



fichas de Trabajo

BIOLOGÍA

RESPIRACIÓN CELULAR

4^{to}

SECUNDARIA

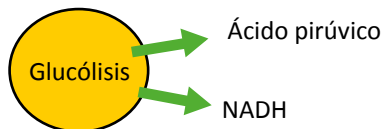
OBJETIVOS:

- ✓ Conocer, comprender y explicar el mecanismo de la respiración celular analizando su importancia en el mantenimiento de los seres vivos.
- ✓ Conocer, comprender y describir la utilidad de los productos de la respiración celular anaeróbica.

Respiración Celular Anaeróbica

1. Glucólisis

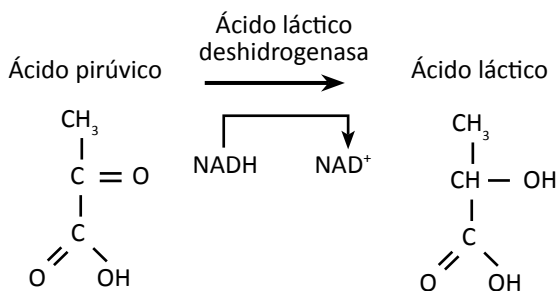
- * Se produce sin la intervención de oxígeno.
- * Se inicia con el ingreso de la glucosa al citosol (citoplasma) celular.
- * La glucosa es degradada parcialmente hasta ácido pirúvico + NADH_2 .
- * Se produce 4 ATPs, pero se gastan 2, por lo tanto, la ganancia neta es 2 ATPs.



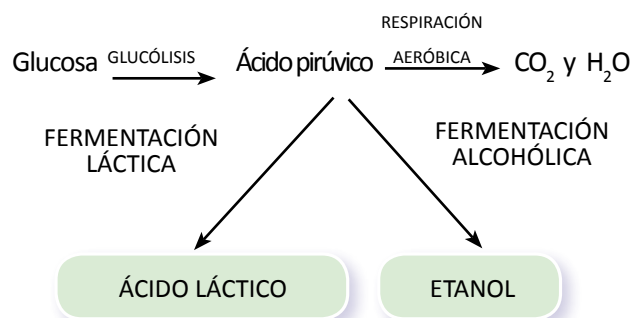
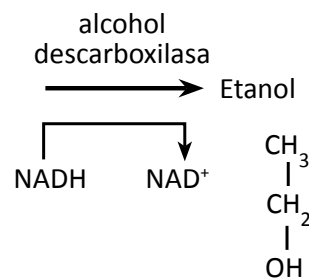
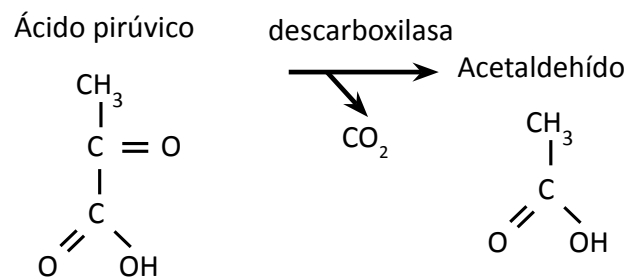
- * Después de la glucólisis se producen 2 tipos de fermentación dependiendo del tipo de célula:

- a) Fermentación alcohólica
- b) Fermentación láctica

A. Fermentación Láctica



B. Fermentación Alcohólica



C. Historia de la Glucólisis

En el verano de 1896, M. Hahn, un científico alemán, trataba de separar proteínas de la levadura en un mortero con arena muy fina y tierra de diatomeas, el extracto de levadura obtenido, se filtró en un paño muy fino; pero, desafortunadamente para Hahn, ese extracto, era muy difícil de preservar.

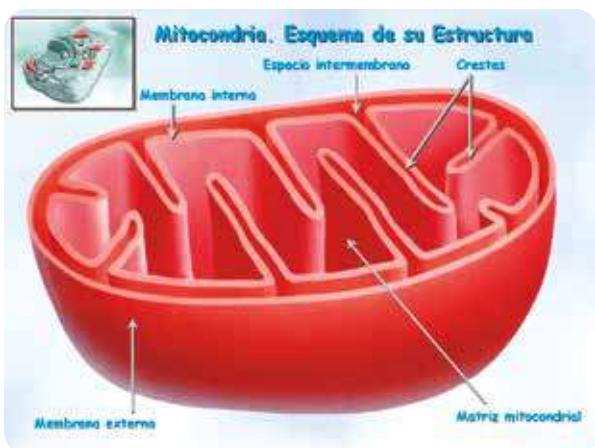
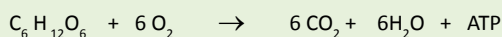
Hans Buchner, colega de Hahn, recordó que la fruta se conserva agregando azúcares, y sugirió a Hahn agregar sacarosa. Al hacerlo, observaron que de la solución emergían burbujas. Eduard Buchner concluyó que la fermentación, el proceso descrito por Louis Pasteur como la vida sin aire, estaba ocurriendo. Así Buchner había demostrado que los procesos de la vida (la fermentación en este caso), podían ocurrir fuera de la célula viva.

La hipótesis de Buchner consistió en que la fermentación resulta de la actividad de una enzima, que él llamó zymasa. Actualmente llamamos a este proceso que realmente se lleva a cabo por 10 enzimas, glucólisis del griego glycos: dulce + lysis: ruptura. Por estas observaciones, Buchner ganó el premio Nobel.

Gracias a la invención de técnicas para la purificación de enzimas y a experimentos hechos en bacterias y levaduras, se describieron las reacciones de esta vía.

Respiración Celular Aeróbica

Ecuación General:



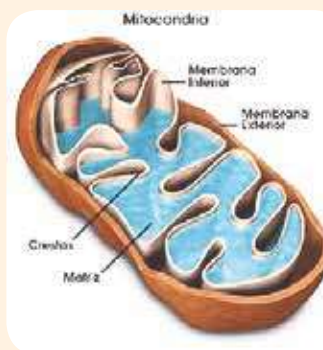
1. Ciclo de krebs

La oxidación del piruvato a Ac-CoA es catalizada por el complejo multienzimático de la piruvato deshidrogenasa (PDH). El grupo acetilo del AcCoA es transferido al oxaloacetato para

dar citrato. En reacciones subsecuentes, dos de los átomos de carbono del citrato se oxidan a CO_2 y el oxaloacetato es regenerado. La reacción neta de ciclo del ácido cítrico también produce tres moléculas de NADH, una de $FADH_2$ y una molécula del compuesto trifosfato de guanosina (GTP), altamente energético (en algunos organismos es directamente ATP), por cada molécula de AcCoA oxidada.

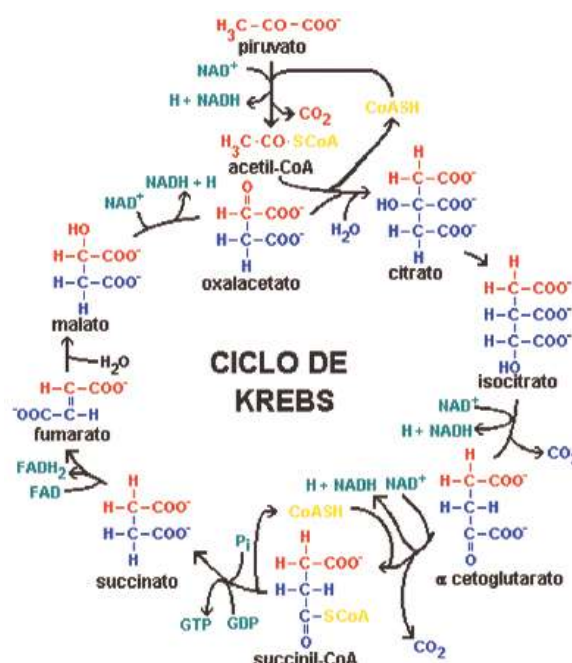


¿Sabías qué?



Las mitocondrias varían en número, dependiendo del tipo de células, desde una mitocondria en algas hasta varios cientos de miles en ciertos protozoos, dependiendo de la necesidad.

Las moléculas de NADH y $FADH_2$ son oxidadas en la cadena de transporte de electrones con la formación de ATP en la fosforilación oxidativa. El ATP puede ser producido a partir del GTP vía una fosforilación a nivel de sustrato, que es la transferencia de un grupo fosforilo de un compuesto rico en energía como el GTP, al ADP.



2. Cadena respiratoria fosforilación oxidativa

Es un sistema multienzimático ligado a la membrana que transfiere electrones desde moléculas orgánicas al oxígeno.

Esta cadena comprende dos procesos:

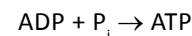
- * Los electrones son transportados a lo largo de la membrana, de un complejo de proteínas transportadoras ("carriers") a otro.
- * Los protones son translocados a través de la membrana, esto significa que son pasados desde el interior o matriz hacia el espacio intermembrana. Esto construye un gradiente de protones. El oxígeno es el aceptor terminal del electrón, combinándose con electrones e iones H^+ para producir agua.

Los tres componentes de la cadena respiratoria son 3 grandes complejos proteicos con moléculas transportadoras y sus enzimas correspondientes. Un componente no proteico: UBIQUINONA (Q), que están embebidos en la membrana y una pequeña proteína llamada citocromo c que es periférica y se ubica en el espacio intermembrana, pero adosado laxamente a la membrana interna. En la animación superior se muestra como el NADH transfiere iones H^+ y electrones dentro de la cadena transportadora de electrones. La secuencia de eventos son:

- * Pasa los electrones a través de el 1^{er} complejo (NADH-Q reductasa) hasta la ubiquinona, los iones H^+ traspasan la membrana hacia el espacio intermembrana.
 - * El 2^o complejo (citocromo c reductasa) transfiere electrones desde la Q a el citocromo c, generando un nuevo bombeo de protones al exterior.
 - * El 3.^{er} complejo es una citocromo c oxidasa, que pasa los e^- del citocromo c al oxígeno, el oxígeno reducido ($1/2 O_2^-$) toma dos iones H^+ y forma H_2O .
- Balance neto: los electrones entran a la CTE desde portadores, tales como el NADH o el FADH, luego llegan a la "oxidasa terminal" (una oxígeno-reductasa) y se "pegan" al oxígeno.

Gradiente de protones y fosforilación oxidativa
Según la Hipótesis Quimiosmótica (Peter Mitchell, 1961). A medida que los electrones fluyen por la CTE, a ciertas etapas; los protones (H^+) son transferidos desde el interior al exterior de la membrana. Esto construye un gradiente de protones, dado que las cargas + son retiradas del interior mientras que las -, permanecen en el interior (en gran parte como iones OH^-), el pH en la cara externa de la membrana puede llegar a un pH 5,5, mientras que el pH justo en la cara interna de la misma puede llegar a 8,5.

Esto representa energía potencial acumulada como: *Gradiente* de protones (fuerza móvil de protones) (*protonmotive force*), y dado que la membrana es básicamente impermeable a los protones, por lo tanto el gradiente no se desarma por una constante, y teniendo en cuenta que la ATP sintetasa, complejo proteico (conocido también como "lollipops", complejo F1, ATPasa mitocondrial) contiene el único canal para la entrada del protón, por lo tanto a medida que los protones pasan por el canal, se produce la siguiente reacción:

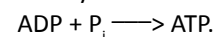


Este proceso puede llamarse fosforilación quimiosmótica (asumiendo que la hipótesis quimiosmótica sea la correcta), o fosforilación oxidativa (sin asumir respecto al mecanismo).

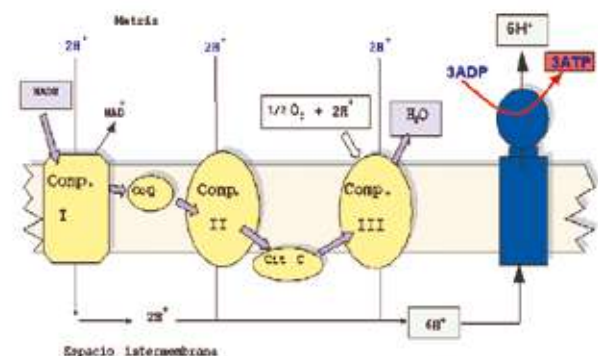
Los protones (indicados por +) entran nuevamente en la matriz mitocondrial a través de los canales que forma el complejo enzimático de la ATP sintetasa. Esta entrada se acopla a la síntesis de ATP a partir de ADP y Fosfato (P_i).

Puntos claves:

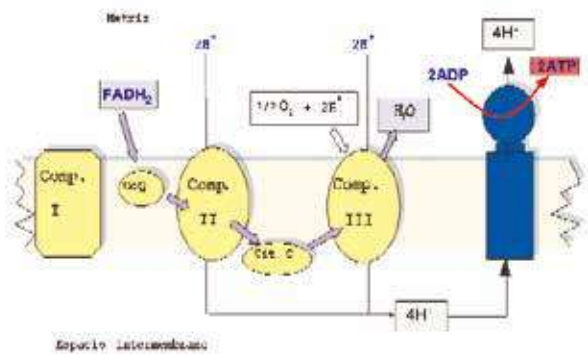
- * Los protones son transferidos a través de la membrana, desde la matriz al espacio intermembrana, como resultado del transporte de electrones que se originan cuando el NADH cede un hidrógeno. La continuada producción de esos protones crea un gradiente de protones.
- * La ATP sintetasa es un gran complejo proteico con canales para protones que permiten la reentrada de los mismos.
- * La síntesis de ATP se produce como resultado de la corriente de protones fluyendo a través de la membrana:



Mecanismo de la Cadena Respiratoria. Oxidación del NADH y síntesis de ATP



Mecanismo de la Cadena Respiratoria. Oxidación del FADH_2 y síntesis de ATP



Recuerda

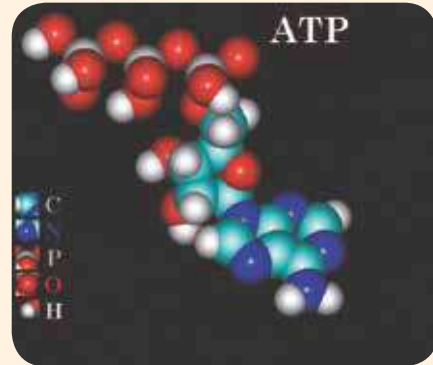


Un gran número de semillas poseen como sustancias de reserva grasas o aceites que existen principalmente como triglicéridos. Cuando sus semillas germinan, las grasas no se convierten en CO_2 y H_2O , sino en sacarosa y luego se queman parcialmente y se incorporan a los tejidos recientemente formados. Las enzimas del ciclo del glioxilato están en los glioxisomas, organelas exclusivas de las plantas.



¿Sabías qué?

Si bien las células utilizan el ATP para almacenar la energía derivada de ellos, en ciertos tejidos la fosforilación oxidativa se desacopla de la formación de ATP y la energía se transforma directamente en calor. En mamíferos "la grasa parda" (un tejido que contiene una inusual cantidad de mitocondrias) es el encargado de la producción del calor en esta forma. Un tejido similar con el mismo mecanismo de producción de calor, se encuentra en las flores de *Philodendrum selloum*.



Lanzadera

Este sistema se ha observado en las células de los mamíferos y es más complicado que el sistema de glicerol fosfato de los insectos, pero más eficiente desde el punto de vista energético. El NAD^+ citoplásmico es reducido a NADH a través de la reducción intermediaria y subsiguiente regeneración de oxaloacetato. Este proceso ocurre en dos fases de tres reacciones cada uno.

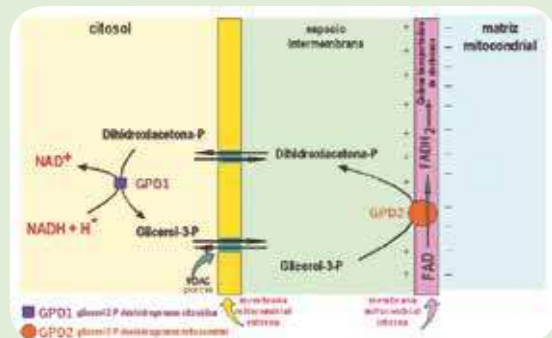
Fase I. Transporte de electrones hacia la matriz.

Fase II. Regeneración del oxaloacetato citoplásmico.

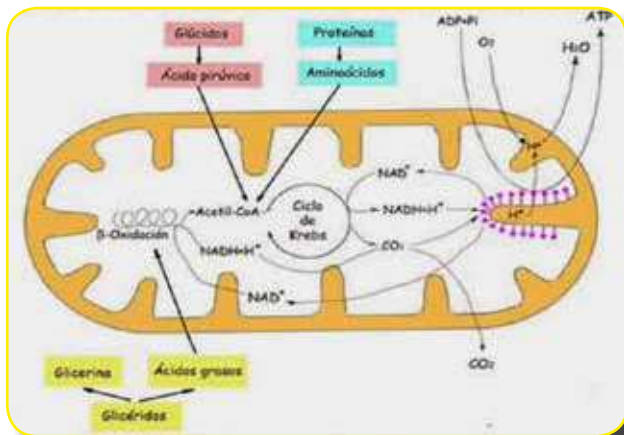
Los electrones del NADH citoplásmico son transferidos al NADH mitocondrial, el cual está sujeto a reoxidaciones vía la cadena de transporte de electrones. La lanzadera de malato-aspartato produce tres moles de ATP por cada NADH citosólico, una más que la lanzadera de glicerol fosfato.

Lanzadera del glicerol fosfato

Sistema de lanzadera que emplea las enzimas glicerol fosfato deshidrogenasa citoplásmica y mitocondrial para introducir poder reductor en la mitocondria. Las características de estas enzimas dan lugar a que el poder reductor en forma de NADH se obtenga en la mitocondria como FADH_2 .



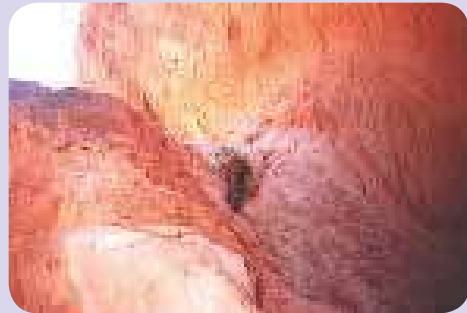
Esquema simplificado de los procesos de respiración celular.



3. Resumen del balance energético

1. RESPIRACIÓN ANAERÓBICA: 2 ATP
2. RESPIRACIÓN AERÓBICA : depende de 2 lanzaderas:
 1. Glicerol-Fosfato : 36 ATP
 2. Malato-Aspartato : 38 ATP

Cresta mitocondrial



La cresta mitocondrial es un repliegue de la membrana interna proyectada hacia la matriz de la mitocondria, en la que se encuentran enzimas ATP - sintetetas y proteínas transportadoras específicas. Las crestas mitocondriales aumentan el área de superficie de la membrana interna. Existe una relación directa entre número de crestas mitocondriales y las necesidades energéticas de la célula en la que se encuentran.

BALANCE DE LOS PROCESOS DE LA RESPIRACIÓN CELULAR

Proceso	Sustancia inicial	Sustancia final	Coenzimas Reducidas y ATP	Moles de ATP (totales)
Glucólisis	Glucosa	2 ácid. pirúvico	2 NADH 2 ATP	6 ATP 2 ATP
Malato aspartato Glícerol fosfato				6 ATP 4 ATP
Descarboxilación del ácido pirúvico	2 ácido pirúvico	2 acetil-CoA 2CO ₂	2 NADH	6 ATP
Ciclo de Krebs	2 acetil-CoA	4 CO ₂	6 NADH 2 FADH ₂ 2 GTP	18 ATP 4 ATP 2 ATP
Balance global	Glucosa 6 O ₂	6 CO ₂ 6H ₂ O		36 ATP o 38 ATP

Practica dirigida N° 5

1. El ciclo de Krebs ocurre en:

- a) El citosol
- b) La estroma
- c) La matriz mitocondrial
- d) La grana
- e) El citoplasma

2. En la se sintetiza la mayor cantidad de ATP.

- a) glucólisis
- b) fermentación
- c) ciclo de Krebs
- d) fosforilación oxidativa
- e) respiración celular aeróbica

3. La glucólisis se realiza en:

4. El CO_2 eliminado en la respiración de animales y plantas proviene de

- a) la glucólisis y el transporte de e^- .
- b) la descarboxilación del piruvato y del ciclo de Krebs.
- c) la cadena respiratoria.
- d) la glucólisis y la fase mitocondrial.
- e) la fermentación alcohólica.

5. En las crestas mitocondriales ocurre en/la:

- a) fosforilación oxidativa
- b) cadena respiratoria
- c) ciclo de Krebs
- d) a y b
- e) a, b y c

6. Organela responsable de la respiración celular.

- a) Lisosoma
- b) Mitocondria
- c) Cloroplasto
- d) Vacuola
- e) Ribosoma

7. Las proteínas presentes en la cresta de la mitocondria se llaman:

- a) Queratinas
- b) Fibroínas
- c) Oseínas
- d) Colágenos
- e) ATP asas

8. Citoplasma es a célula como es a mitocondria.

- a) membrana externa
- b) membrana interna
- c) cresta mitocondrial
- d) ADN circular
- e) matriz

9. El ciclo de Krebs ocurre en la de la mitocondria.

10. Escribe 3 diferencias entre la fermentación láctica y alcohólica.

Tarea domiciliaria N° 5

1. ¿Cuántos ATP se gana en la glucólisis?

- a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 5

2. ¿Cuáles son los tipos de fermentación en la glucólisis?

3. ¿Cuáles son los tipos de fermentación en la glucólisis?

- a) NADPH
b) PH_2
c) H_2O
d) CO_2
e) NADH_2

4. ¿Cuál es la fórmula química de la glucosa?

- a) $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$
b) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
c) $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$
d) CHO
e) $\text{C}_2\text{H}_{20}\text{O}_2$

5. ¿Cuál es la fórmula química del piruvato deshidrogenasa?

- a) PVH
b) PDH
c) PVH_2
d) PNH
e) N.A.

6. ¿Cuáles son las clases de respiración celular?

7. ¿Qué significa ATP?

8. ¿Cuál es la sustancia inicial en el ciclo de Krebs?

- a) 2 acetil - CoA
b) 5 acetil - CoA
c) 2 ácido pirúvico
d) 2 NADH_2
e) 3 ATP

9. ¿Cuál es el órgano encargado de la respiración?

10. ¿Cuántos ATP se forman de la descarboxilación del ácido pirúvico?

- a) 1 b) 6 c) 10
d) 12 e) N.A.