



Metabolismo Celular

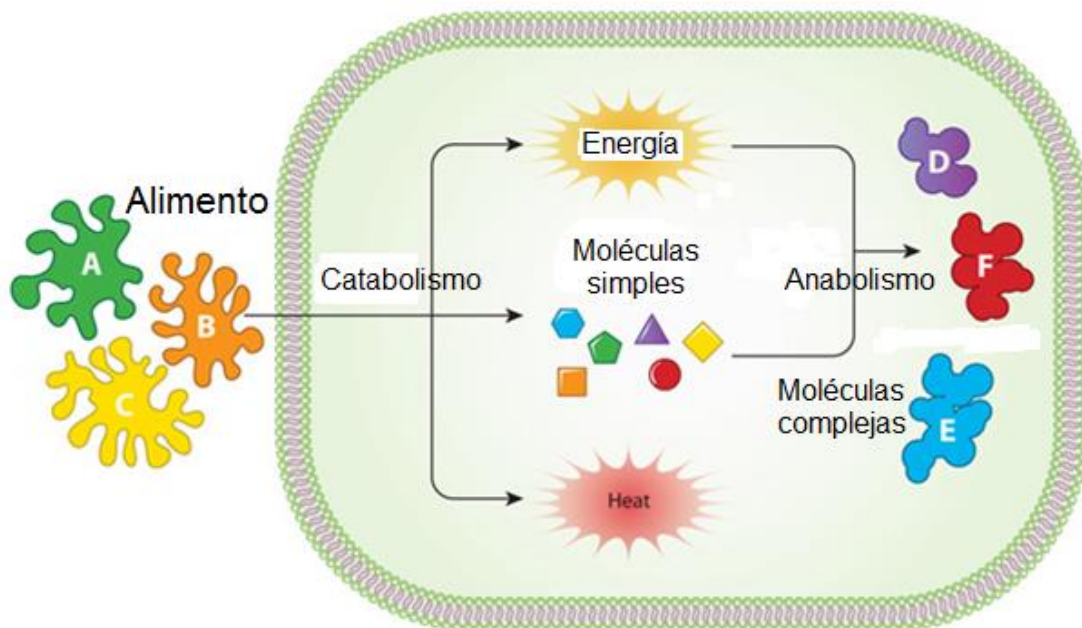
Al iniciar la unidad II, vimos que en el interior de la célula, se llevan a cabo ciertas funciones celulares, como por ejemplo, la regulación. A través de esta función celular, todas las células regulan los procesos que se dan en su interior. Es decir que, si bien intercambian materia y energía con el medio circundante, deben generar un equilibrio para mantener estables las condiciones del medio interno.

En un sentido amplio, metabolismo celular, es el conjunto de todas las reacciones químicas que se producen en el interior de las células de un organismo. Mediante esas reacciones se transforman las moléculas nutritivas que, digeridas y transportadas por la sangre, llegan a ellas.

El metabolismo celular tiene principalmente dos finalidades. En primer lugar, obtener energía química utilizable por la célula, que se almacena en forma de Adenosín trifostato (ATP). El ATP ($C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$) es un nucleótido fundamental formado por un base nitrogenada, un azúcar pentosa y grupos fosfatos

Esta energía se obtiene por degradación de los nutrientes que se toman directamente del exterior o bien por degradación de otros compuestos que se han fabricado con esos nutrientes y que se almacenan como reserva. En segundo lugar, permite fabricar sus propios compuestos a partir de los nutrientes, que serán utilizados para crear sus estructuras o para almacenarlos como reserva. Al producirse en las células de un organismo, se dice que existe un metabolismo celular permanente en todos los seres vivos, y que en ellos se produce una continua reacción química.

Estas reacciones químicas metabólicas pueden ser de dos tipos: catabolismo y anabolismo.



Catabolismo

El catabolismo comprende la fase destructiva o de descomposición del metabolismo celular. Su función es reducir, es decir de una sustancia o molécula compleja hacer una más simple. Catabolismo es, entonces, el conjunto de reacciones metabólicas mediante las cuales las

moléculas orgánicas más o menos complejas (glúcidos, lípidos, proteínas), que proceden del medio externo o de reservas internas, se rompen o degradan total o parcialmente transformándose en otras moléculas más sencillas (CO_2 , H_2O , ácido láctico, amoníaco, entre otras) y liberándose energía en mayor o menor cantidad que se almacena en forma de ATP (adenosín trifosfato). Esta energía será utilizada por la célula para realizar sus actividades vitales (transporte activo, contracción muscular, síntesis de moléculas). Son reacciones catabólicas por ejemplo, la respiración celular, la glucólisis, lipólisis y proteólisis.

Las reacciones catabólicas se caracterizan por:

- Son reacciones degradativas, mediante ellas compuestos complejos se transforman en otros más sencillos.
- Son reacciones oxidativas, mediante las cuales se oxidan los compuestos orgánicos más o menos reducidos, liberándose electrones que son captados por coenzimas oxidadas que se reducen.
- Son reacciones exergónicas, en las que se libera energía que se almacena en forma de ATP.
- Son rutas convergentes mediante los cuales a partir de compuestos muy diferentes se obtienen siempre los mismos compuestos (CO_2 , ácido pirúvico, etanol, etcétera).

Anabolismo

El anabolismo comprende la fase constructiva o de síntesis del metabolismo celular. Su función es formar una sustancia más compleja a partir otras más simples.

Anabolismo, entonces es el conjunto de reacciones metabólicas mediante las cuales a partir de compuestos sencillos (inorgánicos u orgánicos) se sintetizan moléculas más complejas. Mediante estas reacciones se crean nuevos enlaces por lo que se requiere un aporte de energía que provendrá del ATP. Las moléculas sintetizadas son usadas por las células para formar sus componentes celulares y así poder crecer y renovarse o serán almacenadas como reserva para su posterior utilización como fuente de energía. Ejemplos de vías anabólicas son la fotosíntesis, síntesis de proteínas, lipogénesis y gluconeogénesis.

Las reacciones anabólicas se caracterizan por:

- Son reacciones de síntesis, mediante ellas a partir de compuestos sencillos se sintetizan otros más complejos.
- Son reacciones de reducción, mediante las cuales compuestos más oxidados se reducen, para ello se necesitan los electrones que ceden las coenzimas reducidas (NADH, FADH₂ entre otras) las cuales se oxidan.
- Son reacciones endergónicas, que requieren un aporte de energía que procede de la hidrólisis del ATP.
- Son rutas divergentes debido a que, a partir de unos pocos compuestos se puede obtener una gran variedad de productos.

En las células se producen una gran cantidad de reacciones metabólicas (tanto catabólicas como anabólicas), éstas no son independientes sino que están asociadas formando las denominadas rutas metabólicas. Por consiguiente una ruta o vía metabólica es una secuencia ordenada de reacciones en las que el producto final de una reacción es el sustrato inicial de la siguiente (como la glucólisis o glicólisis).

Mediante las distintas reacciones que se producen en una ruta un sustrato inicial se transforma en un producto final, y los compuestos intermedios de la ruta se denominan metabolitos. Todas estas reacciones están catalizadas por enzimas específicas.

Las rutas metabólicas pueden ser:

Lineales: cuando el sustrato de la primera reacción (sustrato inicial de la ruta) es diferente al producto final de la última reacción.

Cíclicas: cuando el producto de la última reacción es el sustrato de la reacción inicial, en estos casos el sustrato inicial de la ruta es un compuesto que se incorpora en la primera reacción y el producto final de la ruta es algún compuesto que se forma en alguna etapa intermedia y que sale de la ruta.

Frecuentemente los metabolitos o los productos finales de una ruta suelen ser sustratos de reacciones de otras rutas, por lo que las rutas están enlazadas entre sí formando redes metabólicas complejas.

Síntesis de Glucosa

La fotosíntesis (del griego photos: luz; síntesis: juntar, reunir: es decir “juntar por medio de la luz”) es el único proceso natural capaz de abastecer la atmósfera de oxígeno –gas esencial para la mayoría de los seres vivos- que se libera como subproducto de dicho proceso.

Los únicos organismos capaces de realizar fotosíntesis son las plantas, algas, cianobacterias (algas azul-verdosas) y las bacterias fotosintéticas. Todos estos organismos cuentan además con una exclusiva ventaja: mediante el proceso de fotosíntesis pueden fabricar su propio “alimento”. Por ese motivo, también se los denomina organismos autótrofos (del griego auto: propio, por uno mismo; trophos: que se alimenta).

La fotosíntesis es un proceso anabólico que consiste fundamentalmente en la fabricación o síntesis de sustancias orgánicas (alimento rico en energía) a partir de materia inorgánica. Gracias a la energía almacenada en este alimento, los fotosintetizadores pueden realizar todas sus funciones vitales.

Los requerimientos básicos para que este proceso se lleve a cabo son cuatro:

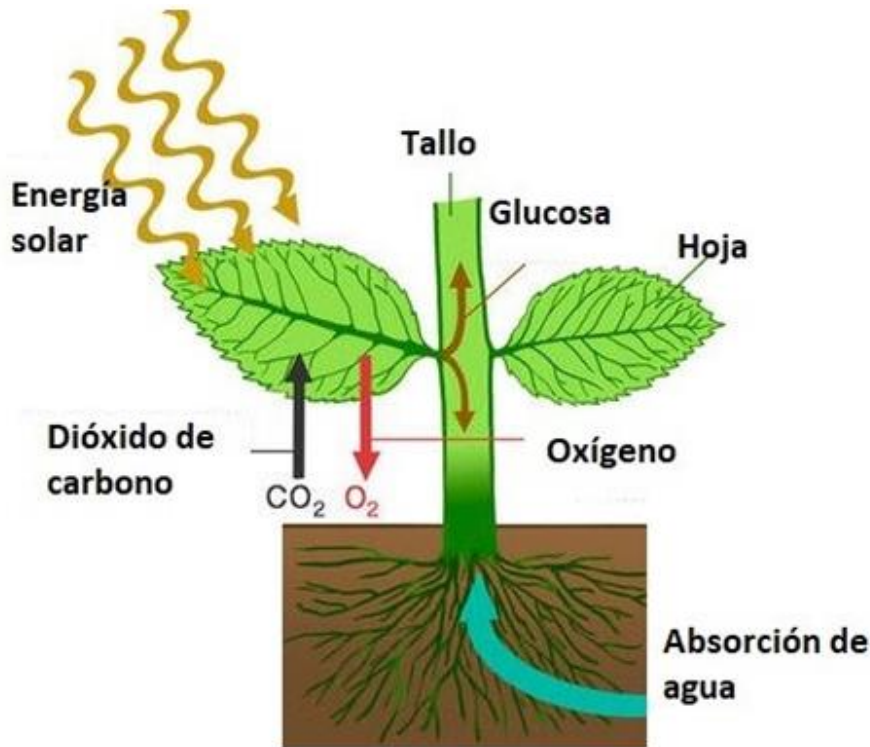
Luz: energía lumínica que proviene de la radiación solar.

Clorofila: pigmento responsable de la coloración verde de las plantas, que posee la capacidad de absorber la energía lumínica proveniente del sol.

Dióxido de carbono (CO₂): compuesto inorgánico gaseoso que compone el aire (atmósfera).

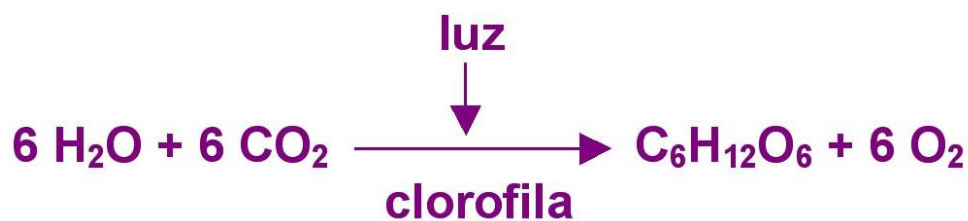
Agua (H₂O): sustancia inorgánica que se halla en estado líquido, tanto en la litósfera como en la hidrosfera.

Todos los órganos de las plantas intervienen en el suministro de estos elementos. En el caso de las plantas terrestres, la concentración de clorofila es mayor en las hojas, a pesar que este pigmento se distribuye uniformemente por todo el vegetal; por las hojas también ingresa el dióxido de carbono atmosférico. Las raíces toman parte de la absorción del agua, que es conducida hasta las hojas a través del tallo.



Una vez que se produce el “encuentro” del CO₂ y el H₂O, en presencia de energía lumínica, la reacción química se lleva a cabo: la síntesis o formación de glucosa, molécula orgánica constituida por seis átomos de carbono, doce átomos de hidrógeno y seis átomos de oxígeno (C₆H₁₂O₆), el alimento energético por excelencia.

El proceso de fotosíntesis se puede representar por la siguiente ecuación química general:



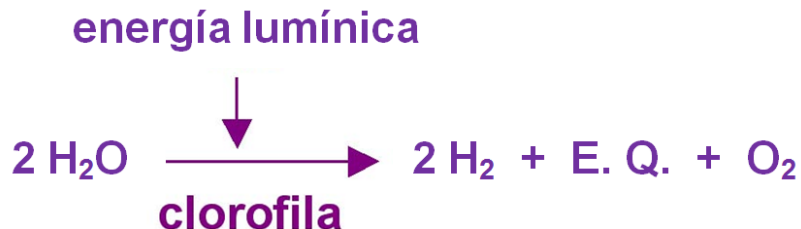
Etapas de la Fotosíntesis

En la fotosíntesis podemos reconocer dos etapas: la etapa lumínica y la etapa oscura.

Etapa lumínica: primera etapa también denominada fase clara o fotólisis del agua, tiene lugar en la membrana de los tilacoides de los cloroplastos. En las hojas de la planta, las moléculas de agua son descompuestas (proceso de descomposición) por acción de la energía lumínica (fotólisis) retenida en la clorofila.

Esta transformación de moléculas de agua origina hidrógeno (H₂), que será luego utilizado, y oxígeno molecular (O₂), que es eliminado por los estomas de las hojas al aire. Además la energía química (E.Q.) que mantenía unidos a los átomos del agua es liberada para que la hoja la utilice en la siguiente etapa fotosintética.

Esta etapa puede expresarse mediante la siguiente ecuación química:



Esta ecuación se lee así: dos moléculas de agua, por acción de la energía luminosa retenida en la clorofila, originan dos moléculas de hidrógeno, energía química y oxígeno.

Etapa oscura: esta segunda etapa llamada también síntesis de almidón, tiene lugar en el estroma de los cloroplastos. Es un proceso de composición o síntesis, en donde el hidrógeno aportado por el agua se combina con el dióxido de carbono con el aporte de energía química disponible en la hoja al cumplirse la primera etapa. Como resultado de la combinación se origina materia orgánica y agua. La sustancia orgánica formada es un azúcar o glúcido elemental que al repetirse varias veces el proceso, dará origen a la formación de glucosa, inicialmente y luego almidón como producto final.

Esta segunda etapa puede resumirse en la siguiente ecuación química:

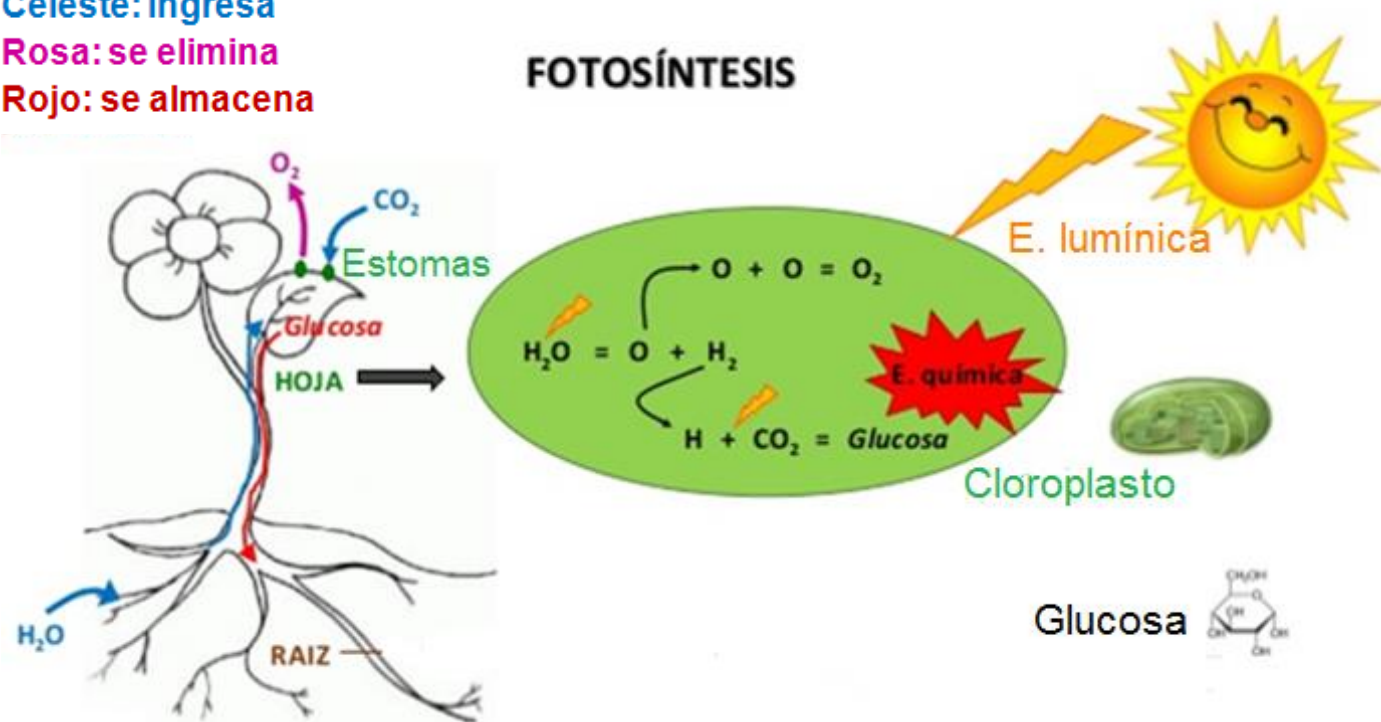


En síntesis:

Celeste: ingresa

Rosa: se elimina

Rojo: se almacena



Respiración Celular

Toda materia posee su correspondiente carga de energía. Hay una energía nuclear que mantiene la estructura atómica de los diferentes elementos químicos, y la energía de constitución que es la que se incorpora a una sustancia cuando ésta se forma químicamente.

La energía de constitución incorporada a los compuestos orgánicos durante la fotosíntesis, pasa luego a otros seres vivos como energía química.

Para el mantenimiento de la vida es necesaria la energía; los organismos solo pueden obtenerla liberando la energía de constitución que poseen las sustancias orgánicas.

Como ya vimos al principio de este capítulo, a los cambios que sufren las sustancias en los seres vivos, con la consiguiente liberación, transformación y utilización de la energía, se le da el nombre de metabolismo. El resultado de los procesos que ocurren durante el metabolismo es el mantenimiento de la vida.

Uno de los procesos del metabolismo que mencionamos dentro las vías catabólicas es la respiración celular, que consiste en la transformación, en la célula, de sustancias ricas en energía como son los glúcidos y los lípidos para formar ATP. Se reconocen dos tipos de respiración en la célula: aeróbica y anaeróbica.

En función de los propósitos formativos del segundo año veremos en profundidad la primera. Es decir, que podemos definir a la respiración celular aeróbica, como un proceso catabólico mediante el cual las moléculas de glucosa se oxidan en presencia de oxígeno para formar CO₂ y H₂O y liberar energía que se almacena en moléculas de ATP. Este proceso se representa mediante la siguiente ecuación química:



Químicamente, la palabra oxidación está vinculada con fenómenos en los que se adiciona oxígeno. Pero también hay oxidación cuando un compuesto pierde átomos de hidrógeno o cuando un átomo pierde un electrón. A los fenómenos inversos se denominan reducción.

A toda oxidación la acompaña una reducción como contrapartida. Por eso se habla de oxi-reducción. Es decir: si un compuesto es oxidado otro compuesto debe ser reducido.

En la respiración celular la liberación de la energía contenida en los glúcidos y lípidos se realiza en virtud de estos fenómenos de oxidación y reducción, con la intervención indispensable de enzimas que actúan como catalizadores biológicos al acelerar las reacciones bioquímicas.

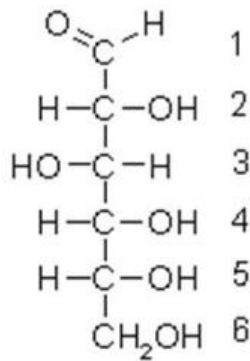
La respiración celular aeróbica es una reacción bioquímica que no tiene lugar en un solo paso, sino que hay una cadena de reacciones intermedias, con participación de numerosas enzimas.

Estas reacciones se realizan en tres etapas:

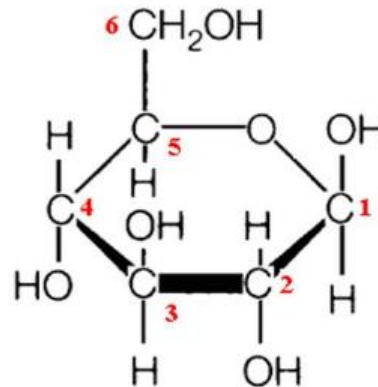
- La glucólisis o ruptura de moléculas de glucosa que tiene lugar en el citoplasma celular.

- El Ciclo de Krebs o del ácido cítrico, que ocurre en la matriz de las mitocondrias.
- La fosforilación oxidativa o cadena respiratoria que se cumple en la membrana interna de las mitocondrias.

Glucólisis: la glucosa, es un compuesto químico de seis átomos de carbono que puede ser representada por las siguientes fórmulas químicas moleculares:



Estructura abierta

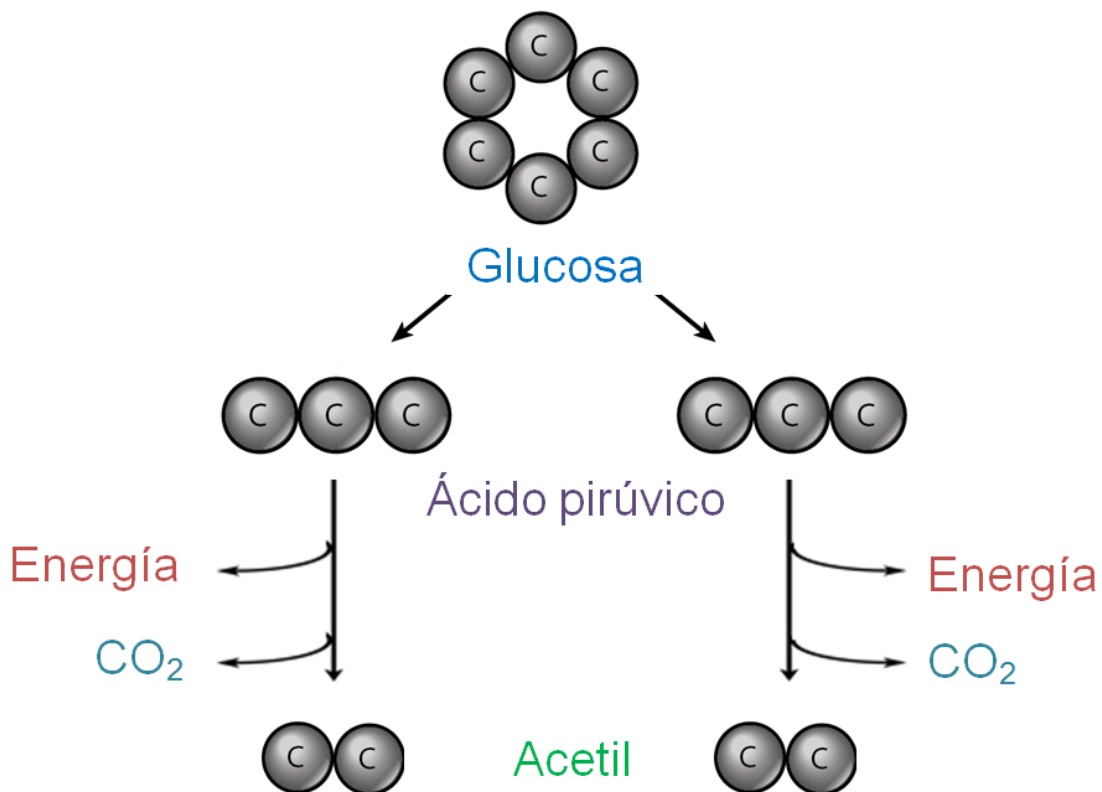


Estructura cíclica

Esta molécula orgánica, se desdobra por acción de enzimas en dos moléculas de ácido pirúvico o piruvato, que es un compuesto de tres átomos de carbono. Además, se libera energía.

El ácido pirúvico, por nueva acción de enzimas, se desintegra en CO_2 y Ácido acético activado (acetil) que tiene dos átomos de carbono; con la liberación de más energía.

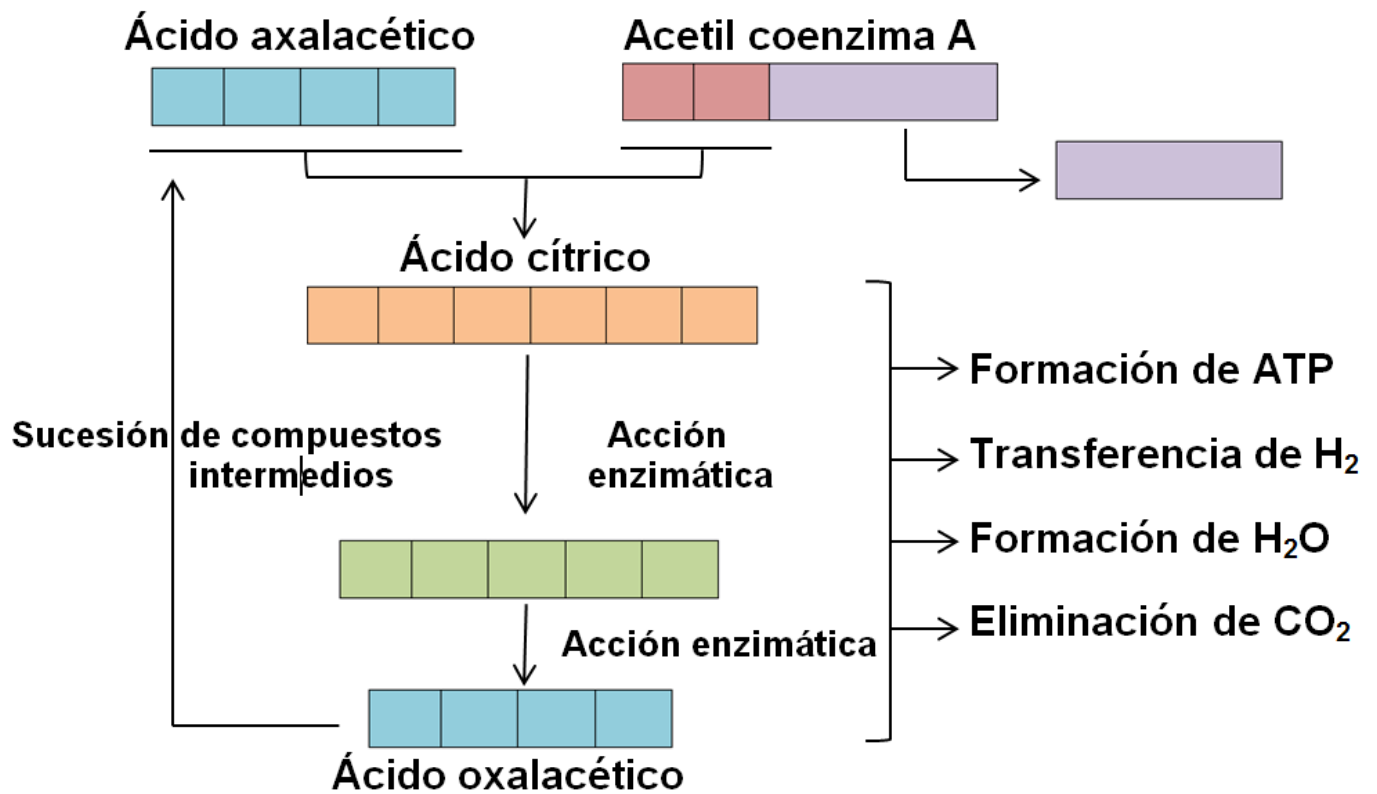
La energía que se ha liberado durante la glucólisis es utilizada por la célula para formar dos moléculas de ATP (Adenosintrifosfato), que es un compuesto rico en energía que puede transferirá a otros procesos del metabolismo celular.



Ciclo de Krebs: el ácido acético activado formado durante la glucólisis se une a una sustancia llamada **coenzima A**, formando **acetilcoenzima A**. El grupo acetil de la aceticoenzima A se une al **ácido oxalacético**, formando **ácido cítrico**.

A continuación se producen una serie de reacciones que dan compuestos intermedios, el último de los cuales es el ácido oxalacético, que se une a un nuevo grupo acetil y se reinicia el ciclo con un nuevo ácido cítrico formado.

Durante este proceso se transfiere CO_2 , H_2O y se forman dos moléculas de ATP.



Cadena respiratoria: en esta etapa del proceso interviene el oxígeno. Las reacciones en esta etapa del metabolismo de la glucosa, se suceden en cadena, de ahí el nombre de cadena respiratoria.

En este momento de la respiración celular, aerobia porque participa el O_2 , se forman 34 moléculas de ATP por combinación de un compuesto orgánico con ácido fosfórico: esta reacción se la denomina fosforilación oxidativa.

La respiración celular, partiendo de una sola molécula de glucosa, conduce a la formación de 38 moléculas de ATP, es decir, una fuente de energía que puede ser utilizada de inmediato por la célula.

La respiración celular ocurre en todas las células animales y vegetales.

La respiración celular es el proceso inverso a la fotosíntesis, pero sin ésta no sería posible aquella, porque provee la materia prima que es la glucosa.

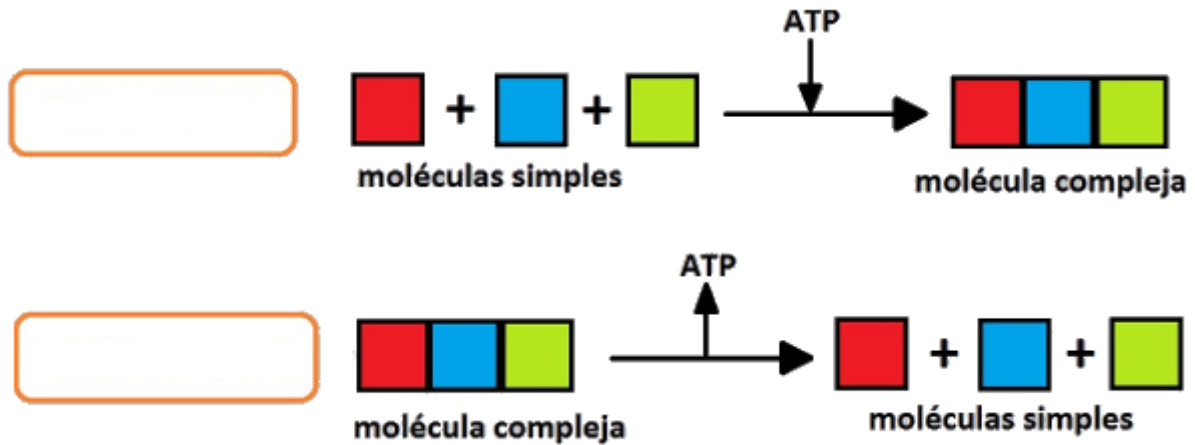
Finalmente, toda energía que entra, circula y sale de la biosfera, haciendo posible la vida en la Tierra, proviene del sol.



Ejercicios de Aplicación

1)- Define metabolismo celular e identifique las reacciones metabólicas.

.....



2)- Complete el cuadro para diferenciar los tipos de metabolismo celular.

Tipo de Metabolismo		
Molécula inicial		
Molécula final		
Energía		
Proceso		
Rutas		
Ejemplos		

3)- Unir con flechas rojas las vías catabólicas y con verdes las vías anabólicas.

- Síntesis de proteínas
- Glucólisis
- Lipogénesis
- Poteólisis
- Gluconeogénesis
- Lipólisis

- Degradación de proteínas en aminoácidos.
- Síntesis de moléculas de glucosa
- Destrucción de lípidos en ácidos grasos.
- Formación de nuevas moléculas de proteínas
- Descomposición de las moléculas de glucosa.
- Construcción de moléculas de lípidos

4)- Define:

Ruta metabólica:.....

.....

Metabolitos:.....

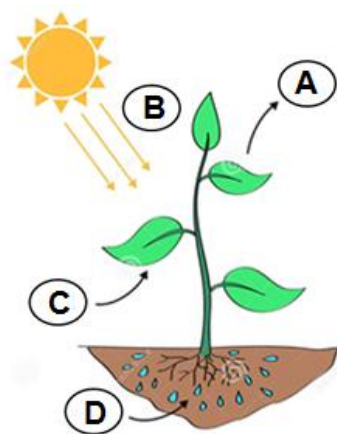
.....

5)- Define fotosíntesis. Identifique y caracterice los componentes básicos para dicho proceso.

.....

.....

.....



A-.....

.....

B-.....

.....

C-.....

.....

D-.....

.....

6)- Escribe como se lee la ecuación química general del proceso mediante el cual se sintetizan moléculas de glucosa en las células vegetales.

7)- En el esquema compare las fases del proceso anabólico en estudio, considerando los siguientes criterios:

A- Etapa de la fotosíntesis

B- Fase sinónima

C- Lugar donde ocurre

D- Tipo de proceso

E- Tipo de energía

D- Sustancias que originan

A-.....

B-.....

A-.....

B-.....

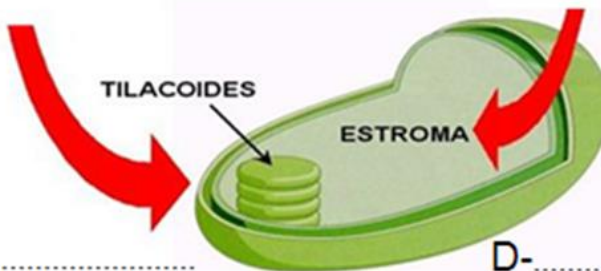


C-.....

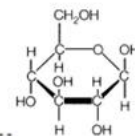
C-.....



D-.....



D-.....



E-.....

F-.....

E-.....

F-.....

8)- ¿Qué es la respiración celular aeróbica?

.....

.....

.....

9)- Ubique las etapas de la respiración celular. Explique cada una y realice el balance energético total por cada molécula de glucosa.

A vertical flowchart showing the stages of cellular respiration. It starts with an empty purple box at the top, followed by a downward arrow to a green box labeled 'Piruvato'. Another downward arrow leads to an empty blue circle, and a final downward arrow leads to an empty red box at the bottom. To the right of each stage are horizontal dotted lines for notes and ATP counts.

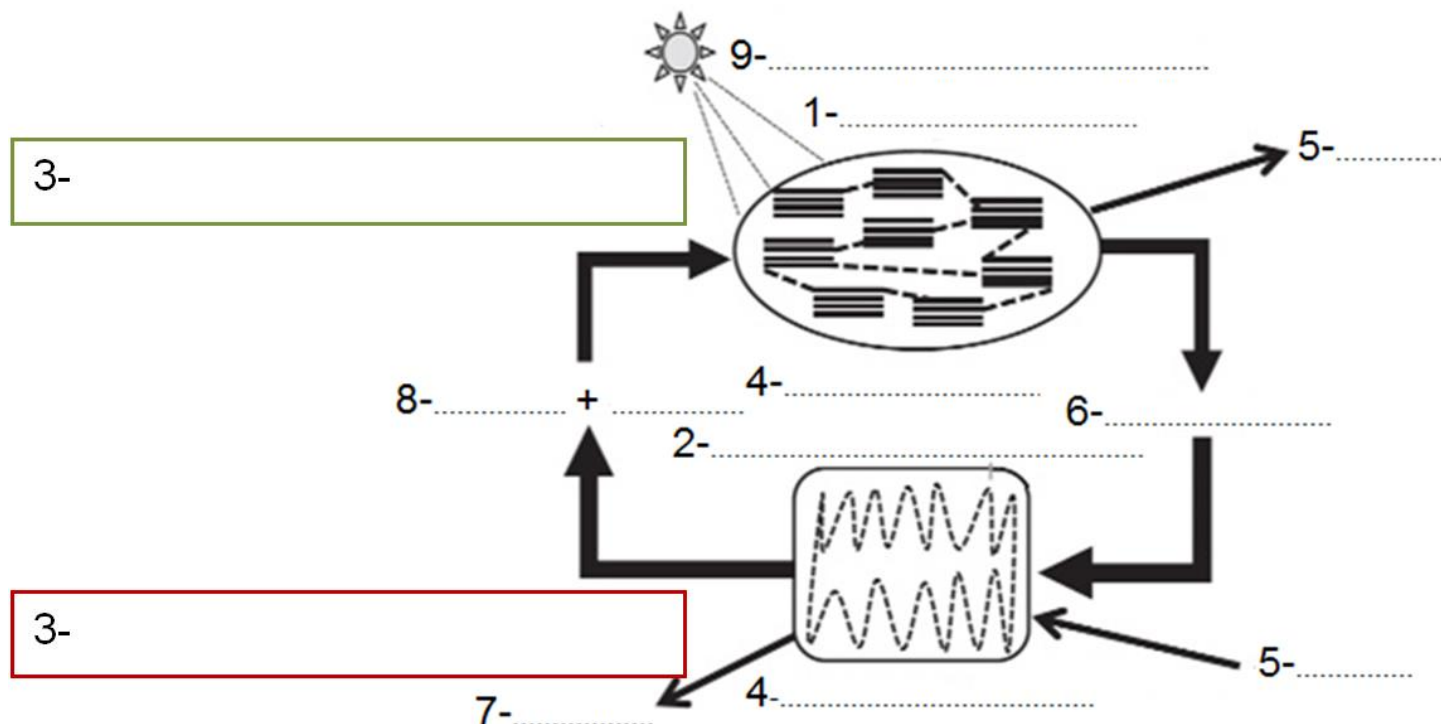
.....

 Moléculas de ATP:.....

 Moléculas de ATP:.....

 Moléculas de ATP:.....
 Balance energético total:.....

10)- Complete el diagrama para comparar los procesos metabólicos estudiados considerando las referencias.



- 1- Proceso de tipo anabólico.
- 2- Proceso de tipo catabólico.
- 3- Ecuación química general.
- 4- Organelos donde ocurren cada proceso.
- 5- Sustancia gaseosa liberada y utilizada.
- 6- Glúcido de seis átomos de carbono.
- 7- Molécula que almacena la energía liberada.
- 8- Compuestos inorgánicos elementales.
- 9- Energía que entra, circula y sale de la biosfera.