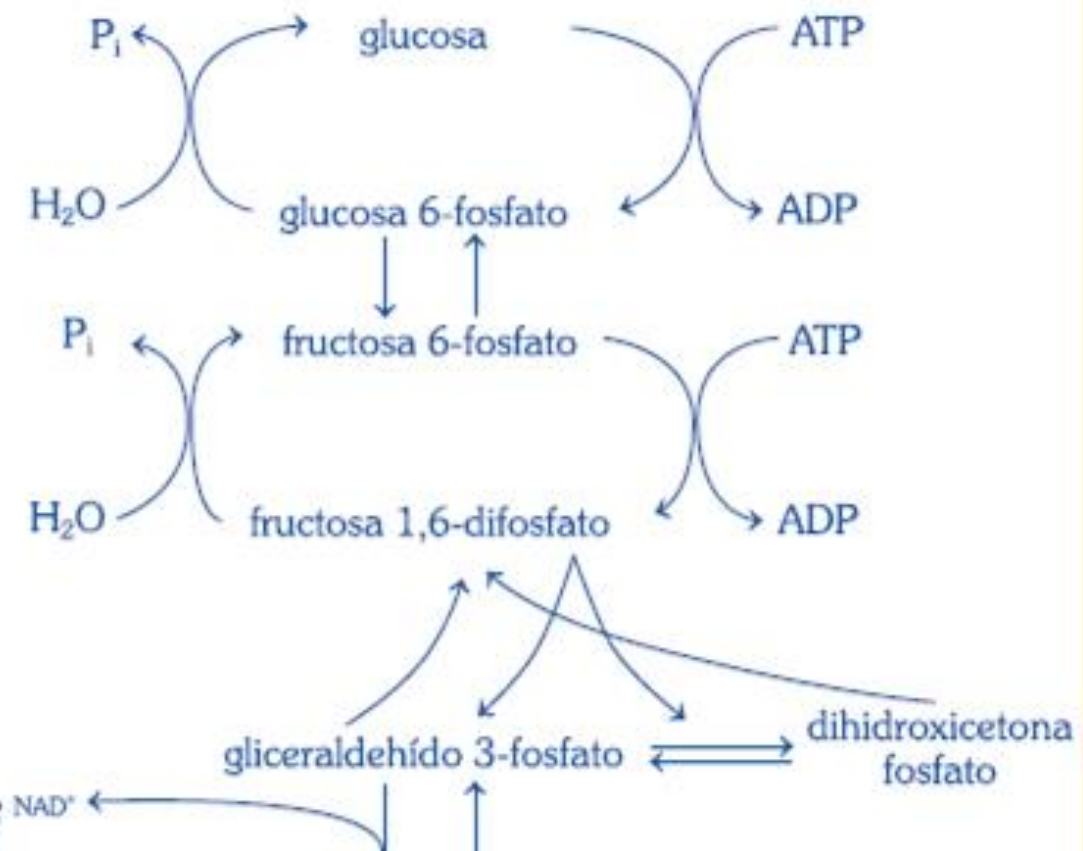
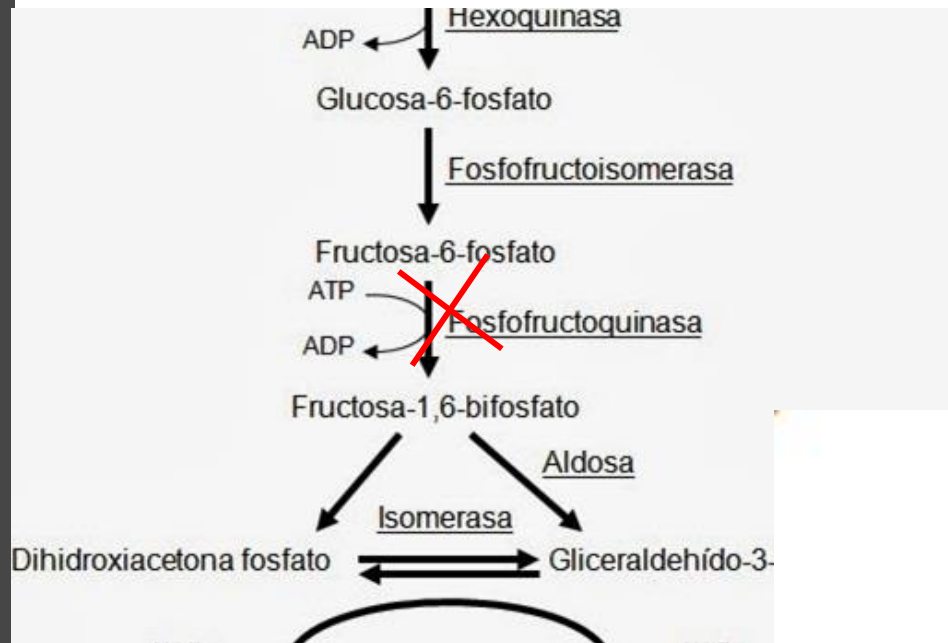


Gluconeogénesis

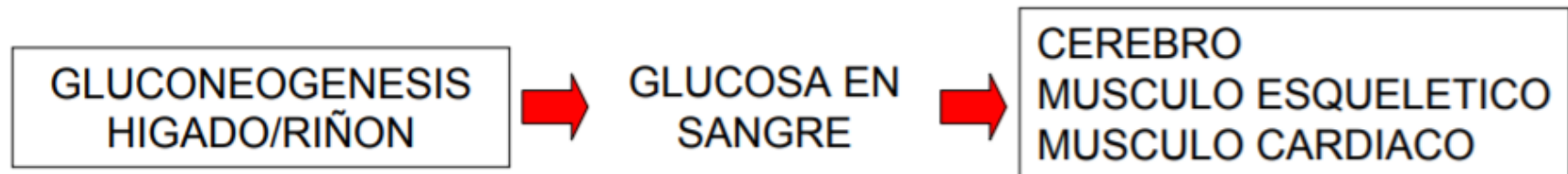
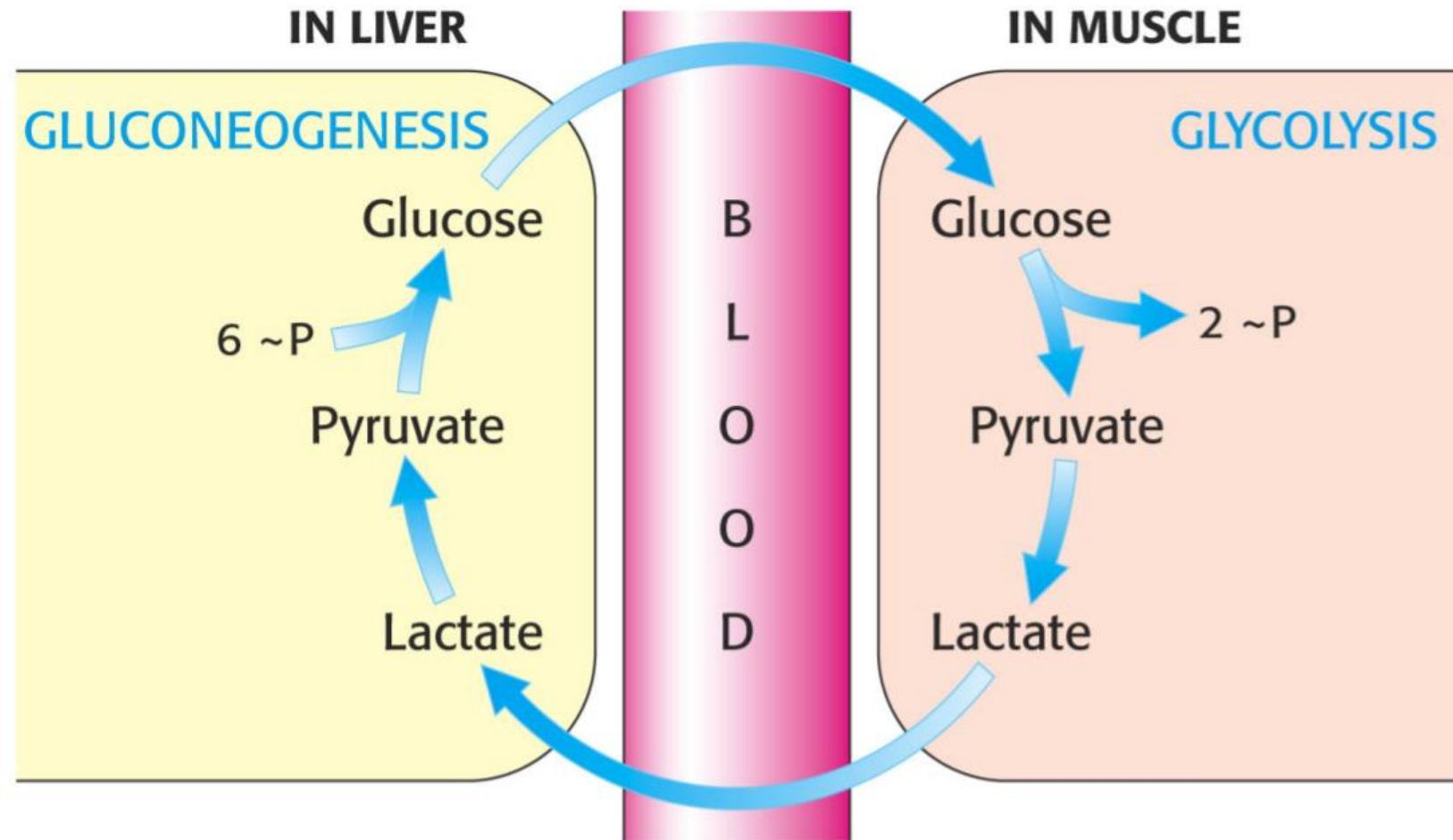


Biotina
Magnesio
AvetilCoA





GLUC



Aminoácidos precursores de glucosa

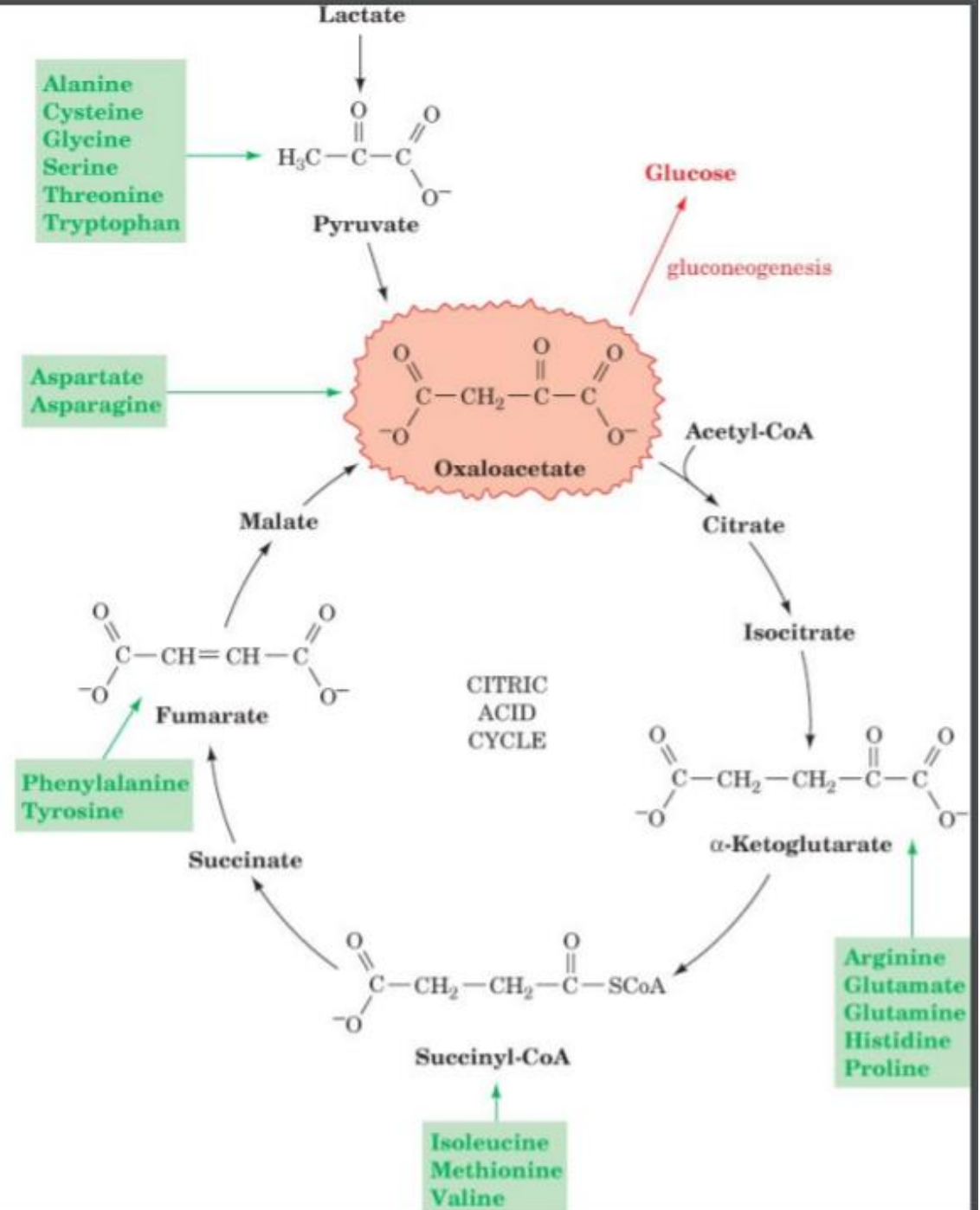
table 20-3

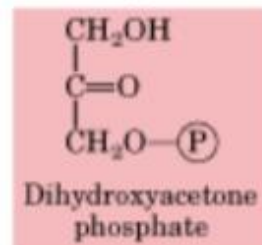
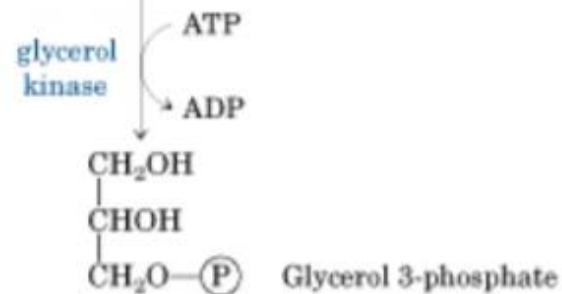
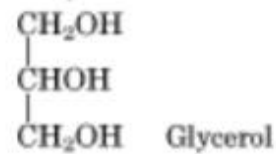
Glucogenic Amino Acids, Grouped by Site of Entry*

Pyruvate	Succinyl-CoA
Alanine	Isoleucine†
Cysteine	Methionine
Glycine	Threonine
Serine	Valine
Tryptophan†	
α-Ketoglutarate	Fumarate
Arginine	Phenylalanine†
Glutamate	Tyrosine†
Glutamine	
Histidine	Oxaloacetate
Proline	Asparagine
	Aspartate

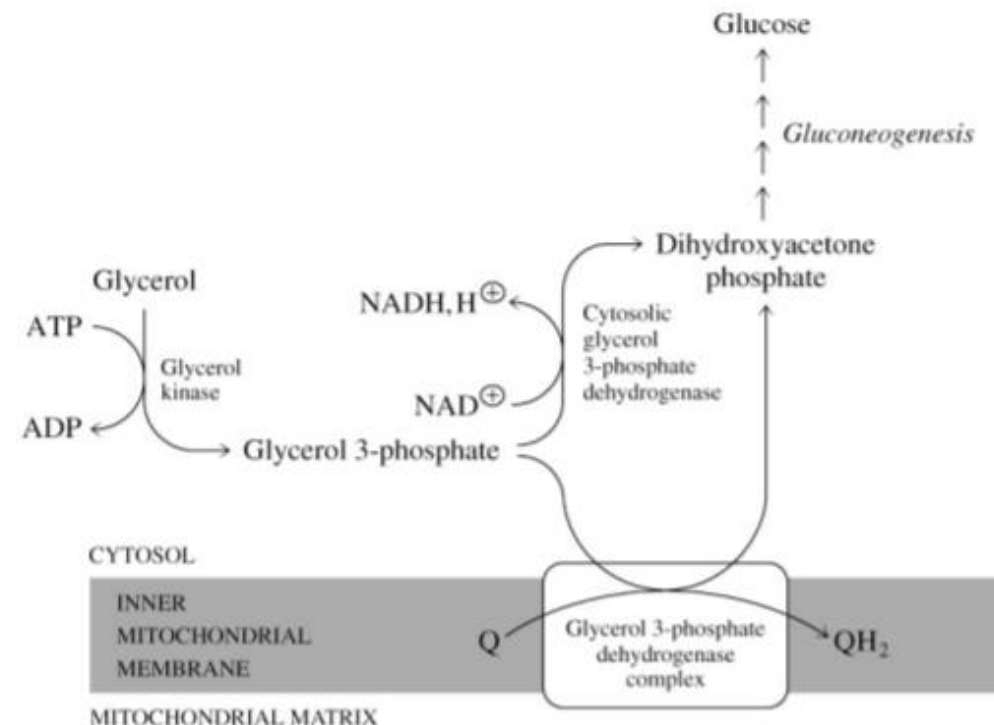
*These amino acids are precursors of blood glucose or liver glycogen because they can be converted to pyruvate or citric acid cycle intermediates. Only leucine and lysine are unable to furnish carbon for net glucose synthesis.

†These amino acids are also ketogenic (see Fig. 18-19).



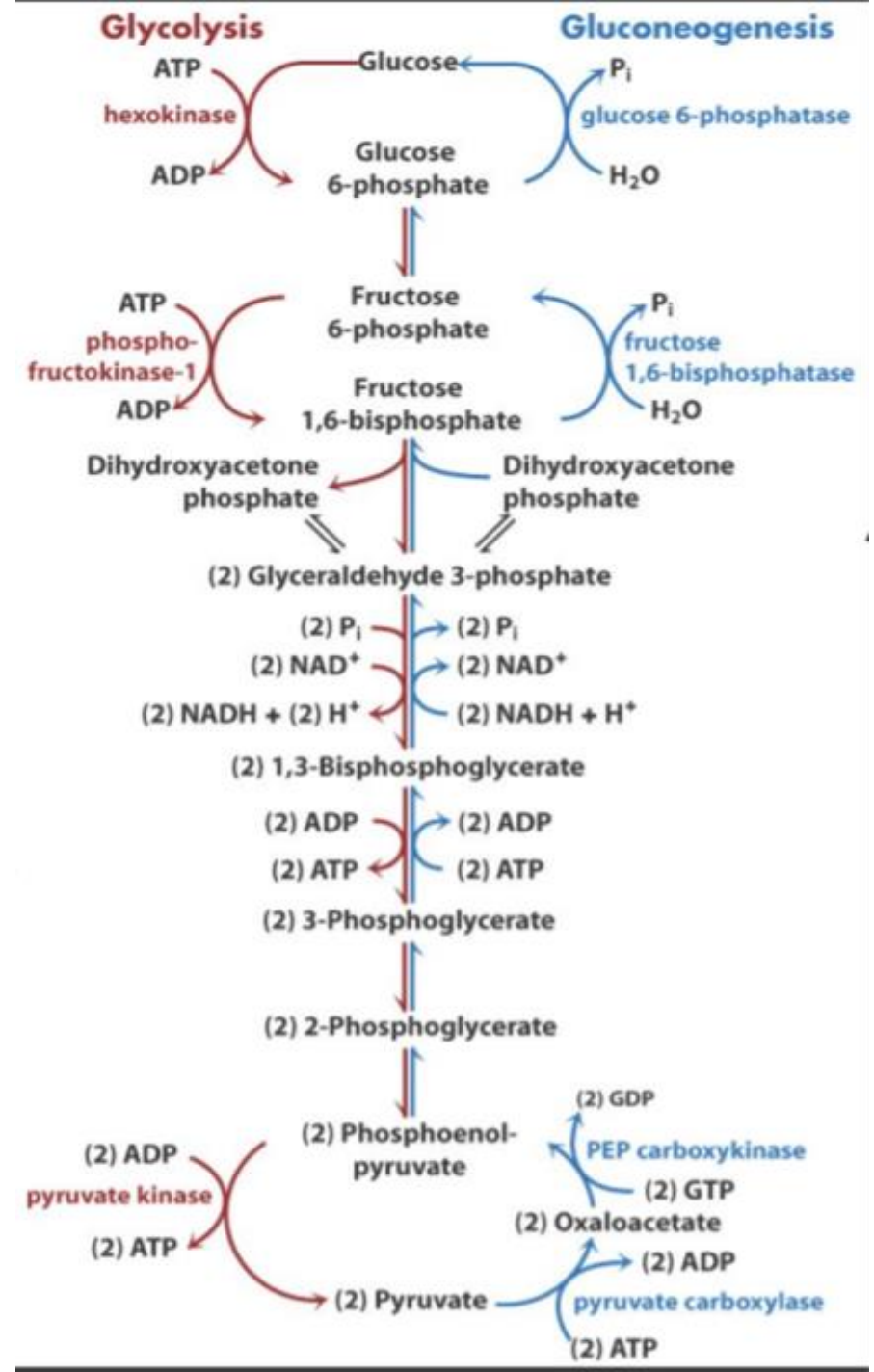


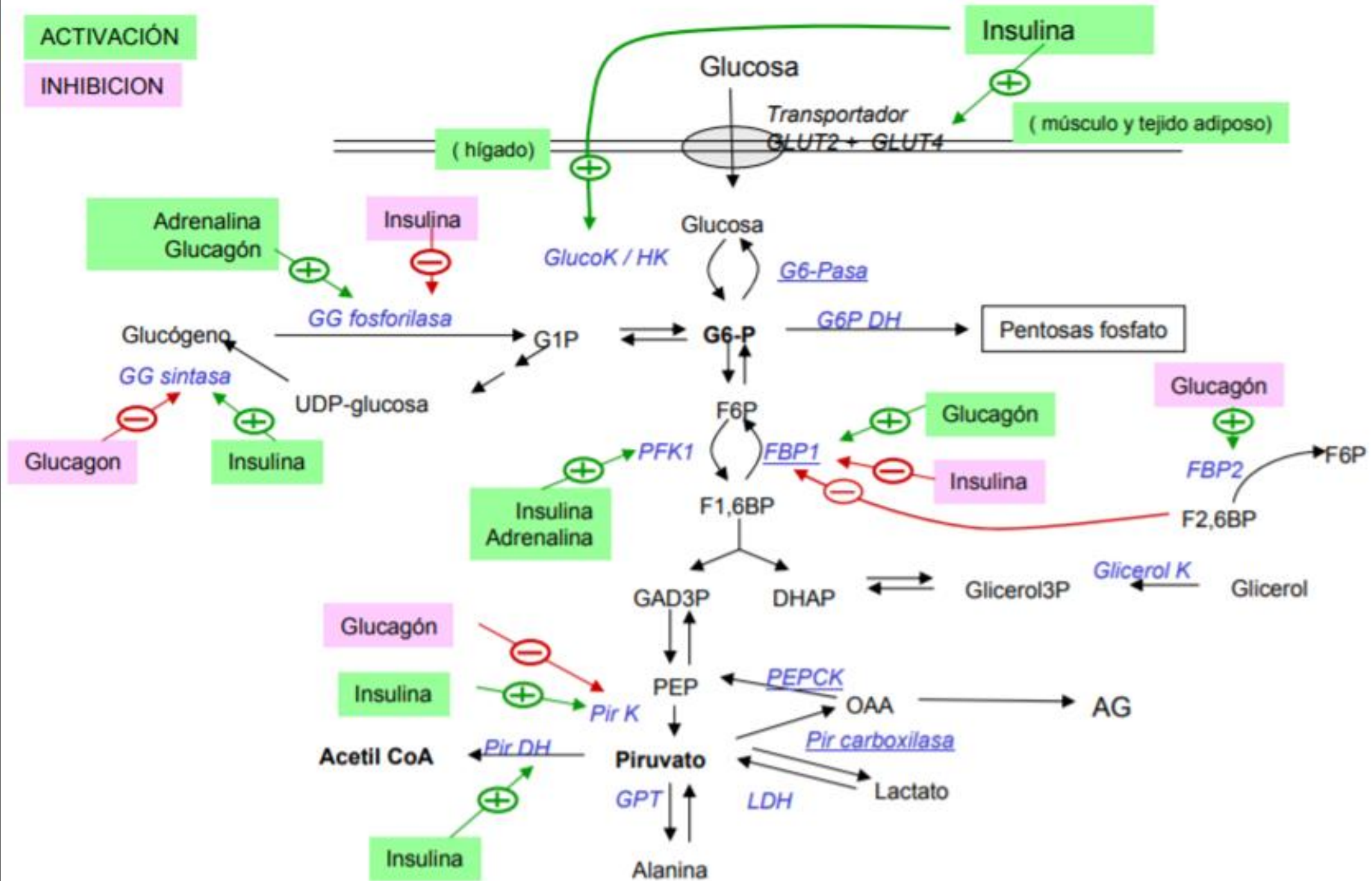
Glicerol como precursor gluconeogénico



Regulación de la ruta

- la piruvato carboxilasa
- la fructosa 1,6-bisfosfatasa
- la glucosa 6-fosfatasa







Ruta de las Pentosas fosfato

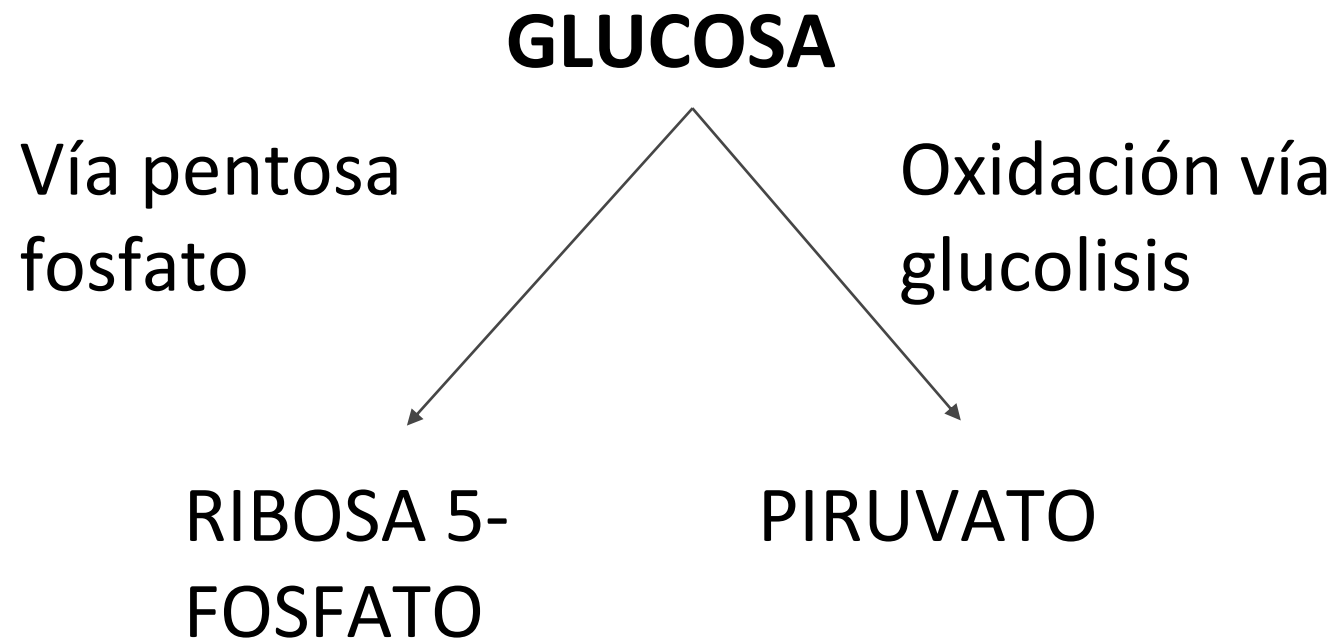
Fundamentos de bioquímica

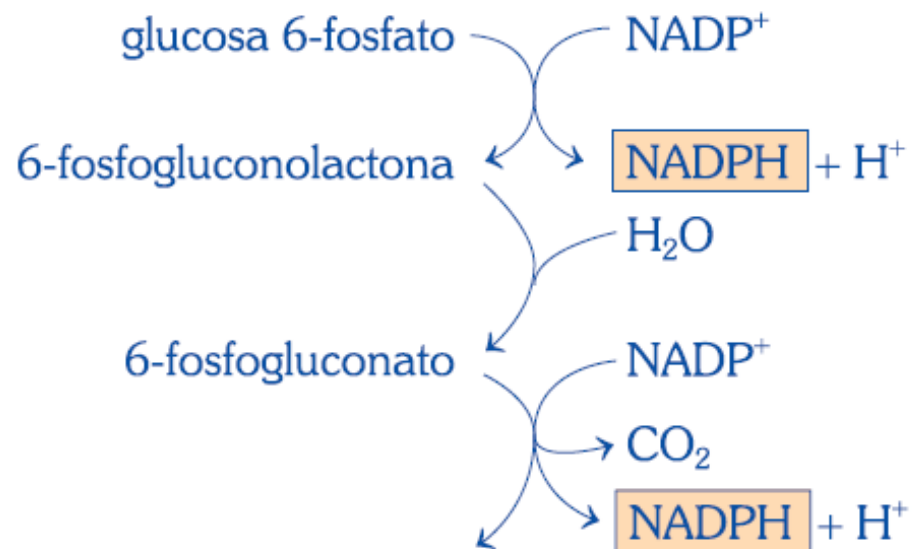
Marga Rodríguez Espejo



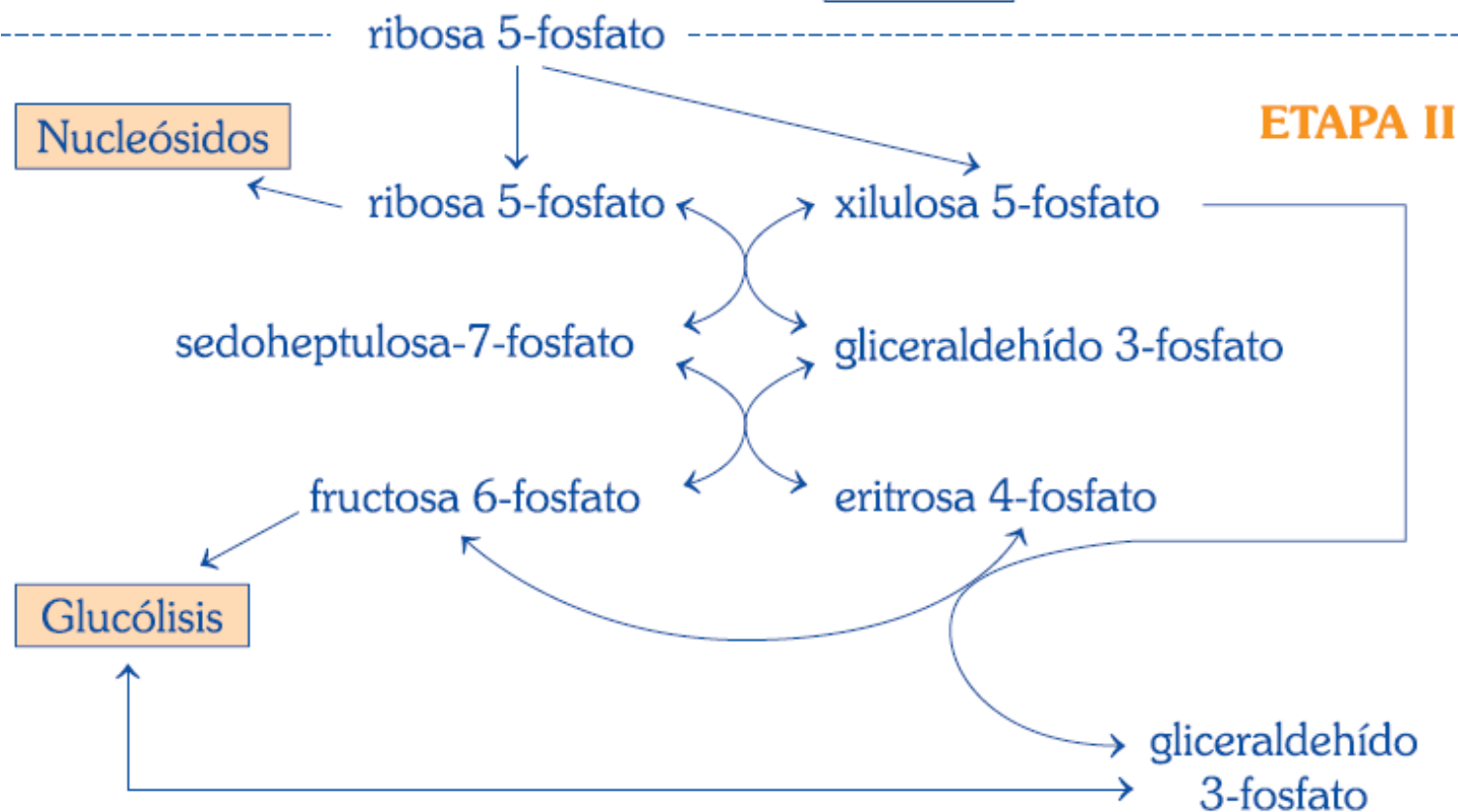
Ruta de las pentosas fosfato

- originar poder reductor en forma de NADPH
- obtener pentosas: D-ribosa.

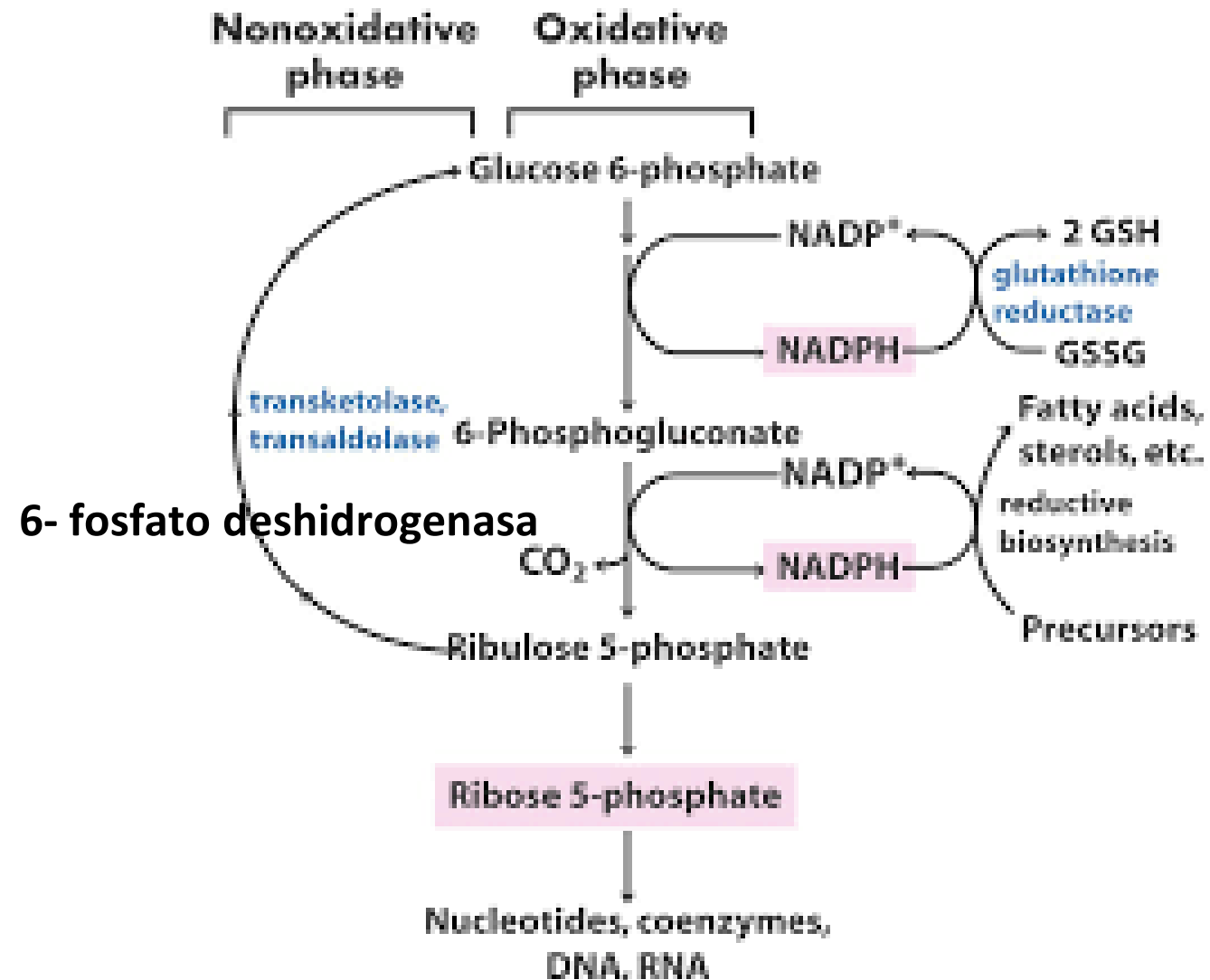




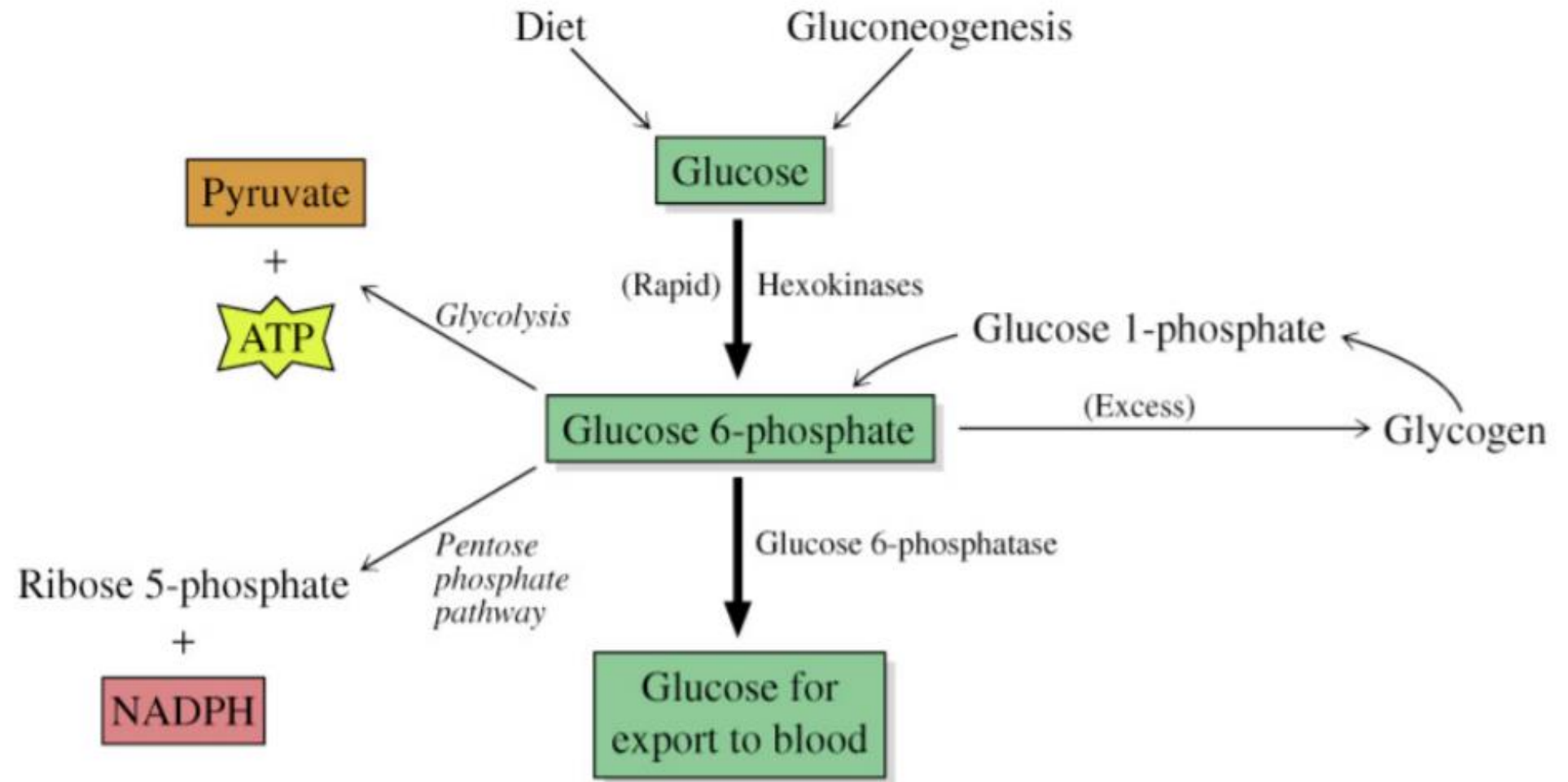
ETAPA I



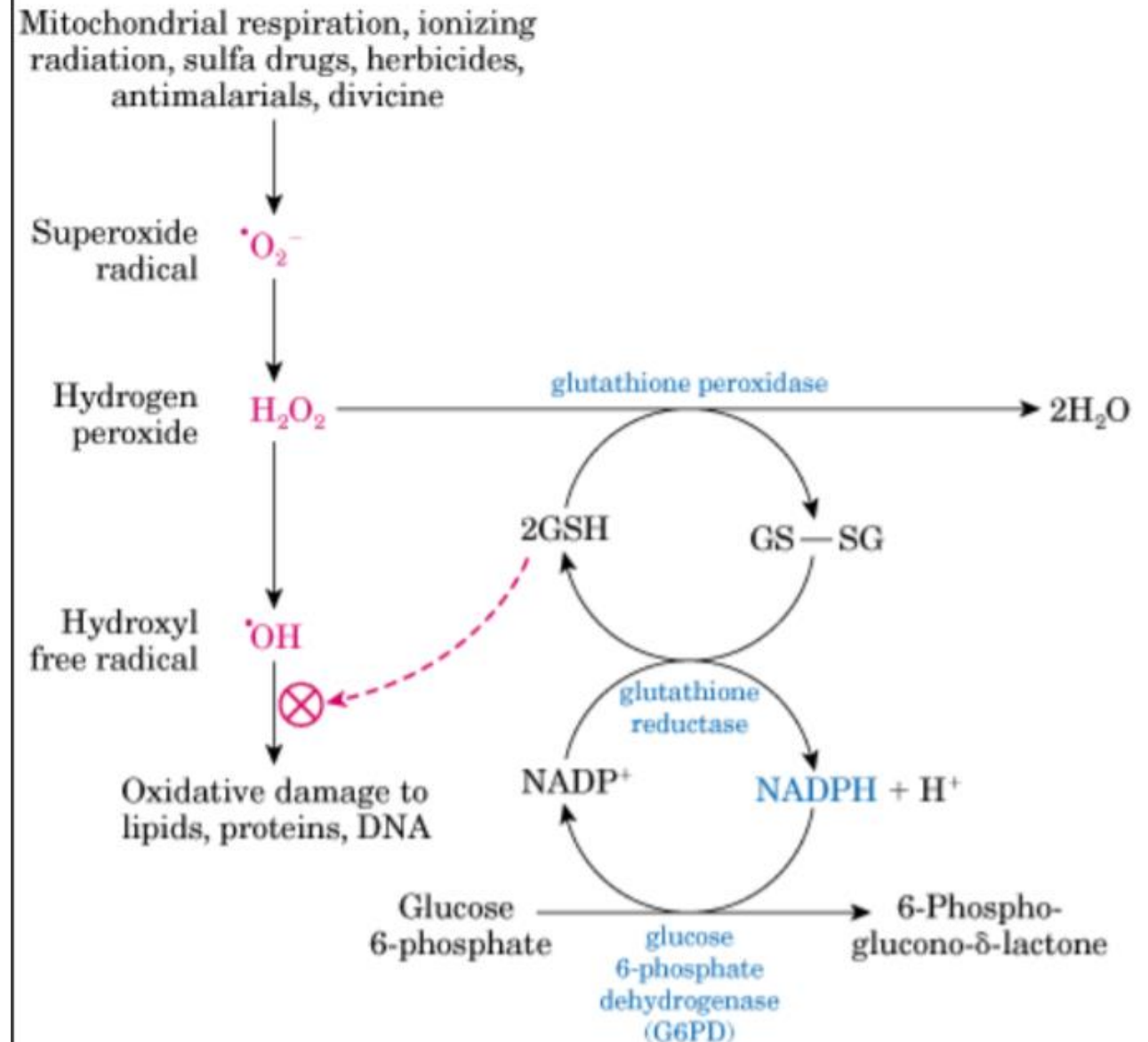
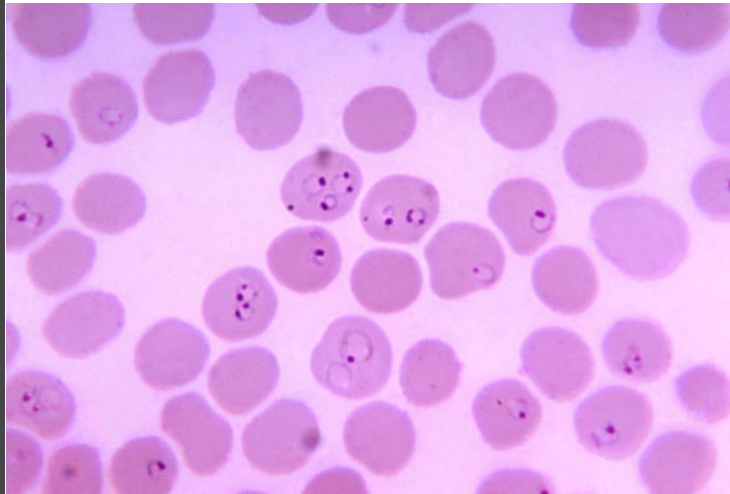
Regulación de la ruta



Resumen rutas



Deficiencias de la glucosa 6-fosfato deshidrogenasa





Metabolismo del glucógeno

Fundamentos de Bioquímica



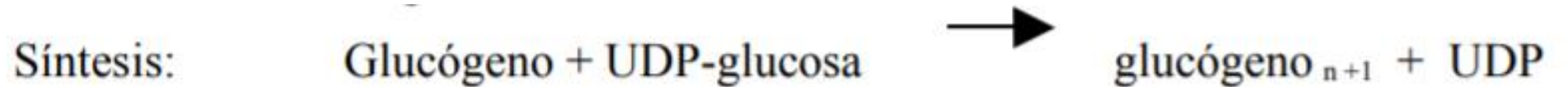
GLUCÓGENO

GLUCÓLISIS:

Glucosa $\longrightarrow$ **Glucosa - 6 - fosfato** $\longrightarrow$ Glucosa - 1 - fosfato



GLUCOGENESIS



GLUCOGENOLISIS



Glucogenólisis

Es el proceso de degradación de **glucógeno** a glucosa o **glucosa 6-fosfato**

Se da cuando el organismo requiere un aumento de glucosa.

Etapas:

1. Fosforólisis de glucógeno
2. Hidrólisis de uniones glucosídicas $\alpha(1 \rightarrow 6)$.
3. Formación de glucosa-6-P
4. Hidrólisis de glucosa-6-P a glucosa y fosfato inorgánico catalizada por glucosa-6-fosfatasa



Glucogénesis

Es la **síntesis** de **glucógeno** a partir de un precursor más simple, la glucosa-6-fosfato.

Se lleva a cabo principalmente en el hígado, y en menor medida en el músculo

ETAPAS:

1. $\text{glucosa} + \text{ATP} \rightarrow \text{glucosa-6-P} + \text{ADP}$
2. $\text{glucosa-6-P} \leftrightarrow \text{glucosa-1-P}$
3. $\text{glucosa-1-P} + \text{UTP} \rightarrow \text{UDP-glucosa} + \text{PPi}$
4. Cadenas de glucosa acopladas

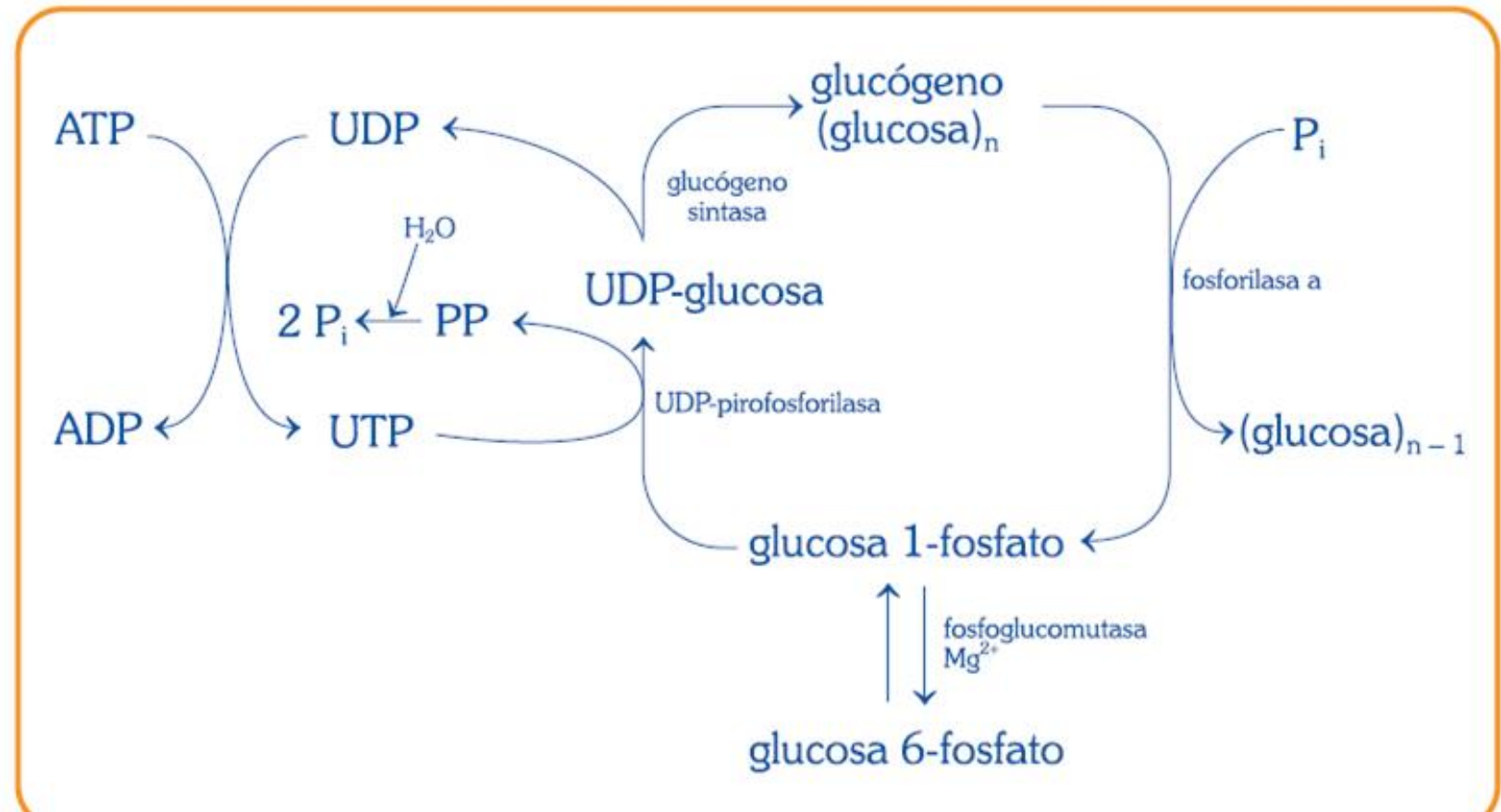


Regulación síntesis y degradación

Las condiciones que activan la síntesis de glucógeno inhiben su degradación y viceversa.

- Adrenalina y glucagón: degradación
- insulina: síntesis

La *glucosa-fosfato* es el precursor para la síntesis de glucógeno pero también es el producto de su degradación.



Feduchi Canosa, E. (2011). *Bioquímica: Conceptos esenciales* (1a. ed., 1a. reimp.). Madrid [etc.]: Editorial Médica Panamericana.

La fosforilasa activa la glucogenólisis e inhibe la glucogénesis

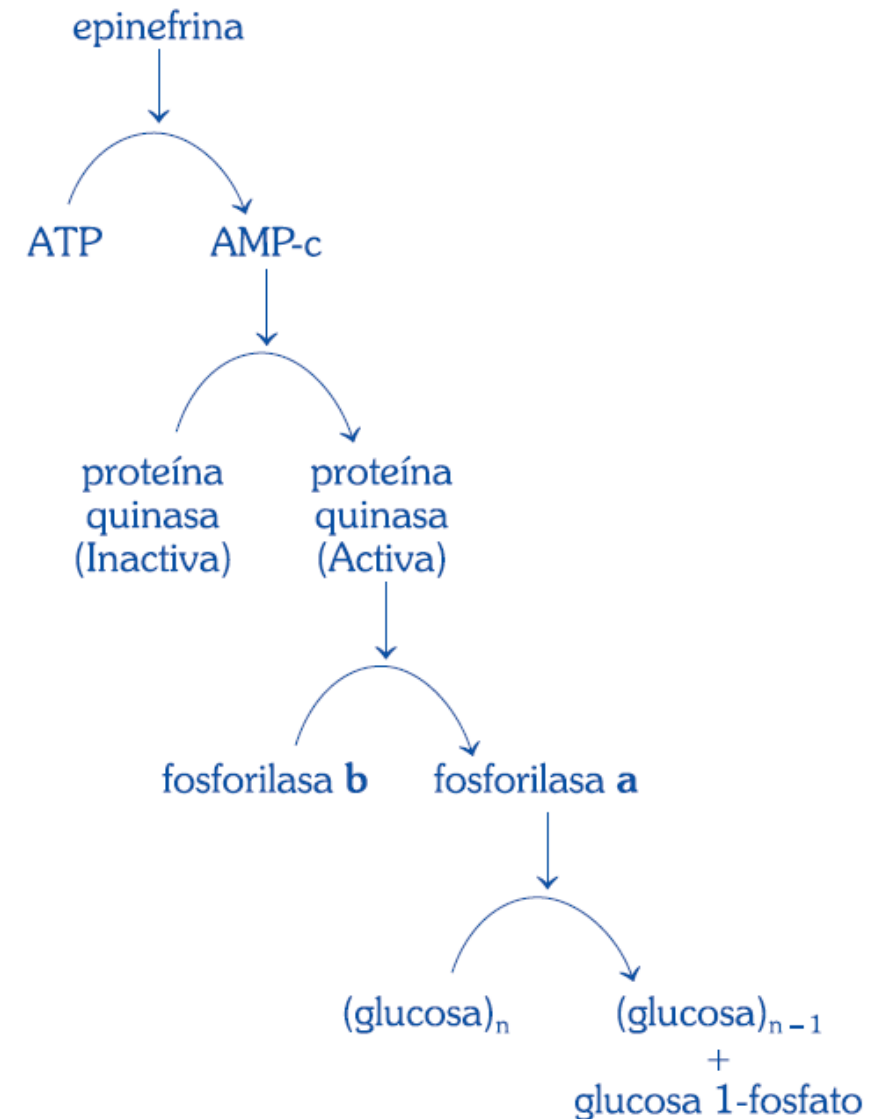


La fosforilasa activa la
glucogenólisis e inhibe la
glucogénesis

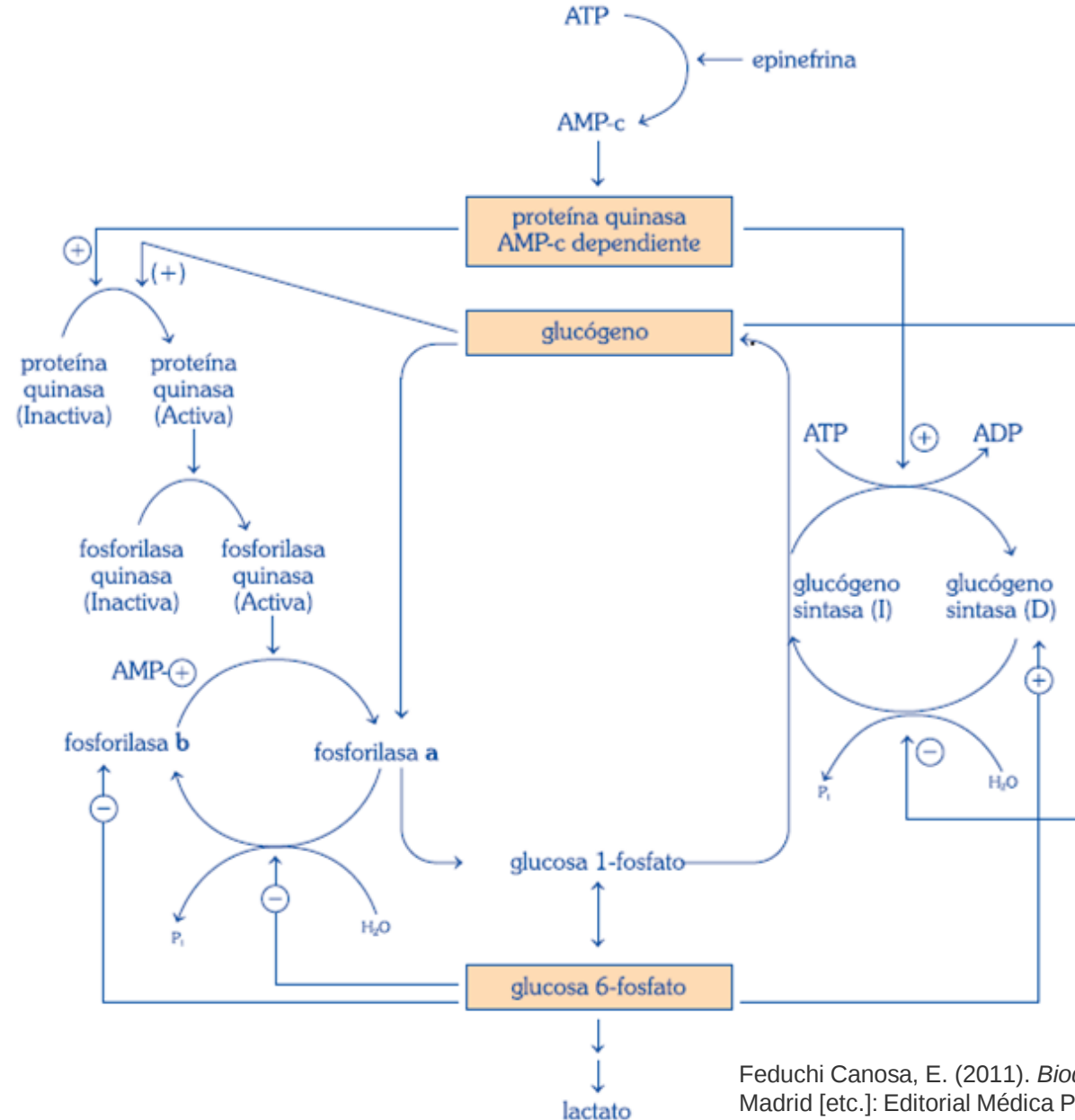
a) La relación ATP/ADP

b) Señales hormonales.

c) Estimulación renal.



Glucógeno en músculo





Gracias