



Respiración celular

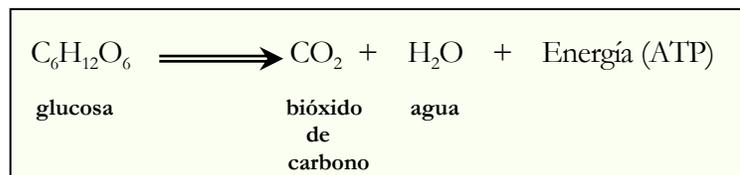
Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante podrá:

1. Entender qué es la respiración celular, su importancia y los pasos principales de la misma.
2. Diferenciar entre la respiración aeróbica y la anaeróbica.
3. Diferenciar entre la fermentación láctica y alcohólica, y conocer sus aplicaciones.
4. Entender cómo ocurre la fermentación alcohólica a partir de distintos carbohidratos.
5. Medir cómo se afecta la tasa de respiración aeróbica.
6. Conocer cómo se lleva a cabo una titulación.

INTRODUCCIÓN

Las células llevan a cabo diversos procesos para mantener su funcionamiento normal, muchos de los cuales requieren energía. La **respiración celular** es una serie de reacciones mediante las cuales la célula degrada moléculas orgánicas y produce energía. Todas las células vivas llevan a cabo respiración celular para obtener la energía necesaria para sus funciones. Usualmente se usa glucosa como materia prima, la cual se metaboliza a bióxido de carbono y agua, produciéndose energía que se almacena como ATP (trifosfato de adenosina).



La molécula de ATP está formada por adenina, ribosa y tres grupos fosfatos con enlaces ricos en energía. Cuando la molécula se hidroliza, el fosfato terminal se separa para formar ADP (difosfato de adenosina) y se libera energía. El ATP es la fuente de energía que se usa como combustible para llevar a cabo el metabolismo celular.

La respiración celular se divide en pasos y sigue distintas rutas en presencia o ausencia de oxígeno. En presencia de oxígeno sucede **respiración aeróbica** y en ausencia de oxígeno sucede **respiración anaeróbica**. Ambos procesos comienzan con la glucólisis.

GLUCÓLISIS

Glucólisis es el primer paso de la respiración celular y consiste de una serie de reacciones que ocurren en el **citoplasma** de la célula y por las cuales, a partir de una molécula de glucosa, se producen dos moléculas de ácido pirúvico (piruvato). *Todos los organismos llevan a cabo la glucólisis.* La glucólisis se divide en dos partes; en la primera la molécula de glucosa se divide en dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato y en la segunda estas dos moléculas se convierten en dos moléculas de ácido pirúvico (piruvato). Durante la glucólisis se producen dos moléculas de **ATP**.

Glucólisis:



En ausencia de oxígeno, luego de la glucólisis se lleva a cabo fermentación (respiración celular anaeróbica). Algunas bacterias sólo llevan a cabo fermentación, mientras que la gran mayoría de los organismos (incluidos los humanos) pueden llevar a cabo respiración celular aeróbica y anaeróbica.

RESPIRACIÓN CELULAR AERÓBICA

La **respiración celular aeróbica** es el conjunto de reacciones en las cuales el ácido pirúvico producido por la glucólisis se transforma en CO_2 y H_2O , y en el proceso, se producen **32 moléculas de ATP**.* En las células eucariotas este proceso ocurre en el **mitocondrio** en dos etapas llamadas el **Ciclo de Krebs** (o ciclo de ácido cítrico) y la cadena de transporte de electrones¹.

Reacción de transición:



Ciclo de Krebs:



En el ciclo de Krebs se producen:



¹ La reacción de transición es la reacción que conecta la glucólisis con el Ciclo de Krebs.

FOSFORILACIÓN OXIDATIVA: CADENA DE TRANSPORTE DE ELECTRONES Y QUIMIOSMOSIS

La fosforilación oxidativa se divide en dos procesos: la cadena de transporte de electrones y la quimiosmosis. En la **cadena de transporte de electrones**, los electrones producidos en glucólisis y en el ciclo de Krebs pasan a niveles más bajos de energía. Durante este transporte de electrones las moléculas transportadoras se oxidan y se reducen. El último aceptador de electrones de la cadena es el oxígeno. Cada átomo de oxígeno recibe además dos protones ($2H^+$) para formar una molécula de agua. Durante las reacciones que forman parte de esta cadena de transporte de electrones se libera energía, que se usa en la quimiosmosis para mover hidrógeno a través de la membrana del mitocondrio y proveer la energía que se necesita para formar ATP. En la cadena se producen **26 a 28 moléculas de ATP** a partir de una molécula inicial de glucosa.

RESPIRACIÓN CELULAR ANAERÓBICA

La **respiración celular anaeróbica** ocurre en ausencia de oxígeno. Este mecanismo no es tan eficiente como la respiración aeróbica, ya que sólo produce 2 moléculas de ATP, pero al menos permite obtener alguna energía a partir del piruvato que se produjo en la glucólisis. Hay dos tipos de respiración celular anaeróbica: fermentación láctica y fermentación alcohólica.

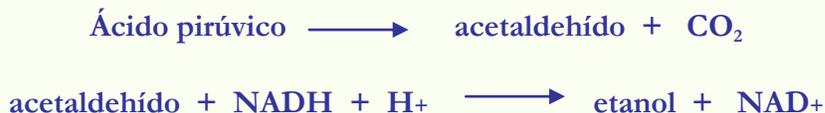
Fermentación láctica:



La **fermentación láctica** ocurre en algunas bacterias y gracias a este proceso obtenemos productos de origen lácteo tales como yogurt, crema agria y quesos. Este proceso sucede también en el músculo esquelético humano cuando hay deficiencia de oxígeno, como por ejemplo, durante el ejercicio fuerte y continuo. La acumulación del ácido láctico causa el dolor característico cuando ejercitamos los músculos excesivamente.

Fermentación alcohólica:

En la **fermentación alcohólica** suceden dos reacciones consecutivas:



Este tipo de fermentación ocurre en levaduras, ciertos hongos y algunas bacterias, produciéndose CO_2 y alcohol etílico (etanol); ambos productos se usan en la producción de pan, cerveza y vino.

DIFERENCIAS ENTRE RESPIRACIÓN CELULAR AERÓBICA Y ANAERÓBICA

La diferencia básica entre la respiración celular aeróbica y la anaeróbica (a parte de suceder en presencia o ausencia de oxígeno) es la cantidad de moléculas de ATP que se producen. En la respiración celular anaeróbica, los hidrógenos (electrones) pasan al piruvato para formar el ácido láctico o el etanol, mientras que en la respiración celular aeróbica los hidrógenos pasan a la **cadena de transporte de electrones** para formar ATP. En la respiración celular aeróbica, el piruvato que pasa por el ciclo de Krebs produce hidrógenos adicionales que también pasan a la cadena de transporte de electrones para formar ATP. Por esta razón, en la respiración celular aeróbica se producen 36 moléculas de ATP a partir de una molécula de glucosa, mientras que en la ruta anaeróbica sólo se extraen 2 moléculas de ATP a partir de una molécula de glucosa.

EJERCICIO 8.1 RESPIRACIÓN CELULAR ANAERÓBICA

Favor ver al final documento adicional para los ejercicios que se están realizando este semestre.

EJERCICIO 8.2 RESPIRACIÓN CELULAR AERÓBICA

Favor ver al final documento adicional para los ejercicios que se están realizando este semestre.

Ejercicios a realizar este semestre para respiración celular anaeróbica y respiración celular aeróbica:

A. Fermentación

Se observará la fermentación alcohólica por la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y si esta puede usar diferentes azúcares para llevar a cabo la fermentación.

Prepare la suspensión de levadura por lo menos media hora antes de comenzar el experimento. Caliente 100 ml de agua hasta que llegue a 38-40°C. Saque del “hot plate” y añada un sobre de levadura.

Cada mesa representa un grupo:

Grupo 1: hará el experimento con glucosa

Grupo 2: hará el experimento con sucralosa o sacarina (“Same”).

Grupo 3: hará el experimento con fructosa

Grupo 4: hará el experimento con lactosa.

Grupo 5: hará el experimento con almidón.

Grupo 6: hará el experimento con el control.

Cada mesa hará solo un experimento:

Procedimiento (Usaremos glucosa como ejemplo para explicar el procedimiento para todas las soluciones):

Pese 1 gr de glucosa y añada a un vaso con 10 ml de agua y disuelva. Añada 10 ml de la suspensión de la levadura al vaso (**mueva la suspensión de levadura para asegurarse que tenga levadura en su mezcla**). Mueva el vaso de vez en cuando por 5 minutos. (debe observar algún burbujeo en la mezcla). En este caso, **esta mezcla es la que se usará para el grupo 1**.

Todas las mesas:

Tenga preparada la pipeta (con una gota de agua con un poco de colorante vegetal) con el pedazo de tubo. Luego de los 5 minutos añada 3 cc de la mezcla preparada a la jeringuilla (sino tienen la marca, se llenan $\frac{3}{4}$ partes). Hale para añadir un poco de aire y monte la jeringuilla a la pipeta. Mueva la gota de agua para que quede en la primera marca de la pipeta. No es necesario poner parafina en la unión. De hecho puede complicar el experimento ya que resulta difícil ver la unión del tubo con jeringuilla. Empiece a contar el tiempo. Tome la lectura de donde se encuentra la gota de agua cada **dos** minutos por 20 minutos. Dos estudiantes harán este experimento, mientras dos estudiantes montan el segundo experimento. Cada rayita representa 0.01ml.

Con sus datos para cada experimento, prepare una gráfica de los ml de CO₂ producido vs. Tiempo transcurrido.

Compare los resultados de su mesa con los de las demás mesas.

B. Respiración celular (se hará por grupo/ mesa).

En esta parte veremos como el ejercicio (el aumento en actividad muscular) afecta la tasa de respiración celular. La respiración celular va a ocurrir en las células musculares para proveer energía para contraer los músculos. Esta reacción requerirá oxígeno y produce CO₂, el cual exhalamos.

Prepare la solución de NaOH: 25 ml de la solución 0.25M y 75 ml de agua. Esta solución la usará para la titulación de todos los grupos.

Prepare dos vasos con 100 ml de agua c/u. Ponga c/u sobre un papel blanco. Marque uno como control y el segundo como experimento. A cada vaso añada 6 gotas de fenolftaleína.

Añada gota a gota la solución de NaOH al vaso marcado como control. Cuente cuantas gotas necesita para que el agua cambie al más leve tono de rosa (que se mantenga en el agua). No descarte su control.

Sople por 10 segundos a través de un sorbeto dentro del agua del vaso marcado como experimento. NO INHALE durante este tiempo. Añada gota a gota la solución de NaOH, contando hasta que cambie al más leve tono rosado.

Repita para los siguientes experimentos (todos con la misma persona que hizo el primer experimento).

Luego de caminar vigorosamente por el salón por 3 minutos.

Luego de hacer “jumping jacks” por 3 minutos,

Después de recuperarse del ejercicio anterior (luego de 2 minutos) (para este experimento tenga otro vaso marcado como experimento con 100 ml y 6 gotas de fenolftaleína).

Compare los resultados de su mesa con los de las demás mesas. Prepare una gráfica de barras que muestre los resultados.

LABORATORIO 8: RESPIRACIÓN CELULAR

PLAN DE ENSEÑANZA PARA LOS INSTRUCTORES

Destrezas que el estudiante adquirirá a partir de este laboratorio:

1. Aplicaciones químicas en la biología.
2. Trabajo individual y grupal.
3. Técnicas de laboratorio, como la titulación, que envuelve conceptos químicos.
4. Destrezas de comunicación escrita.
5. Se reforzarán los conceptos de investigación científica.
6. Discusión oral.

Manejo del laboratorio:

Favor ver instrucciones en documento adicional.

Manejo del tiempo:

1. Introducción 10 minutos
2. Ejercicio 8.1: Respiración celular anaeróbica
..... 65 minutos
3. Ejercicio 8.2: Respiración celular aeróbica
..... 65 minutos
4. Discusión y prueba corta 20 minutos
5. Recoger el laboratorio 5 minutos