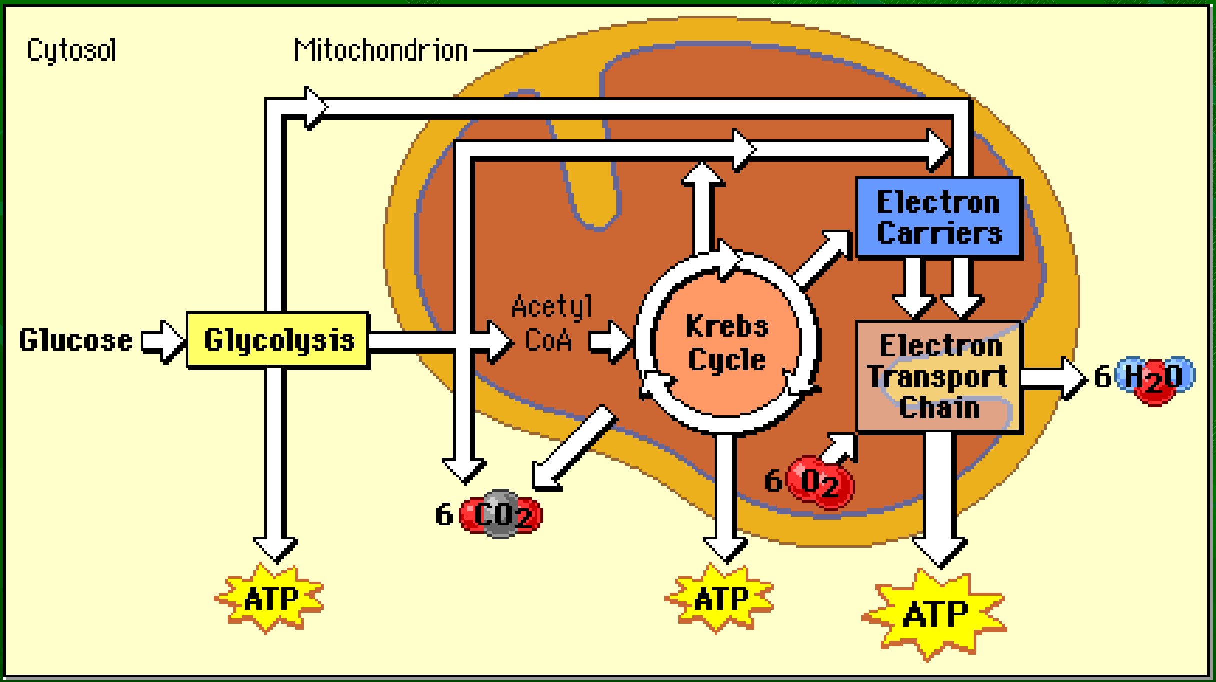
LA RESPIRACIÓN CELULAR

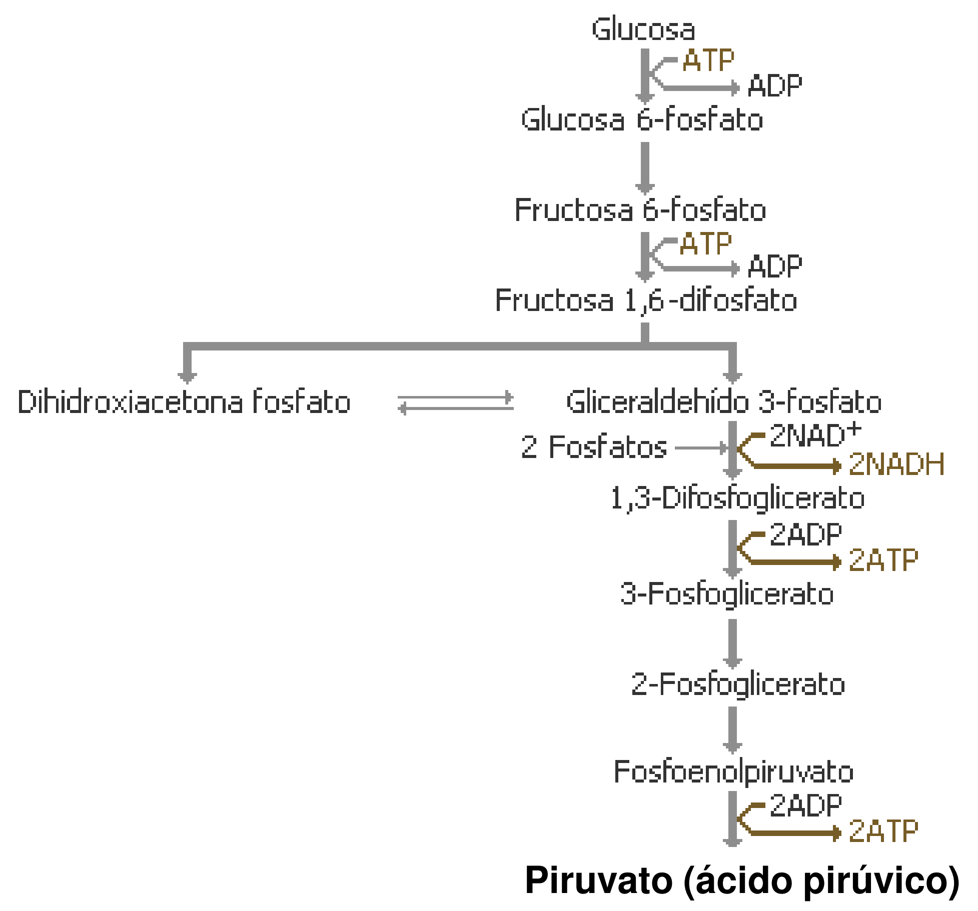
Respiración celular

- La degradación de la glucosa mediante el uso de oxígeno o alguna otra sustancia inorgánica, se conoce como respiración celular.
  - La respiración celular que necesita oxígeno se llama respiración aeróbica.

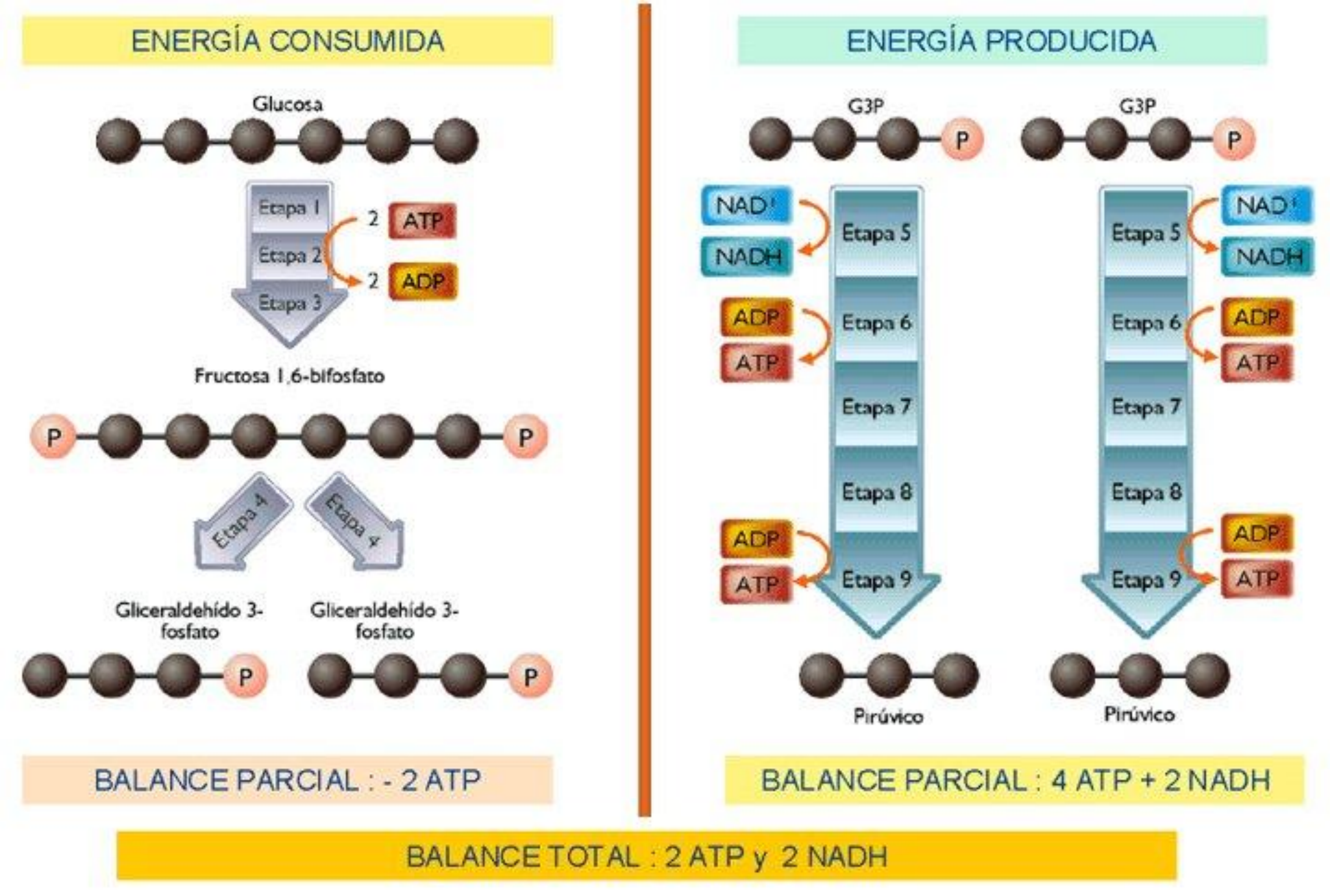


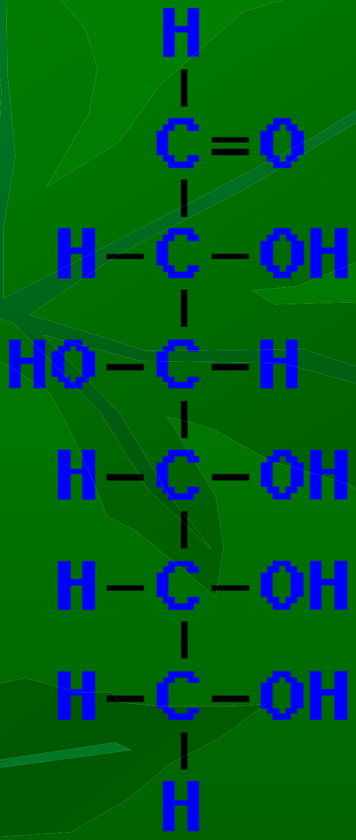
Glucólisis

- Es la conversión de glucosa en dos moléculas de ácido pirúvico (compuesto de 3 carbonos).
  - Se usan dos moléculas de ATP, pero se producen cuatro.
  - El H, junto con electrones, se unen a una coenzima que se llama nicotín adenín dinucleótido (NAD^+) y forma NADH.
  - Ocurre en el citoplasma.
  - Es anaeróbica.



Glucolisis

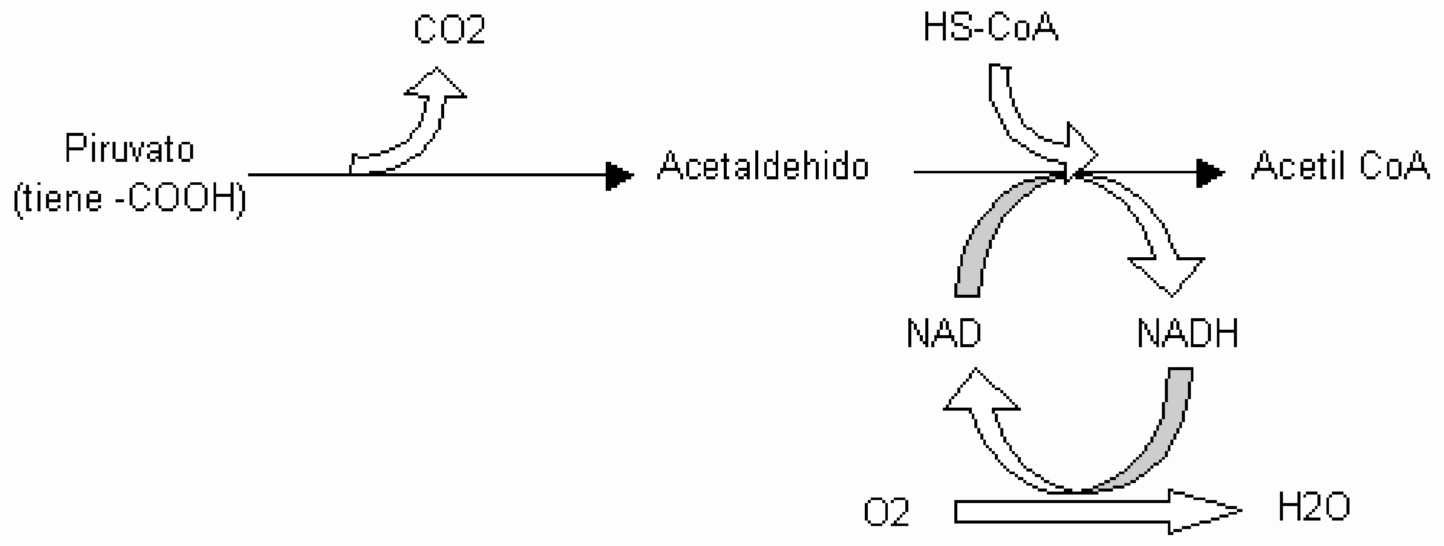

ENERGÍA CONSUMIDA
Glucosa
Etapa 1
Etapa 2
Etapa 3
2 ATP
2 ADP
Fructosa 1,6-bifosfato
P
P
Etapa 4
Etapa 4
Gliceraldehído 3-fosfato
Gliceraldehído 3-fosfato
P
P
BALANCE PARCIAL : - 2 ATP
ENERGÍA PRODUCIDA
G3P
G3P
P
P
NAD+
NADH
Etapa 5
ADP
ATP
Etapa 6
Etapa 7
Etapa 8
ADP
ATP
Etapa 9
NAD+
NADH
Etapa 5
ADP
ATP
Etapa 6
Etapa 7
Etapa 8
ADP
ATP
Etapa 9
Pirúvico
Pirúvico
BALANCE PARCIAL : 4 ATP + 2 NADH
BALANCE TOTAL : 2 ATP y 2 NADH

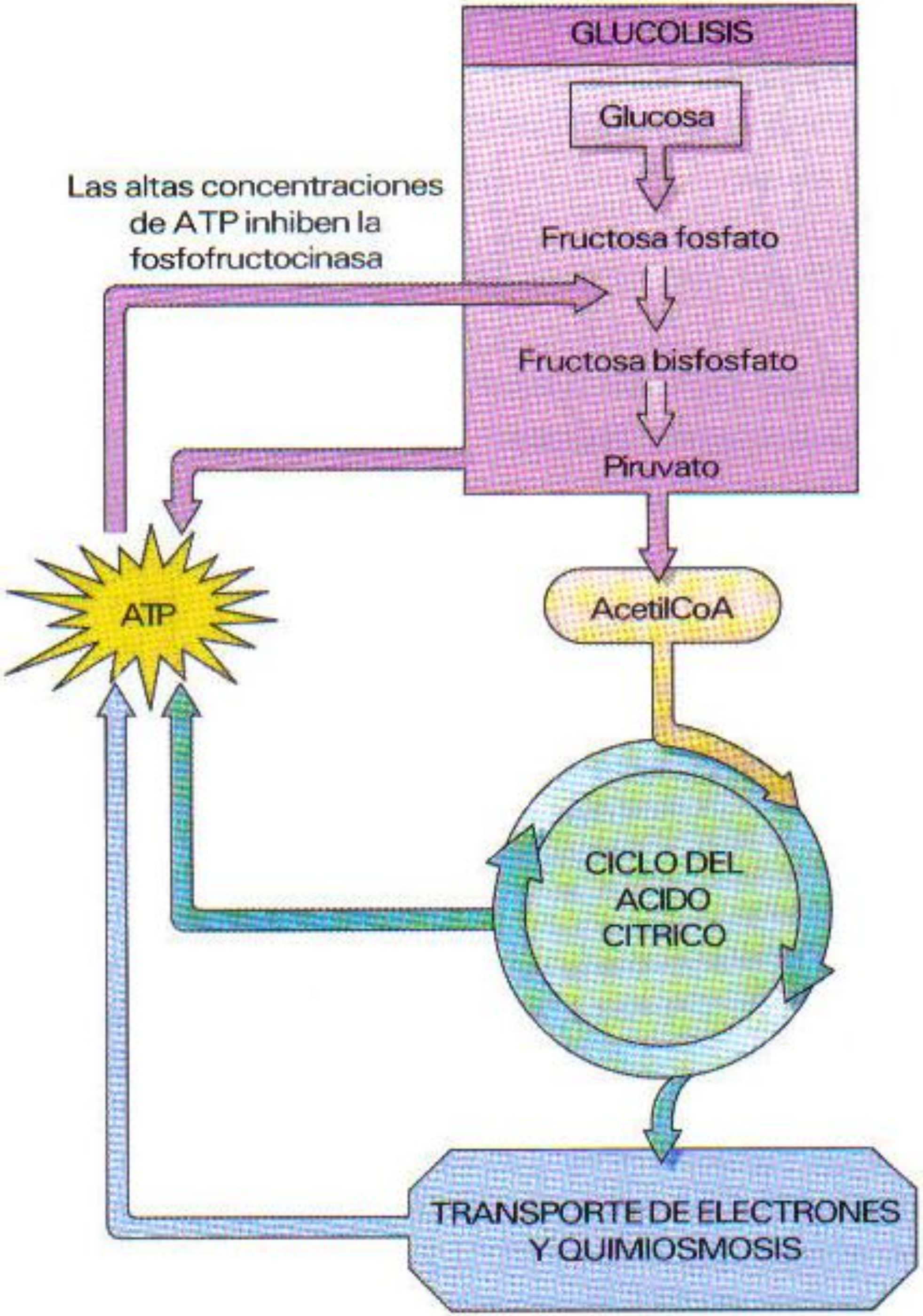


$$\begin{array}{ccccc} & & \mathrm{H} & & \\ & & | & & \\ & & \mathrm{C} & = & \mathrm{O} \\ & & | & & \\ \mathrm{H} & - & \mathrm{C} & - & \mathrm{OH} \\ & & | & & \\ \mathrm{HO} & - & \mathrm{C} & - & \mathrm{H} \\ & & | & & \\ \mathrm{H} & - & \mathrm{C} & - & \mathrm{OH} \\ & & | & & \\ \mathrm{H} & - & \mathrm{C} & - & \mathrm{OH} \\ & & | & & \\ \mathrm{H} & - & \mathrm{C} & - & \mathrm{OH} \\ & & | & & \\ & & \mathrm{H} & & \end{array}$$

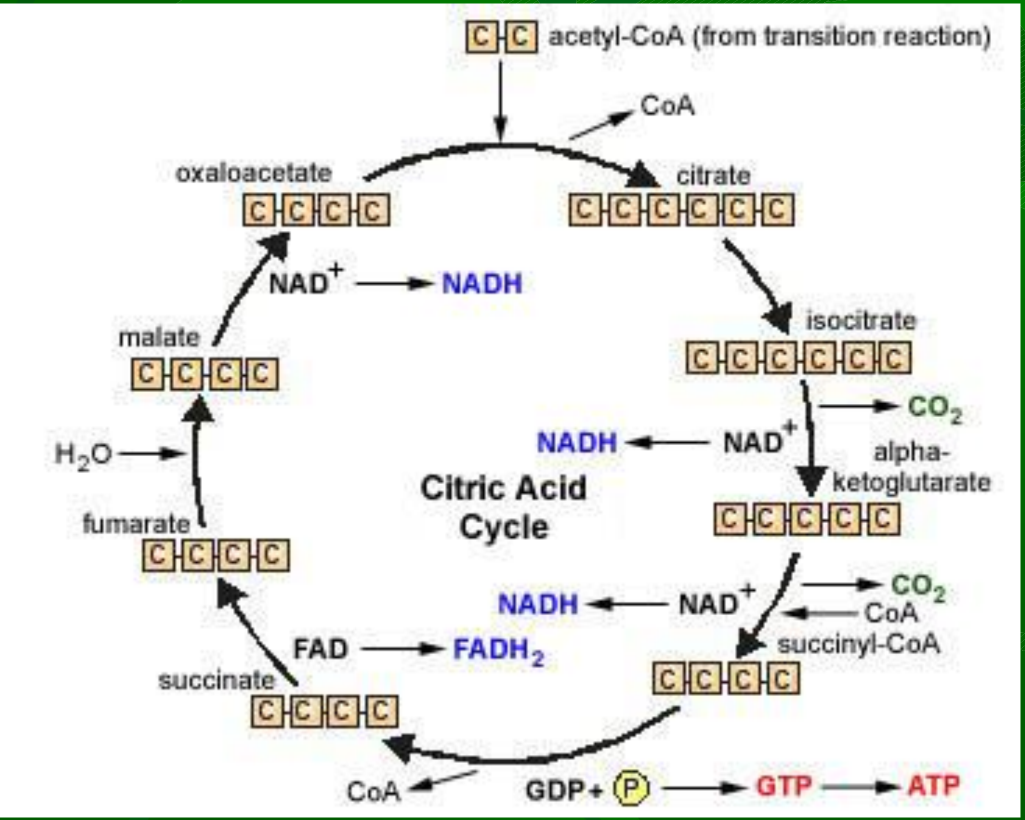
Glucólisis

- Libera solamente el 10% de la energía disponible en la glucosa.
- La energía restante se libera al romperse cada molécula de ácido pirúvico en agua y bióxido de carbono.
- El primer paso es la conversión del ácido pirúvico (3 C) en ácido acético (2 C); el cual está unido a la coenzima A (coA).
  - Se produce una molécula de CO2 y NADH.

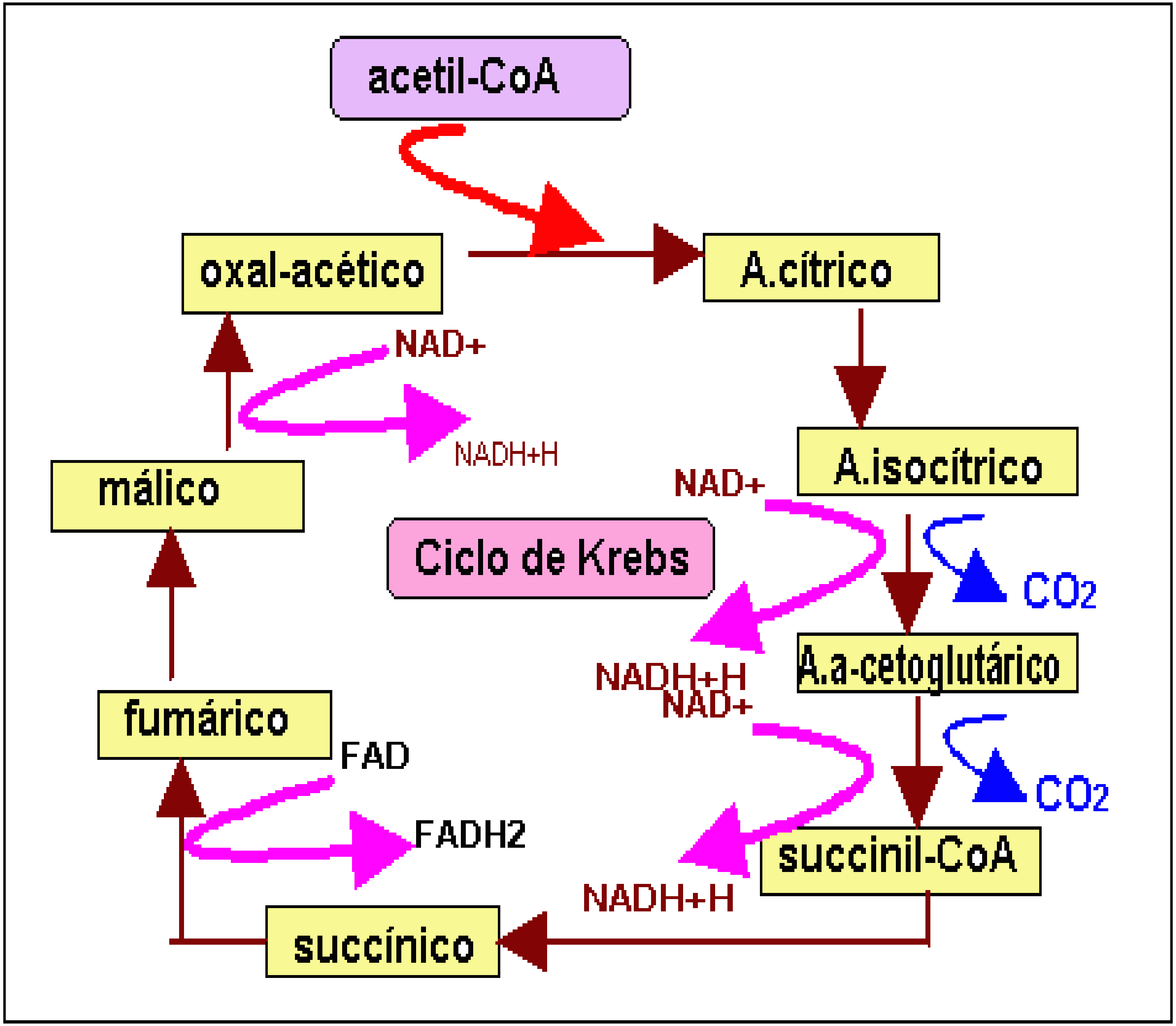



GLUCOLISIS
Glucosa
Fructosa fosfato
Fructosa bisfosfato
Piruvato
Las altas concentraciones de ATP inhiben la fosfofructocinasa
ATP
AcetilCoA
CICLO DEL ACIDO CITRICO
TRANSPORTE DE ELECTRONES Y QUIMIOSMOSIS

El ciclo del ácido cítrico



- A continuación, el acetil-coA entra en una serie de reacciones conocidas como el ciclo del ácido cítrico, en el cual se completa la degradación de la glucosa.
  - El acetil-coA se une al ácido oxaloacético (4C) y forma el ácido cítrico (6C).
  - El ácido cítrico vuelve a convertirse en ácido oxaloacético.
  - Se libera CO2, se genera NADH o FADH2 y se produce ATP.
  - El ciclo empieza de nuevo.



Ciclo de Krebs

acetil-CoA

oxal-acético

A.cítrico

A.isocítrico

NAD+

NADH+H

CO2

A.a-cetoglutárico

NAD+

NADH+H

CO2

succinil-CoA

succínico

FAD

FADH2

fumárico

málico

NAD+

NADH+H

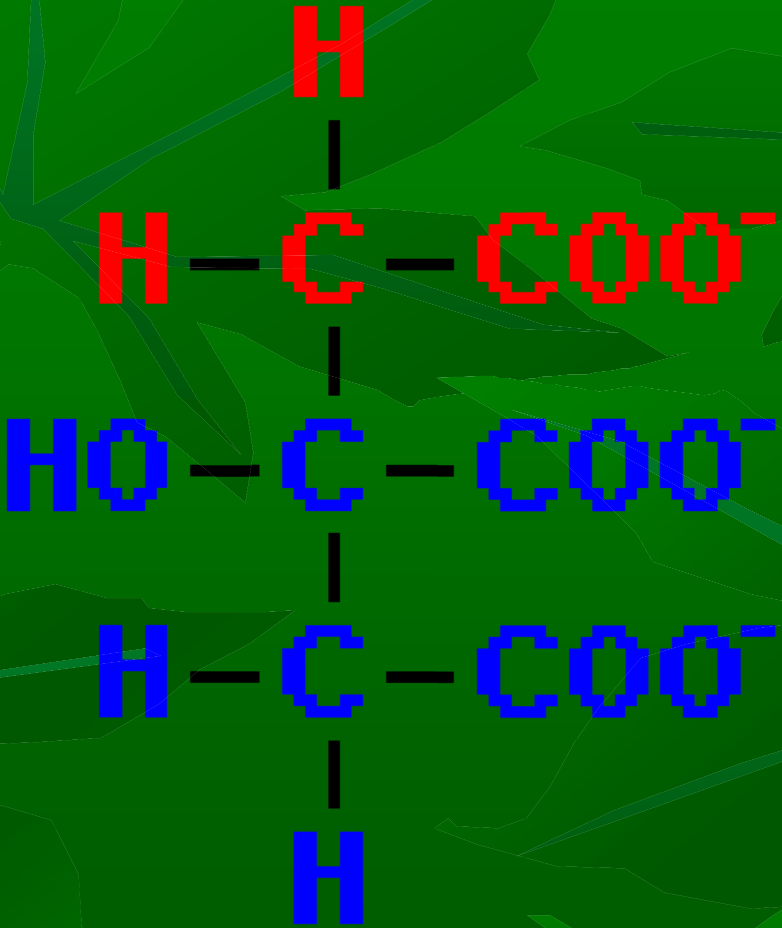
Sir Hans Adolf Krebs

El bioquímico británico y premio Nobel Hans Adolf Krebs es conocido, fundamentalmente, por sus investigaciones sobre los procesos bioquímicos de la respiración celular

El ciclo del ácido cítrico

- La molécula de glucosa se degrada completamente una vez que las dos moléculas de ácido pirúvico entran a las reacciones del ácido cítrico.

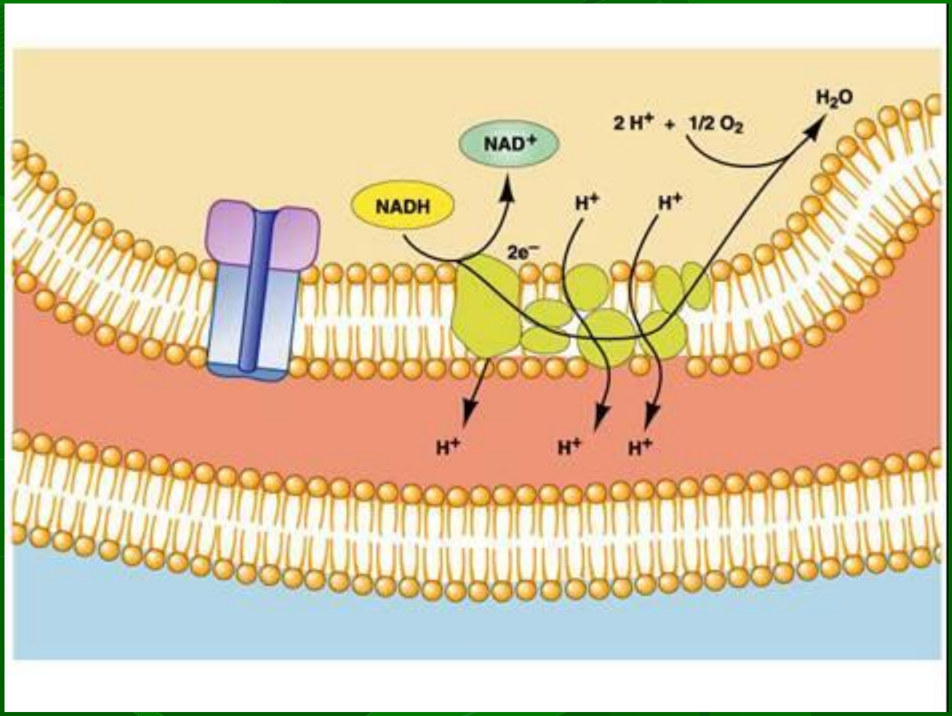
- Este ciclo puede degradar otras sustancias que no sean acetil-coA, como productos de la degradación de los lípidos y proteínas, que ingresan en diferentes puntos del ciclo, y se obtiene energía.



$$\begin{array}{ccccc}
 & & H & & \\
 & & | & & \\
H & - & C & - & COO^- \\
 & & | & & \\
HO & - & C & - & COO^- \\
 & & | & & \\
H & - & C & - & COO^- \\
 & & | & & \\
 & & H & &
\end{array}$$

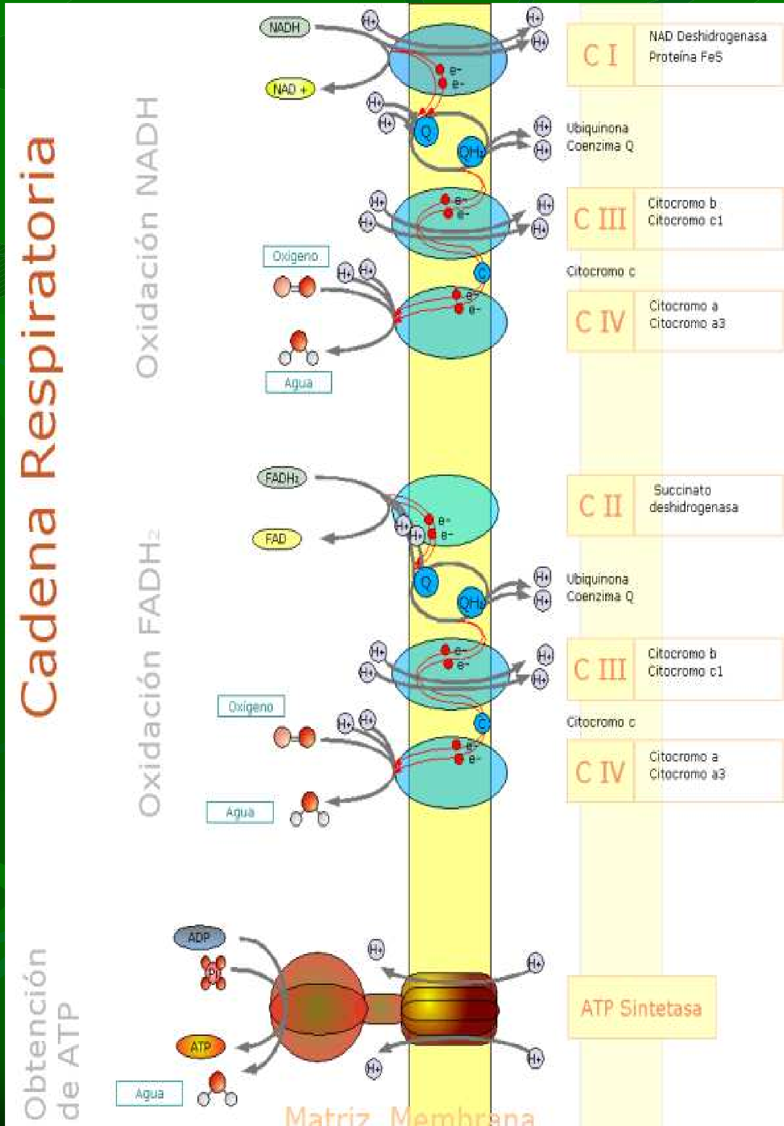
La cadena de transporte de electrones

- En el ciclo del ácido cítrico se ha producido CO2, que se elimina, y una molécula de ATP.
- Sin embargo, la mayor parte de la energía de la glucosa la llevan el NADH y el FADH2, junto a los electrones asociados.
- Estos electrones sufren una serie de transferencias entre compuestos que son portadores de electrones, denominados cadena de transporte de electrones, y que se encuentran en las crestas de las mitocondrias.

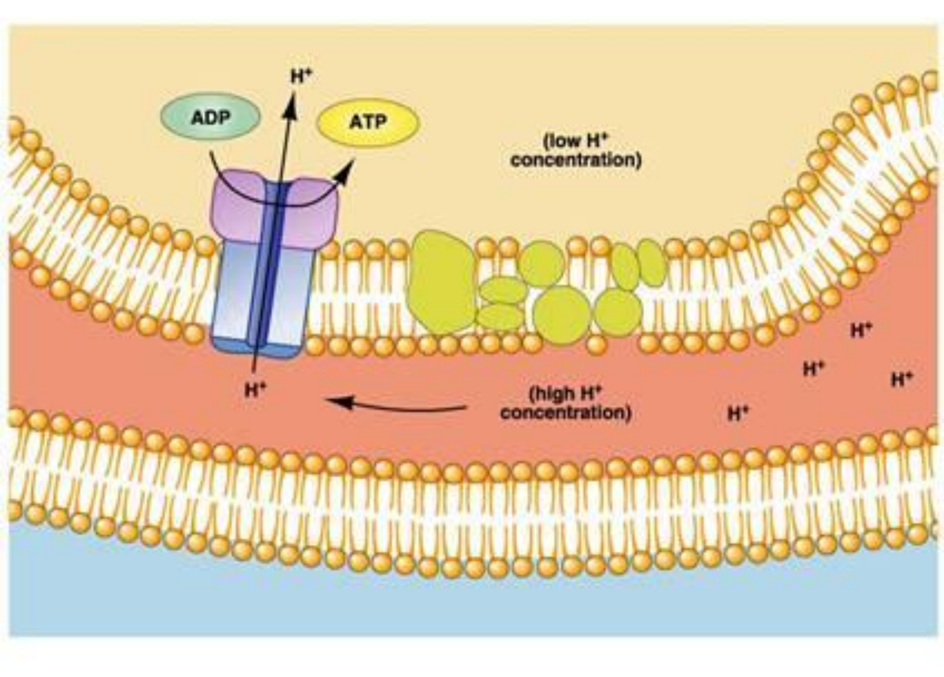


Cadena respiratoria

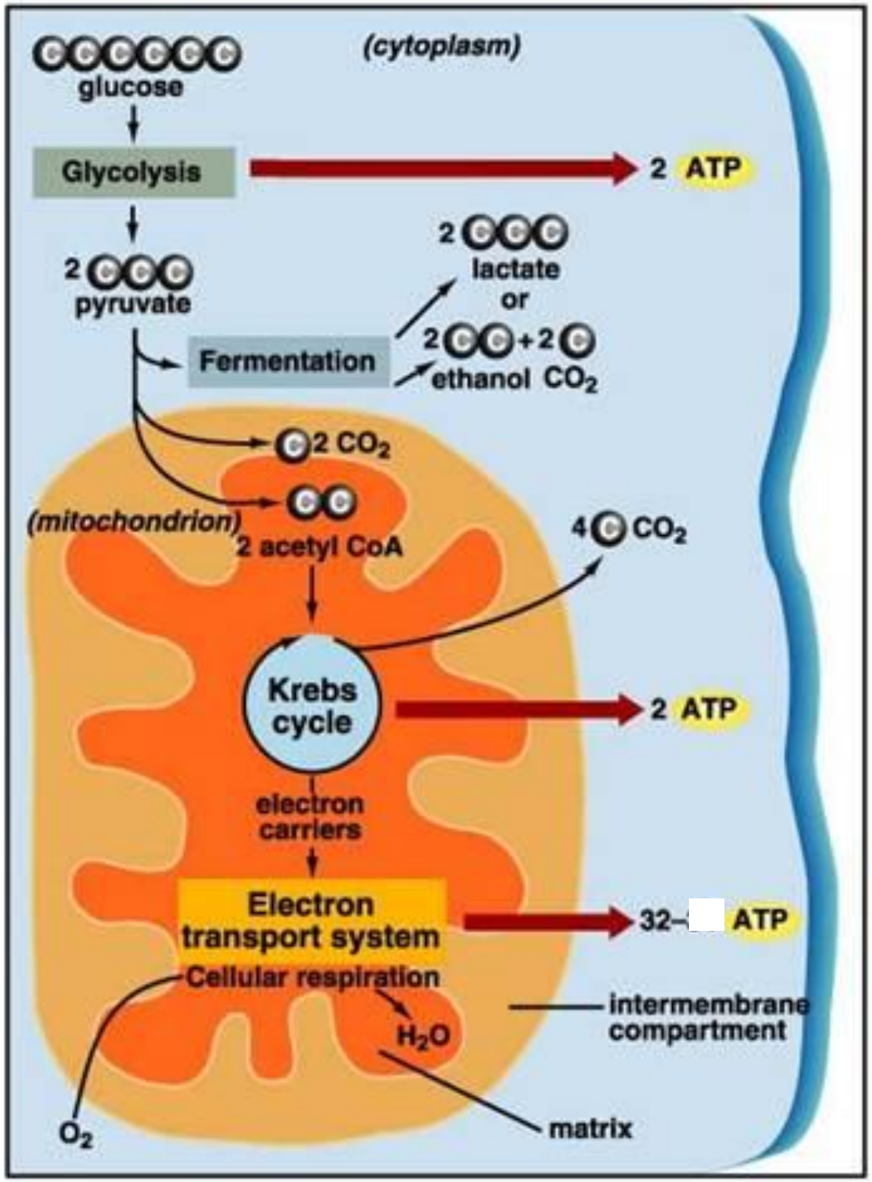
- Los electrones que se "almacenan" en el NADH y FADH2, irán pasando por una serie de transportadores.
- La disposición de los transportadores permite que los electrones "salten" de unos a otros, liberándose la energía que sirve para formar un enlace de alta energía entre el ADP y el P, que da lugar al ATP.
- El último aceptor de electrones es el oxígeno molecular.



La cadena de transporte de electrones



- Uno de los portadores de electrones es una coenzima, los demás contienen hierro y se llaman citocromos.
- Esta cadena produce 32 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa degradada, que más 2 ATP de la glucólisis y 2 ATP del ciclo del ácido cítrico, hay una ganancia neta de 36 ATP **por cada glucosa** que se degrada en CO_2 y H_2O.


C C C C C C
glucose
(cytoplasm)
Glycolysis
2 ATP
2 C C C
pyruvate
2 C C C
lactate
or
2 C C + 2 C
ethanol CO2
Fermentation
C 2 CO2
C C
(mitochondrion)
2 acetyl CoA
4 C CO2
Krebs cycle
2 ATP
electron carriers
Electron transport system
32– ATP
Cellular respiration
H2O
O2
intermembrane compartment
matrix

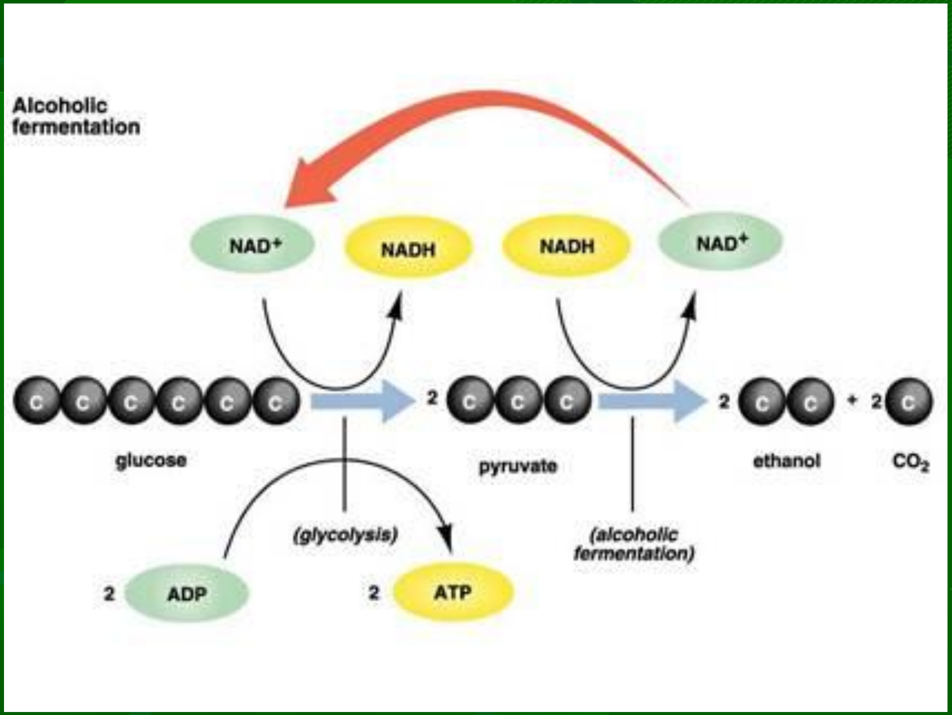
Respiración anaeróbica

- No todas las formas de respiración requieren oxígeno.
- Algunos organismos (bacterias) degradan su alimento por medio de la respiración anaeróbica.
- Aquí, el aceptor final de electrones es otra sustancia inorgánica diferente al oxígeno.
- Se produce menos ATP que en la respiración aeróbica.

FERMENTACIÓN

- Es la degradación de la glucosa y liberación de energía utilizando sustancias orgánicas como aceptores finales de electrones.
- Algunos organismos como las bacterias y las células musculares humanas, pueden producir energía mediante la fermentación.
    - La primera parte de la fermentación es la glucólisis.
    - La segunda parte difiere según el tipo de organismo.

Fermentación alcohólica



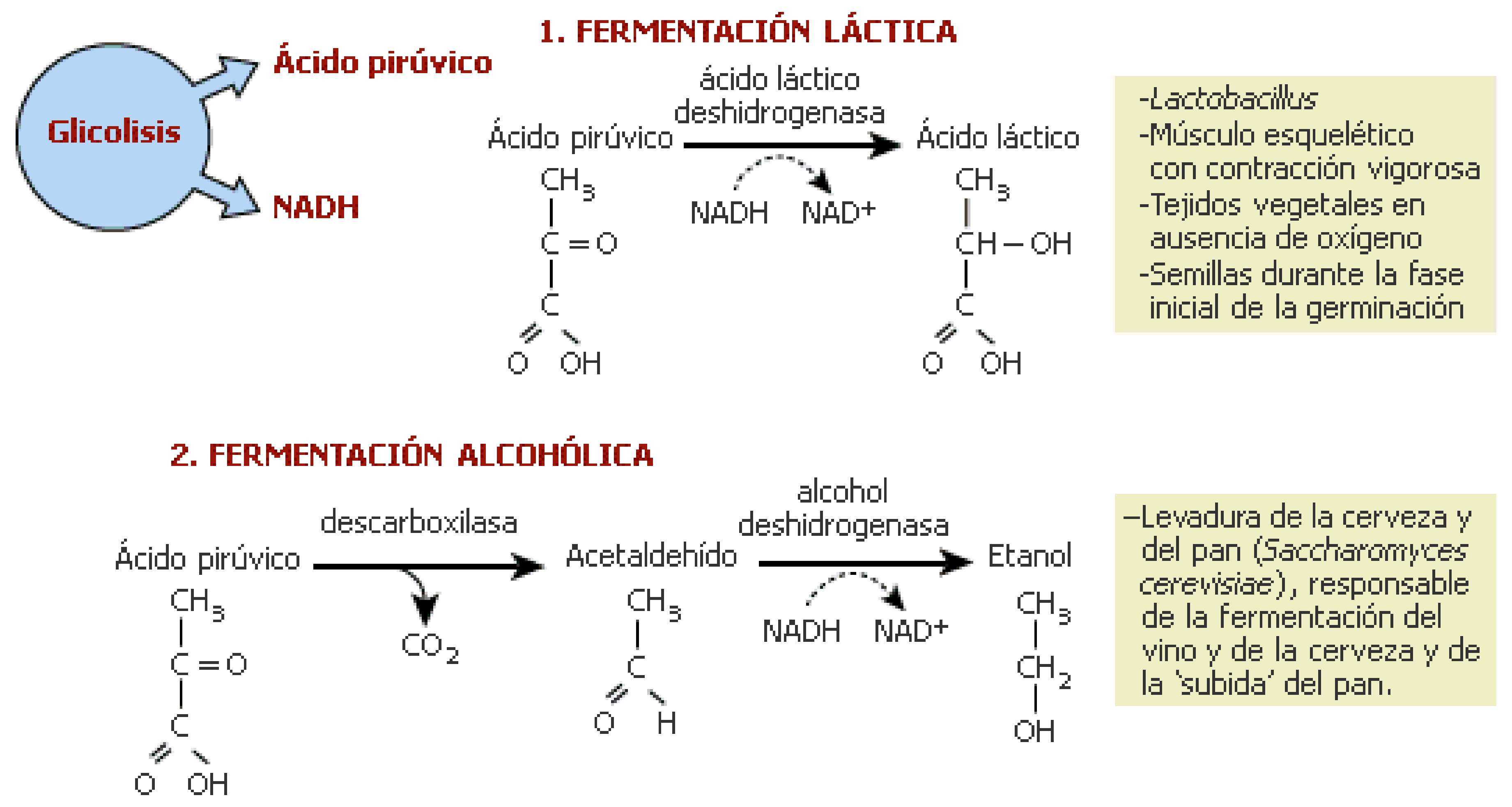
- Este tipo de fermentación produce alcohol etílico y CO_2, a partir del ácido pirúvico.
- Es llevada a cabo por las células de levadura (hongo).
- La fermentación realizada por las levaduras hace que la masa del pan suba y esté preparada para hornearse.

Fermentación láctica

- Este tipo de fermentación convierte el ácido pirúvico en ácido láctico.
- Al igual que la alcohólica, es anaeróbica y tiene una ganancia neta de 2 ATP por cada glucosa degradada.
- Es importante en la producción de lácteos.

El **ácido láctico** se produce cuando los músculos trabajan con oxígeno insuficiente. La acumulación de ácido láctico provoca dolor muscular y fatiga.

FERMENTACIÓN

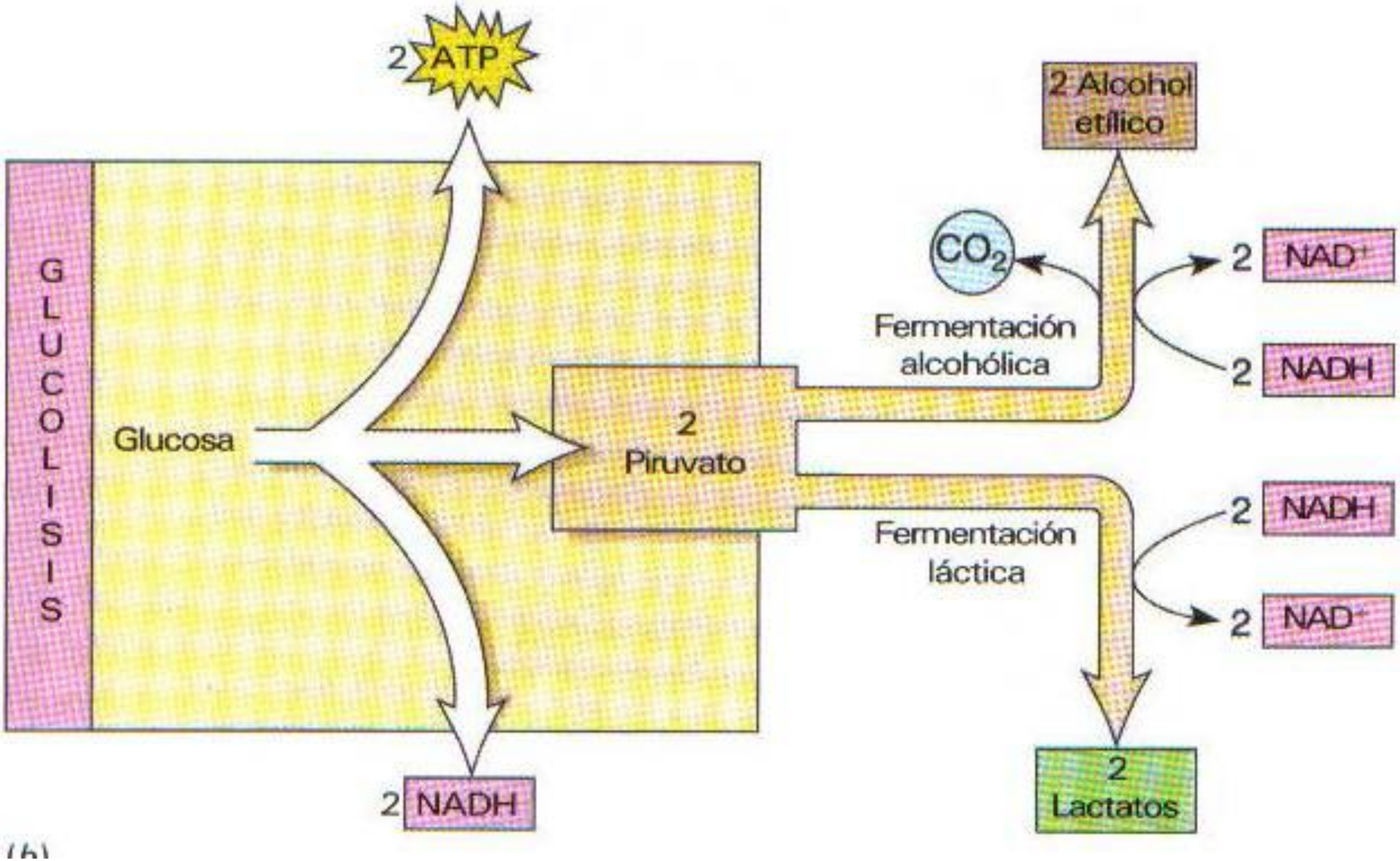


1. FERMENTACIÓN LÁCTICA

- *Lactobacillus*
- Músculo esquelético con contracción vigorosa
- Tejidos vegetales en ausencia de oxígeno
- Semillas durante la fase inicial de la germinación

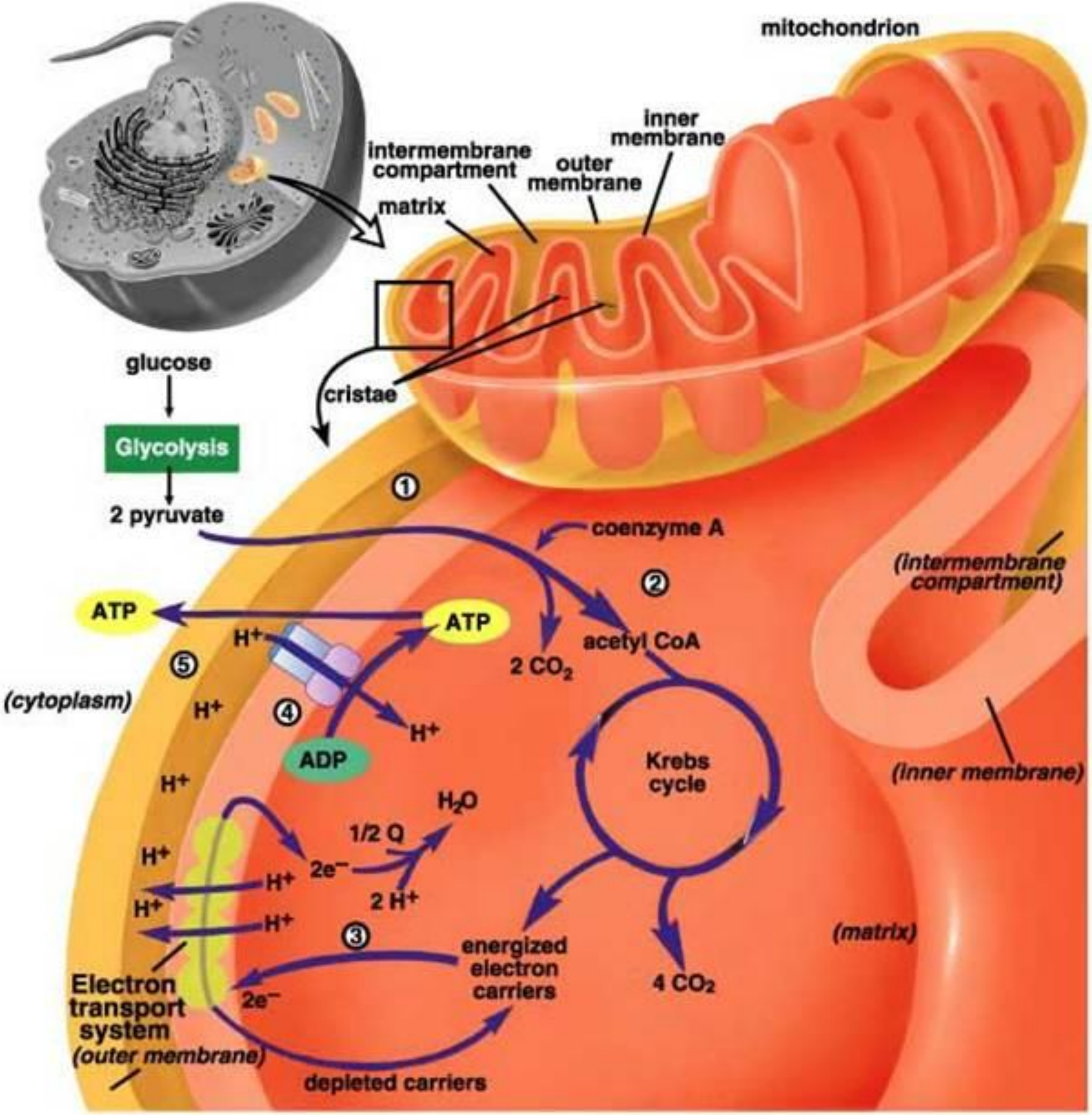
2. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

- Levadura de la cerveza y del pan (*Saccharomyces cerevisiae*), responsable de la fermentación del vino y de la cerveza y de la 'subida' del pan.

2 ATP
2 Alcohol etílico
CO2
2 NAD+
Fermentación alcohólica
2 NADH
GLUCOLISIS
Glucosa
2 Piruvato
2 NADH
Fermentación láctica
2 NAD+
2 NADH
2 Lactatos
(b)

Preguntas

- ¿Por qué es importante la fermentación para las células musculares de organismos aeróbicos?
- ¿Qué proceso celular produce mayor cantidad de energía en forma de ATP?
- ¿Cuál es la ganancia neta de ATP en la respiración aerobia y en la fermentación?
- ¿Qué aplicación industrial tiene la fermentación?


mitochondrion
inner membrane
intermembrane compartment
outer membrane
matrix
cristae
glucose
Glycolysis
2 pyruvate
①
coenzyme A
②
(intermembrane compartment)
ATP
ATP
H+
⑤
acetyl CoA
$2\ CO_2$
(cytoplasm)
H+
④
H+
ADP
Krebs cycle
(inner membrane)
H+
H_2O
1/2 Q
H+
2e−
H+
2 H+
H+
H+
③
energized electron carriers
$4\ CO_2$
(matrix)
Electron transport system
(outer membrane)
2e−
depleted carriers

Lección # 1

- De la Glucólisis diga:
  a. Donde ocurre
  b. Resultado (¿Que se forma?)
  c. Ganancia energética
  d. Condiciones para que se produzca (en cuanto a niveles de oxígeno)