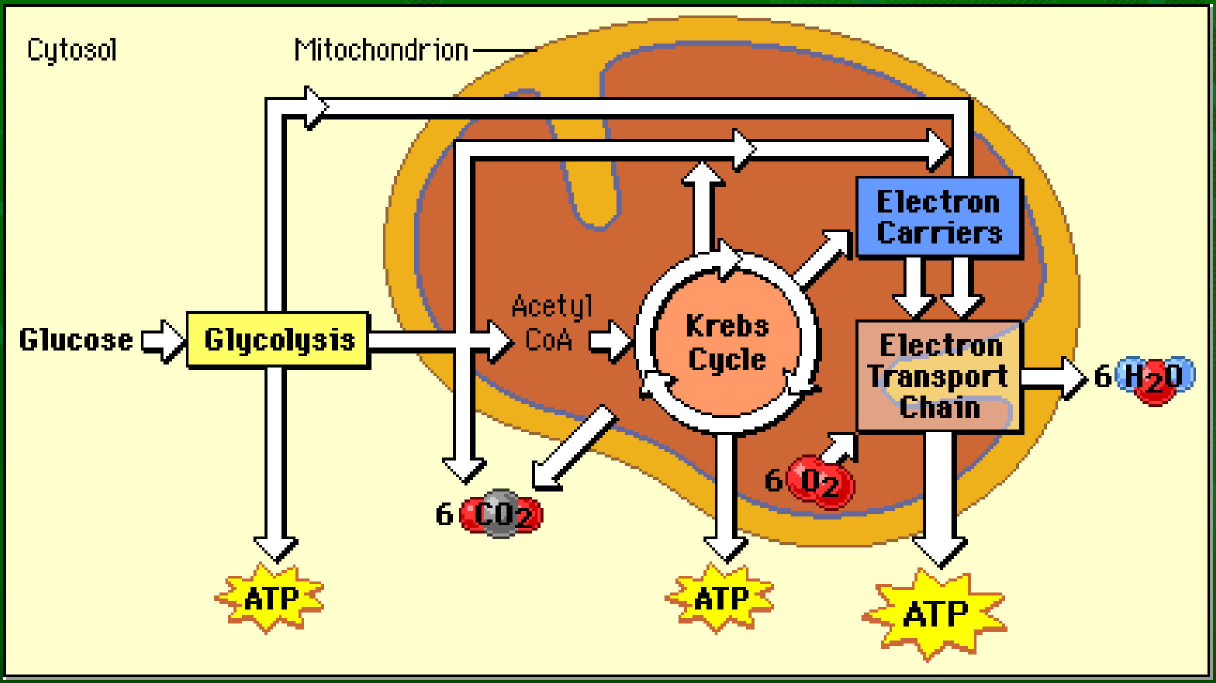
LA RESPIRACIÓN CELULAR

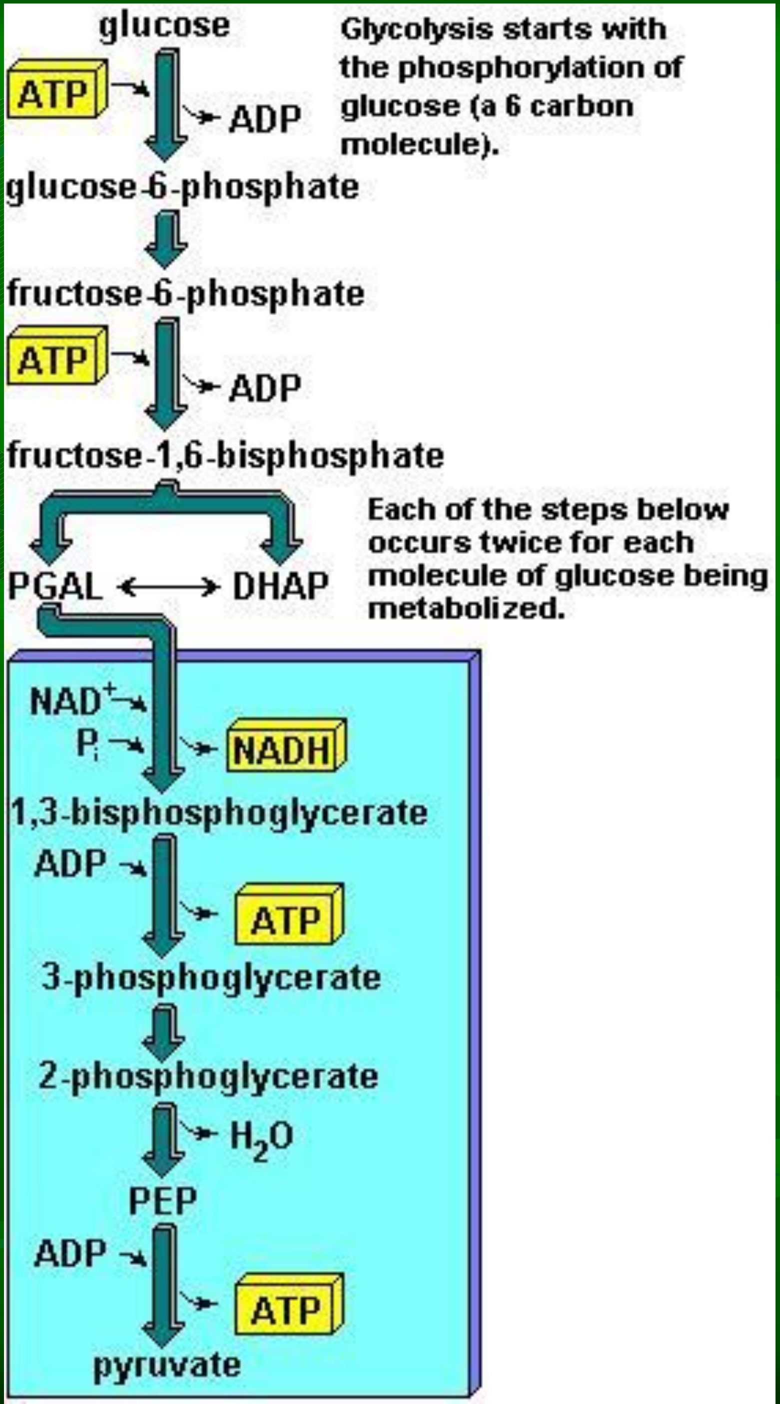
Respiración celular

- 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.

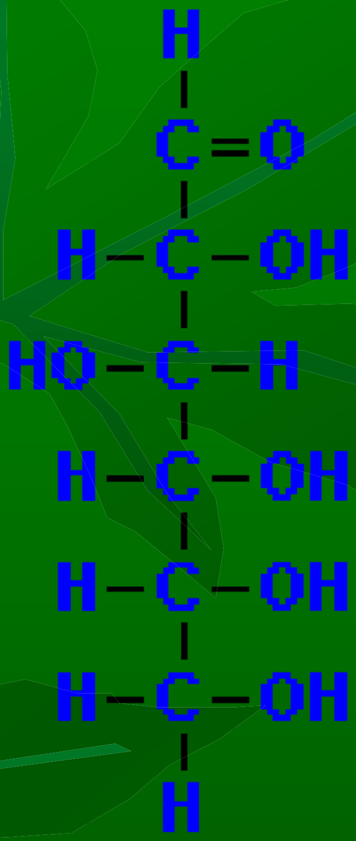


Glucólisis

- 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.


Glycolysis starts with the phosphorylation of glucose (a 6 carbon molecule).

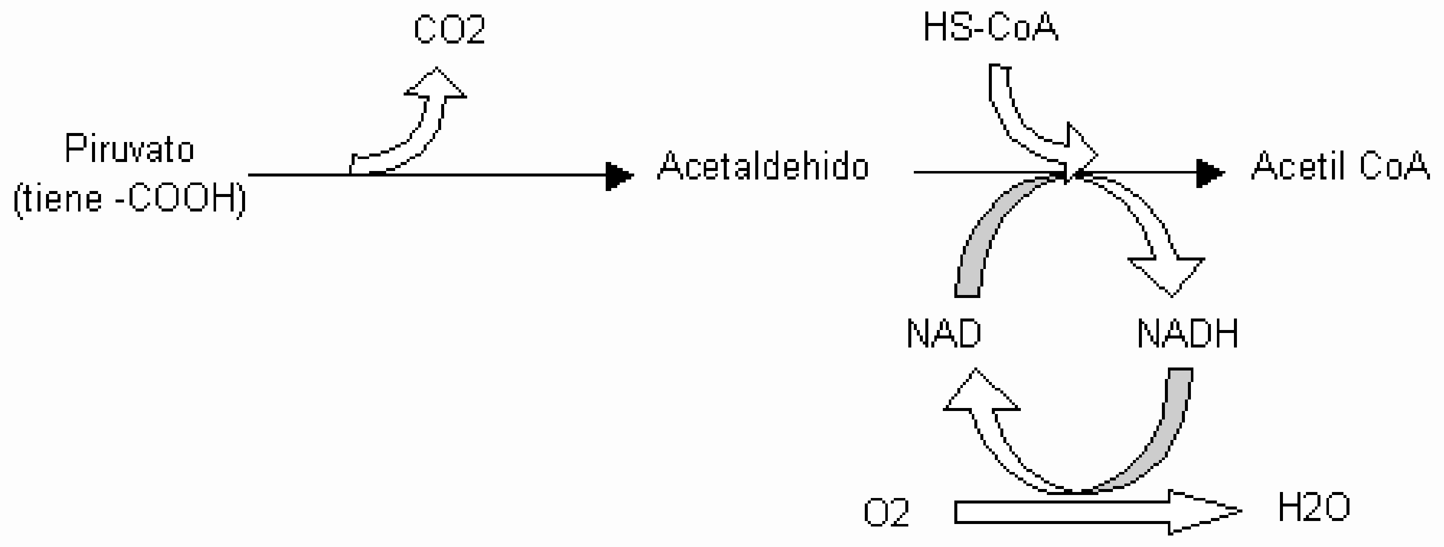
Each of the steps below occurs twice for each molecule of glucose being metabolized.



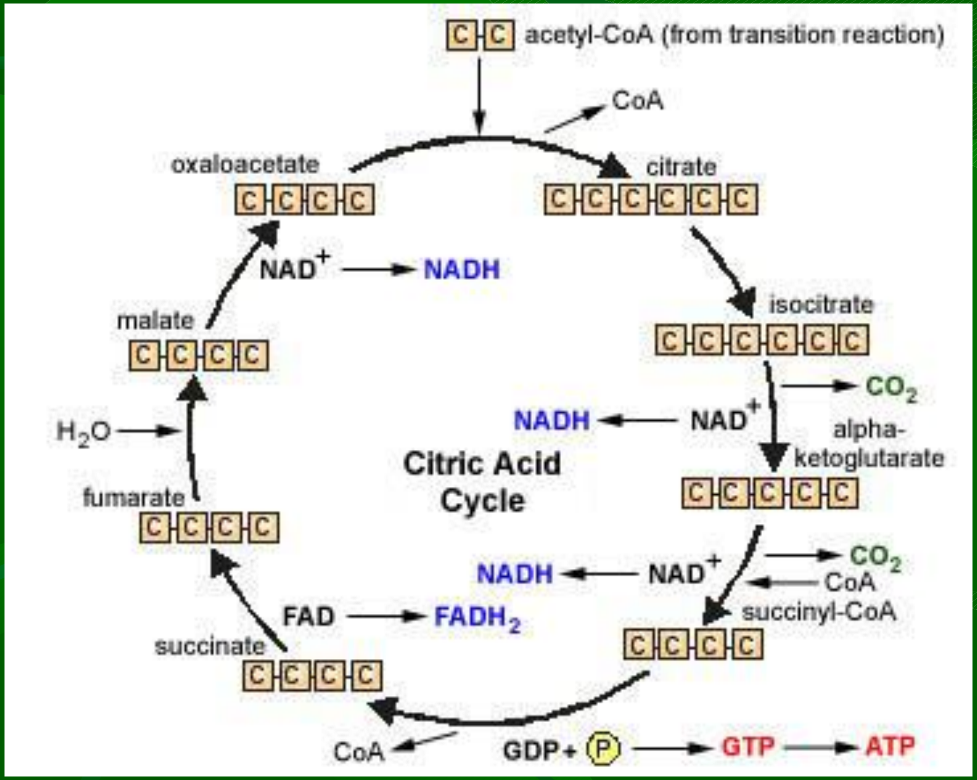
$$\begin{array}{rcl} & \mathrm{H} & \\ & | & \\ & \mathrm{C} & {=}\,\mathrm{O} \\ & | & \\ \mathrm{H}- & \mathrm{C} & -\mathrm{OH} \\ & | & \\ \mathrm{HO}- & \mathrm{C} & -\mathrm{H} \\ & | & \\ \mathrm{H}- & \mathrm{C} & -\mathrm{OH} \\ & | & \\ \mathrm{H}- & \mathrm{C} & -\mathrm{OH} \\ & | & \\ \mathrm{H}-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

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 CO_2 y NADH.



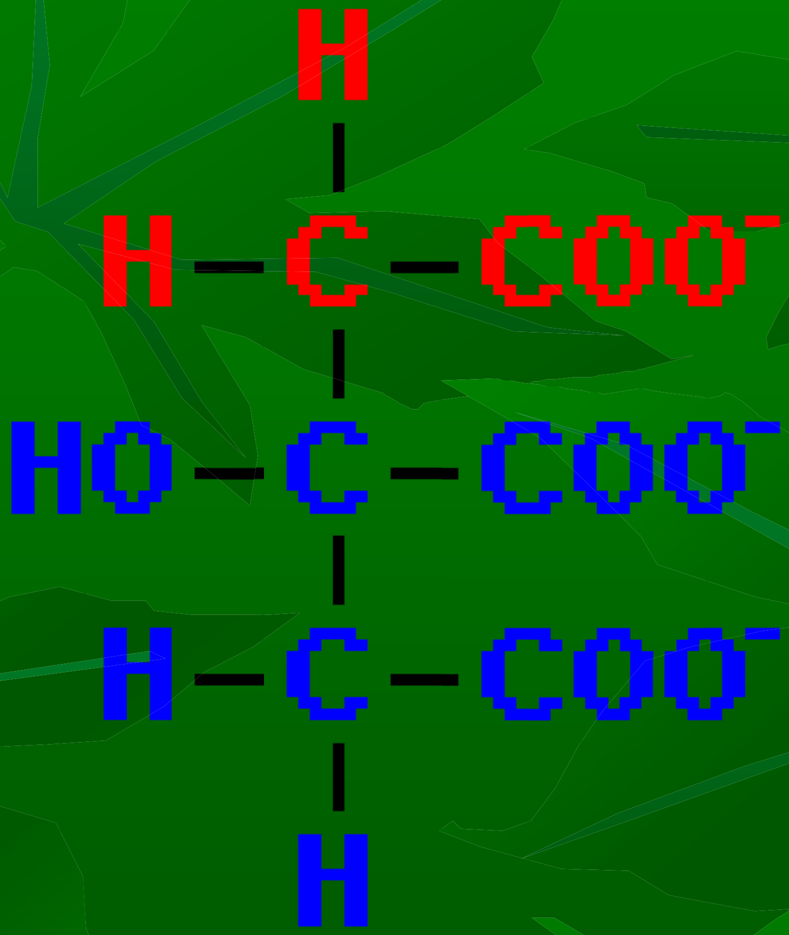
El ciclo del ácido cítrico



- 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.

El ciclo del ácido cítrico

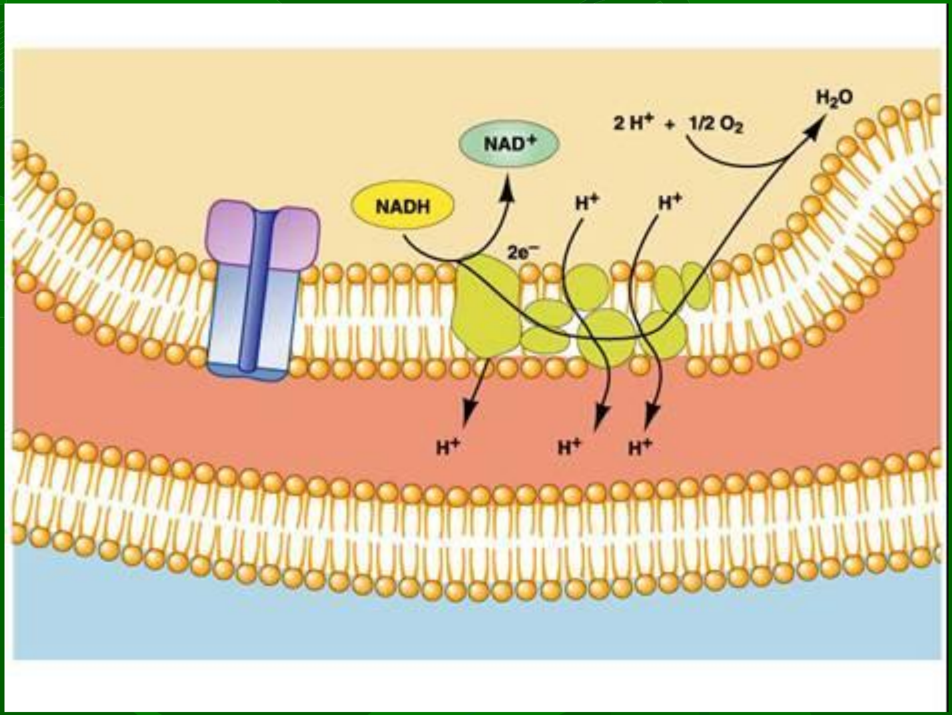
- La molécula de glucosa se degrada completamente una vez que las dos moléculas de ácido pirúvico entran a las reacciones del ácido cítrico.
- Este ciclo puede degradar otras sustancias que no sean acetil-coA, como productos de la degradación de los lípidos y proteínas, que ingresan en diferentes puntos del ciclo, y se obtiene energía.



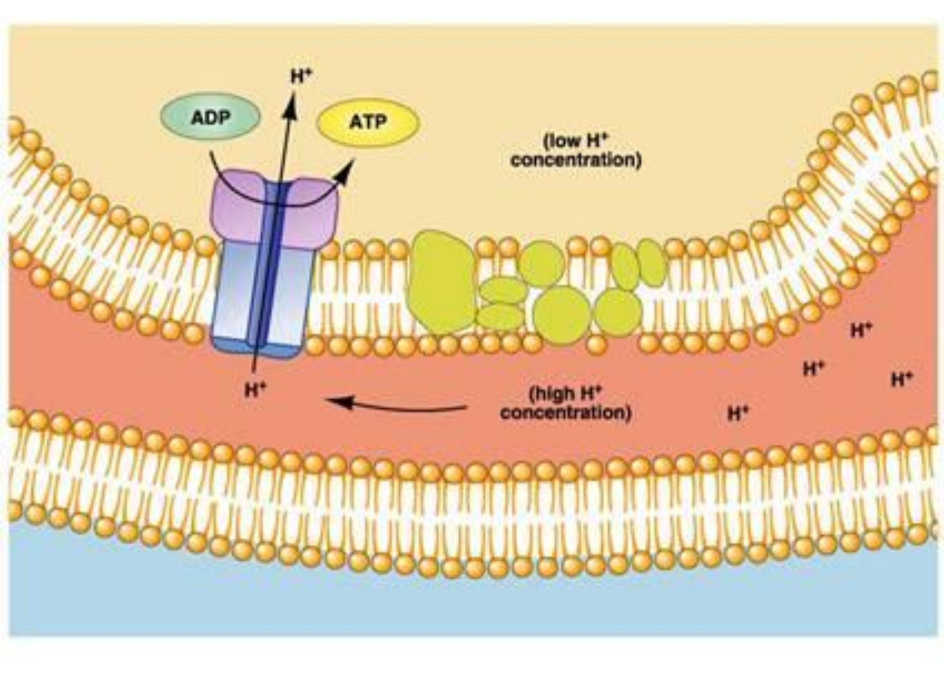
$$\begin{array}{ccccc} & & H & & \\ & & | & & \\ H & - & C & - & COO^- \\ & & | & & \\ HO & - & C & - & COO^- \\ & & | & & \\ H & - & C & - & COO^- \\ & & | & & \\ & & H & & \end{array}$$

La cadena de transporte de electrones

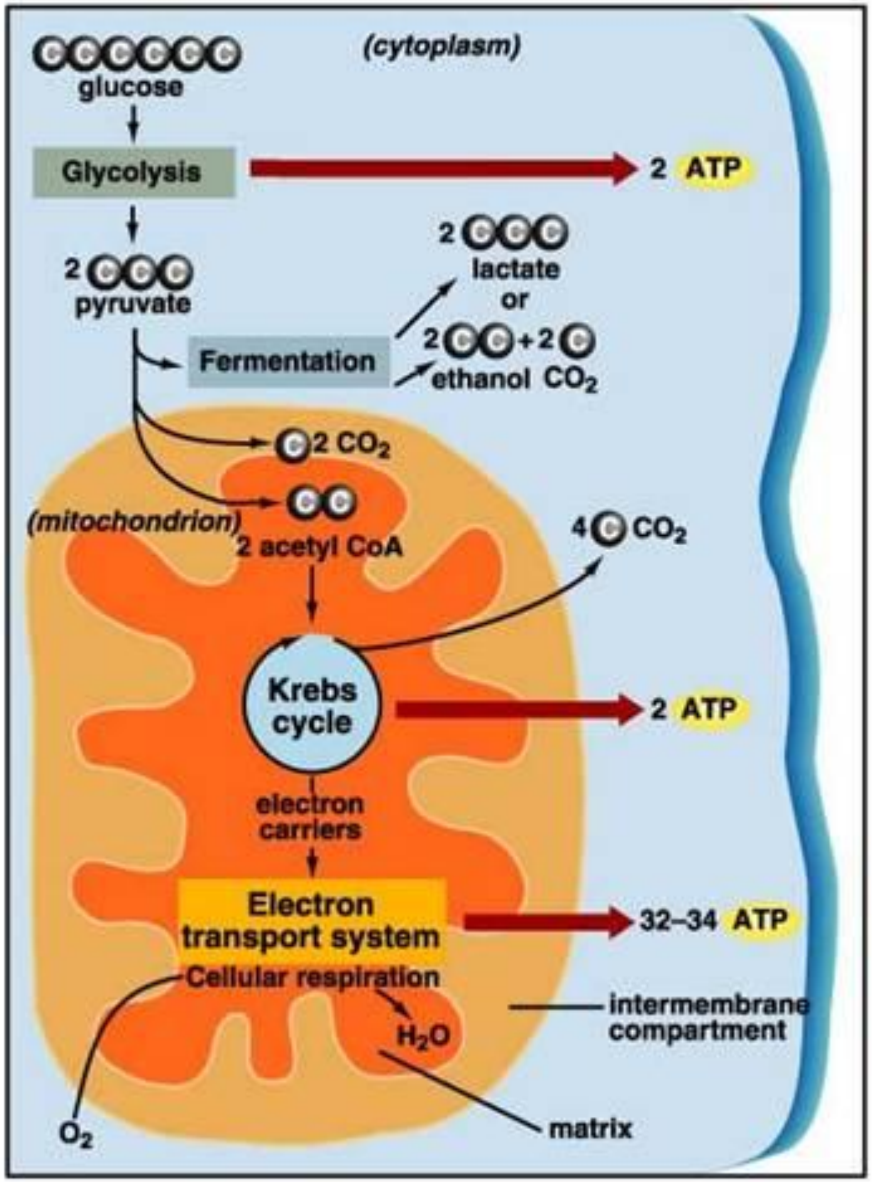
- En el ciclo del ácido cítrico se ha producido CO2, que se elimina, y una molécula de ATP.
- Sin embargo, la mayor parte de la energía de la glucosa la llevan el NADH (niacina, B3) y el FADH2(rivoflavina, B2), junto a los electrones asociados.
- Estos electrones sufren una serie de transferencias entre compuestos que son portadores de electrones, denominados cadena de transporte de electrones, y que se encuentran en las crestas de las mitocondrias.



La cadena de transporte de electrones



- Uno de los portadores de electrones es una coenzima, los demás contienen hierro y se llaman citocromos.
- Cada portador está en un nivel de energía más bajo que el anterior, y la energía que se libera se usa para formar ATP.
- 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 CO2 y H2O.


C C C C C C
glucose
(cytoplasm)
Glycolysis
2 ATP
2 C C C
lactate
or
2 C C + 2 C
ethanol CO$_2$
2 C C C
pyruvate
Fermentation
C 2 CO$_2$
C C
(mitochondrion)
2 acetyl CoA
4 C CO$_2$
Krebs cycle
2 ATP
electron carriers
Electron transport system
32–34 ATP
Cellular respiration
H$_2$O
intermembrane compartment
O$_2$
matrix

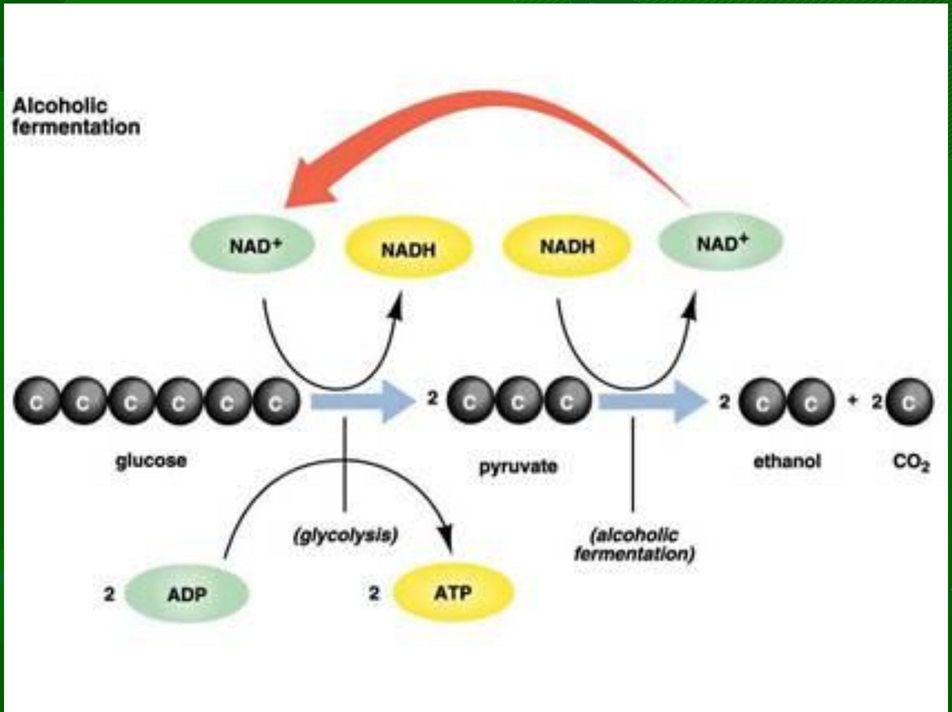
Respiración anaeróbica

- 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



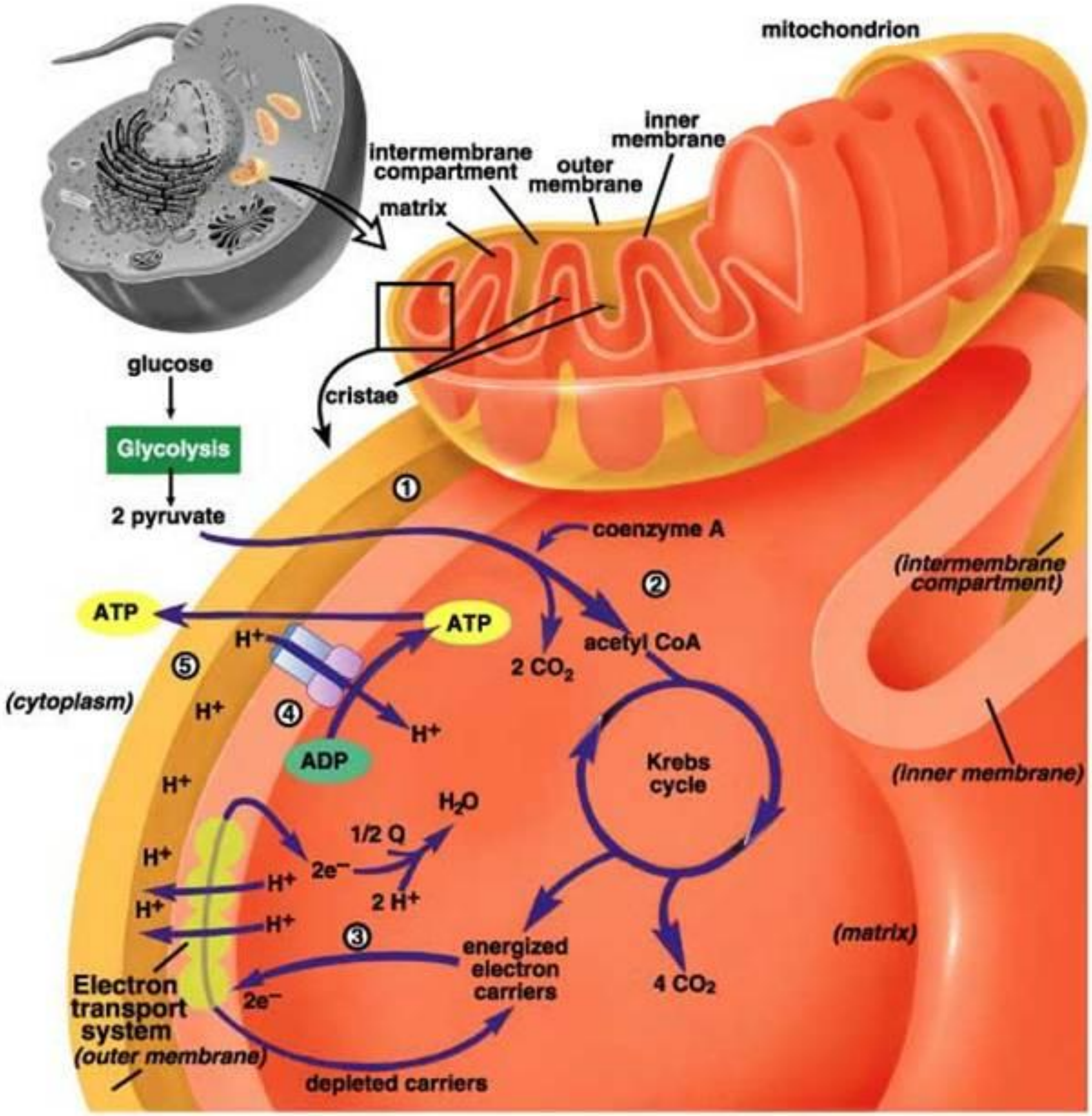
- Este tipo de fermentación produce alcohol etílico y CO2, a partir del ácido pirúvico.
- Es llevada a cabo por las células de levadura (hongo).
- La fermentación realizada por las levaduras hace que la masa del pan suba y esté preparada para hornearse.

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.

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$_2$O
1/2 O$_2$
H+
2e−
H+
2 H+
H+
H+
③
energized electron carriers
4 CO$_2$
(matrix)
Electron transport system
2e−
(outer membrane)
depleted carriers