

METABOLISMO CELULAR

METABOLISMO CELULAR

1. CONCEPTO ETIMOLÓGICO

El origen de la palabra metabolismo viene de la voz griega *metabolé*, que quiere decir “cambio, transformaci3n”.

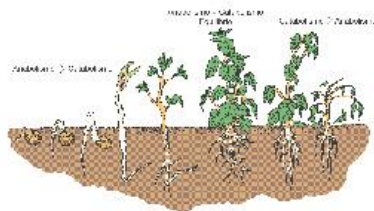
2. CONCEPTO

Para muchos organismos, incluyendo al hombre, la materia y la energí3a son suministrados por ciertas sustancias orgánicas como carbohidratos, proteínas, grasas, que sufren algunas transformaciones para ayudar a los organismos a cumplir sus funciones vitales.

A estas transformaciones se les denomina metabolismo, por lo tanto, metabolismo se podría definir como el conjunto de cambio de sustancia y transformaciones de energí3a que tiene lugar en los seres vivos.

3. TIPOS DE METABOLISMO

Una vez que las células y los organismos reciben las moléculas sencillas, uno de los caminos que éstas pueden seguir es la síntesis de las llamadas macromoléculas (de **macros**, grande) como el almid3n en las plantas o el gluc3geno en los animales, que se forman de la unió3n de miles de moléculas de glucosa y en donde se almacenan azúcares. Por este proceso de síntesis se forman también las grasas y otros tipos de lípidos, como los fosfolípidos, que constituyen las membranas celulares, o las grasas neutras (mantecas o aceites), que en los animales se acumulan en el tejido adiposo, y en las plantas en algunas semillas.



En algunos animales, incluyendo al hombre, las grasas pueden ser un enorme almacén de reserva alimenticia.

También por una síntesis se forman las moléculas de las diferentes proteínas, pero ni éstas ni los aminoácidos se pueden almacenar.

Sin embargo, hay una perenne renovaci3n en las células, en donde constantemente se necesitan aminoácidos para producir moléculas nuevas y degradar las existentes. Distinguimos así con claridad dos procesos:

3.1 Anabolismo

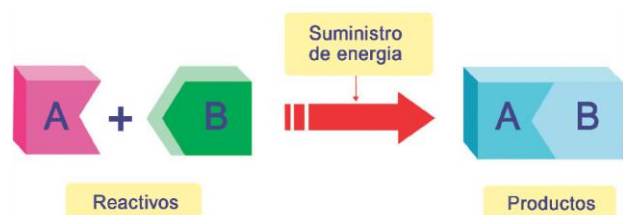
El anabolismo o biosíntesis es una de las dos partes del metabolismo, encargada de la síntesis o bioformaci3n de moléculas orgánicas (biomoléculas) más complejas a partir de otras más sencillas o de los nutrientes, con requerimiento de energí3a, al contrario que el catabolismo.

El anabolismo es el responsable de:

- La formaci3n de los componentes celulares y tejidos corporales y por lo tanto del crecimiento.
- El almacenamiento de energí3a mediante enlaces quí3micos en moléculas orgánicas. Por tal motivo, el anabolismo es una recreaci3n endérgica.

Ejemplo:

Fotosíntesis, gluconeogénesis.



3.1 Catabolismo

El catabolismo es la parte del metabolismo que consiste en la transformación de moléculas orgánicas o biomoléculas complejas en moléculas sencillas. Las rutas catabólicas liberan energía libre (reacción exergónica), parte del cual se conserva en la formación de ATP y transportadores electrónicos reducidos (NADH y NADPH).

El catabolismo es el proceso inverso del anabolismo. La palabra catabolismo procede del griego *kata* que significa "hacia abajo".

Ejemplo: Respiración celular, glucogenólisis, glucólisis.



Aunque anabolismo y catabolismo son dos procesos contrarios, los dos funcionan coordinada y armónicamente; constituyen una unidad difícil de separar. Las vías catabólicas implican una liberación global de energía, parte de la cual se utiliza para activar las vías anabólicas, que tienen un requerimiento global de energía.

4. LA FOTOSÍNTESIS

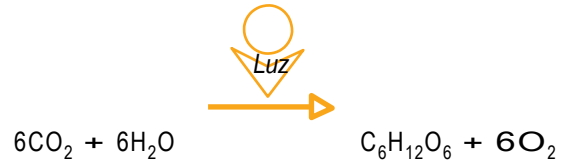
4.1 Definición

La fotosíntesis es uno de los procesos metabólicos de los que se valen las células para obtener energía. Es un proceso anabólico complejo, mediante el cual los seres vivos poseedores de clorofila y otros pigmentos, captan energía luminosa procedente del Sol y la transforman en energía química (ATP) y en compuestos reductores (NADPH), y con ellos transforman el agua y el CO₂ en compuestos orgánicos reducidos (glucosa y otros), liberando oxígeno.



4.2 Ecuación general

Ecuación global de la fotosíntesis: La fotosíntesis, o mejor dicho, uno de sus procesos, la síntesis de glucosa, puede resumirse en esta ecuación global.



Ahora bien, esta ecuación sólo indica las sustancias iniciales y finales; la fotosíntesis, como veremos, es un proceso realmente complejo.

4.3 Elementos necesarios para la fotosíntesis

La luz

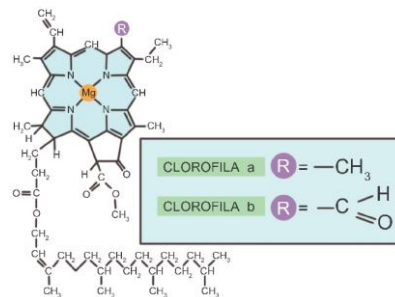
Es la fuente de energía del proceso.



Clorofila y pigmentos accesorios

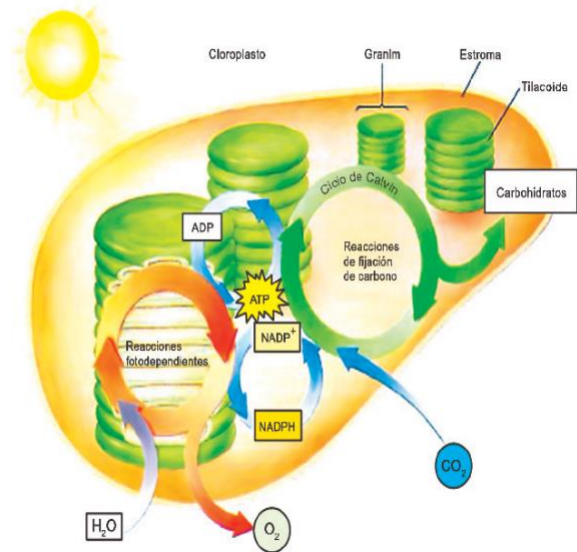
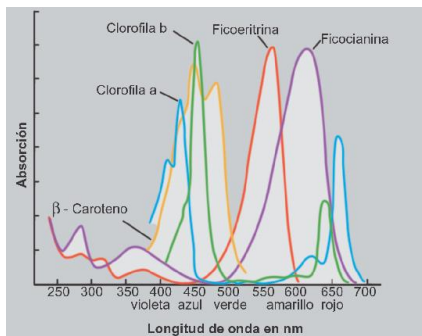
La clorofila, el pigmento verde común a todas las células fotosintéticas, absorbe todas las longitudes de onda del espectro visible, excepto las de percepción global del verde, detectado por nuestros ojos.

Tal como se observa en la fórmula, la clorofila es una molécula compleja que posee un átomo de magnesio en el centro, unido a un anillo porfirínico. Numerosas modificaciones de la clorofila se encuentran entre las plantas y otros organismos fotosintéticos (plantas, algunos protistas y cianobacterias).



Los pigmentos accesorios que incluyen a la **clorofila b** (también c, d, y e) en algas y protistas y los carotenoides, como el **betacaroteno** y las xantofilas (carotenoide de color amarillo), absorben la energía no absorbida por la clorofila. La **clorofila absorbe** energías de longitudes de onda correspondientes a los colores que van del violeta azulado al anaranjado-rojizo y rojo.

Los carotenoides y la clorofila b absorben en la longitud de onda del verde. Ambas clorofilas también absorben en la región final del espectro (anaranjado - rojo), es decir, en regiones de longitud de onda mayores.



Resumen de la fotosíntesis.

La fotosíntesis consiste en **reacciones fotodependientes** que ocurren en asociación con los tilacoides y **reacciones de fijación de carbono** que ocurren en el estroma.

El agua

Actúa como fuente de electrones.

CO₂

Es captado por las hojas a través de las estomas, se "fija" el CO₂ para formar glucosa, etc.

Enzimas fotosintetizadoras

Proteínas que aceleran las reacciones de la fotosíntesis.

4.4 Fases de la fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso que se desarrolla en **dos etapas**. La primera es un proceso **dependiente de la luz (fase luminosa)**, requiere de energía de la luz para fabricar moléculas portadoras de energía a usarse en la segunda etapa. En la **etapa independiente de la luz (mal llamada fase oscura)**, los productos de la primera etapa son utilizados para formar los enlaces C-C de los carbohidratos. Las reacciones de la fase oscura usualmente ocurren en la oscuridad si los transportadores de energía provenientes de la fase luminosa están presentes. Evidencias recientes sugieren que la enzima más importante de la fase oscura está estimulada indirectamente por la luz, de ser así no sería correcto denominarla "etapa oscura". **La fase luminosa ocurre en los tilacoides; y la oscura, en el estroma de los cloroplastos.**

Fase luminosa

La fase luminosa o fotoquímica es la primera etapa de la fotosíntesis, la cual convierte la energía solar en energía química. La luz es absorbida por complejos formados por clorofilas y proteínas (fotoexcitación de las clorofilas). Estos complejos clorofiloproteínas se agrupan en unidades llamadas fotosistemas (conjuntos funcionales formados por más de 200 moléculas de pigmentos) que se ubican en los tilacoides (membranas internas) de los cloroplastos. Existen dos tipos de fotosistemas: el **fotosistema I (PSI)**, está asociado a moléculas de clorofila que adsorben a longitudes de ondas largas (700nm) y se conoce como P700; y el **fotosistema II (PSII)**, está asociado a molécula de clorofila que absorben a 680 nm por eso se denomina P680. Estos complejos son los encargados de captar la luz y de emplear su energía para impulsar su transporte de electrones a través de una cadena de aceptores.

La luz es recibida en el PSII por la clorofila P680 que se oxida al liberar un electrón que asciende a un nivel superior de energía; ese electrón es recogido por una sustancia aceptora de electrones que se reduce, la Plastoquinona (PQ), y desde ésta va pasando a lo largo de una cadena transportadora de electrones, entre los que están varios citocromos (cit b/f) y así llega hasta la plastocianina (PC) que se los cederá a moléculas de clorofila del PSI. En el descenso por esta cadena, con oxidación y reducción en cada paso, el electrón va liberando la energía que tenía en exceso; energía que se utiliza para bombear protones de hidrógeno desde el estroma hasta el interior de los tilacoides, generando un gradiente electroquímico de protones.

Estos protones vuelven al estroma a través de la ATP-asa y se originan moléculas de ATP (fotofosforilación).

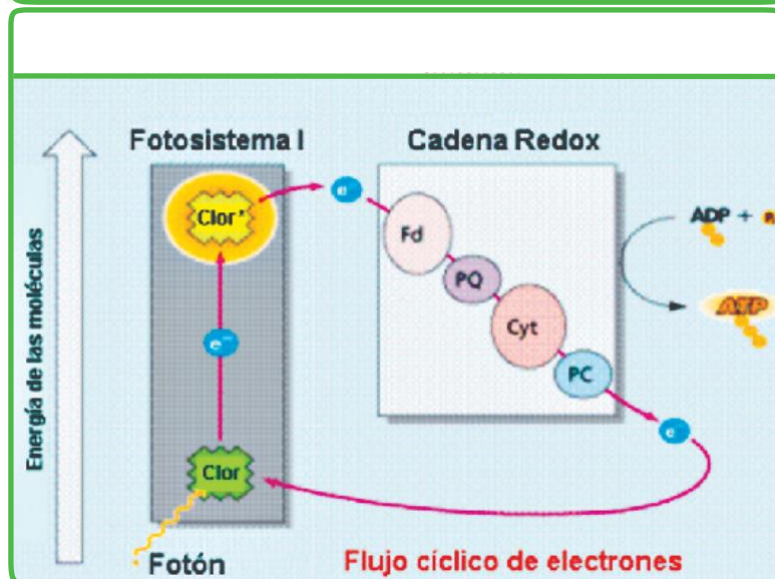
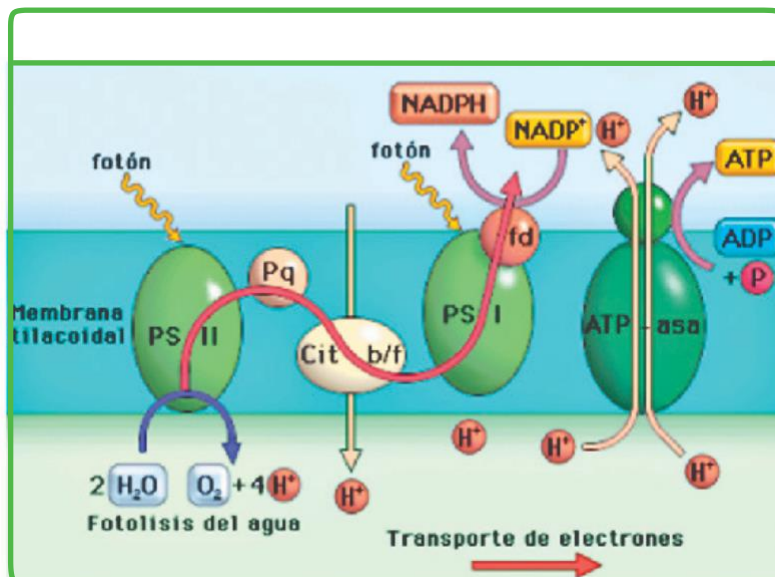
El fotosistema II se reduce al recibir electrones procedentes de una molécula de H_2O , que también por acción de la luz se descompone en hidrógeno y oxígeno en el **proceso llamado fotólisis del H_2O** . De este modo se puede mantener un flujo continuo de electrones desde el agua hacia el fotosistema II y de éste al fotosistema I.

En el fotosistema I la luz produce el mismo efecto sobre la clorofila P700, de modo que cuando algún electrón adquiere un nivel energético superior y abandona la molécula, es recogido por otro aceptor de electrones, la ferredoxina, y pasa por una nueva cadena de transporte hasta llegar a una molécula de $NADP^+$ que es reducida a NADPH, al recibir dos electrones y un protón H^+ que también procede de la descomposición del H_2O .

La fase luminosa o fotoquímica puede presentarse en dos modalidades: con transporte acíclico de electrones o con transporte cíclico de electrones. En el acíclico se necesitan los dos fotosistemas, el I y el II. En el cíclico, sólo el fotosistema I.

En la fase luminosa acíclica se obtiene ATP y se reduce el $NADP^+$ a NADPH.

En la fase luminosa cíclica se crea un flujo o ciclo de electrones que, en cada vuelta, da lugar a síntesis de ATP. No hay fotólisis del agua y tampoco se genera NADPH, ni se desprende oxígeno. Su finalidad es generar más ATP imprescindible para realizar la fase oscura posterior.



▮ Fase oscura

Ahora, la energía y capacidad reductora que se generan en la etapa anteriormente descrita, serán utilizadas para la conversión del CO_2 en glúcidos.

El CO_2 pasa al interior de los organismos autótrofos acuáticos por difusión, directamente desde el agua, mientras que las plantas terrestres deben protegerse de la desecación y en ese sentido han desarrollado estructuras ubicadas en la superficie llamadas estomas, que permiten el intercambio gaseoso.

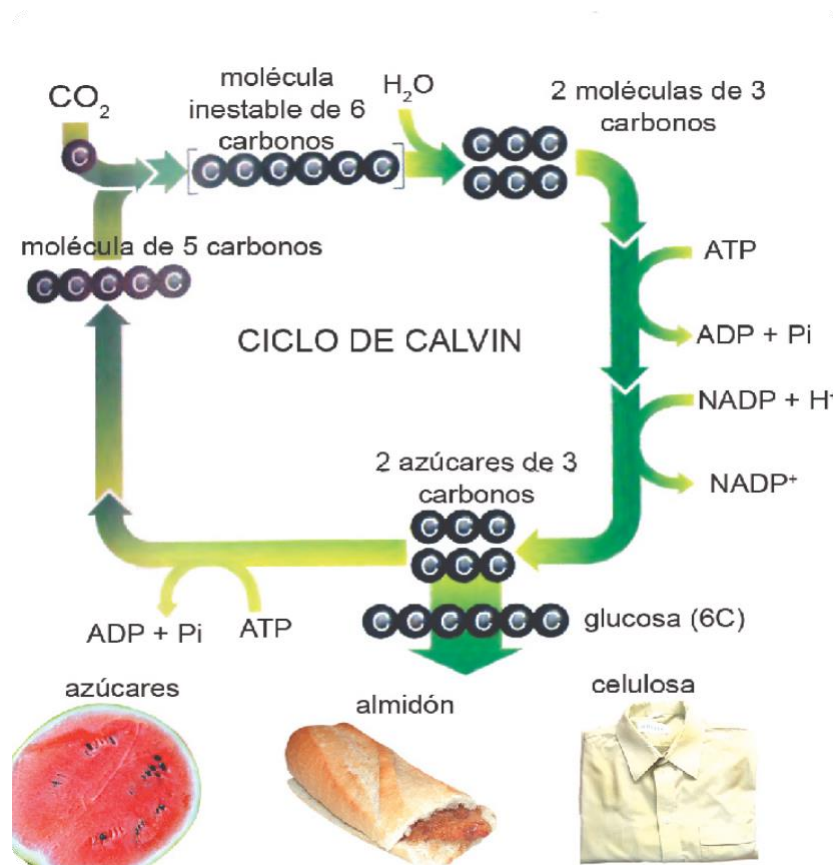
En el estroma de los cloroplastos se encuentran presentes las enzimas que intervienen en una serie de reacciones enzimáticas, el Ciclo de Calvin (ya que Calvin y Benson en 1940 utilizaron C^{14} , carbono radioactivo, para realizar estudios sobre el alga verde *Chlorella* descubriendo el ciclo), en el que es fijado el CO_2 .

▮ Ciclo de Calvin

El CO_2 se combina con un azúcar de cinco carbonos, la ribulosa 1,5 bifosfato (RUBP), mediante la acción de la enzima ribulosa bifosfato carboxilasa oxigenasa o rubisco. La rubisco constituye aproximadamente el 50% de las proteínas del cloroplasto y se piensa que es la proteína más abundante en la Tierra. El primer producto estable de la fijación de CO_2 es el ácido, -3- fosfoglicérico (PGA), un compuesto de 3 carbonos.

En el ciclo se fijan 6 moles de ribulosa 1,5 bifosfato, y se forman 12 moles de PGA. La energía del ATP, producido en la luz es utilizada para fosforilar el PGA y se forman 12 moles de ácido, 1,3 difosfoglicérico, el cual es reducido luego mediante la acción de 12 NADPH a gliceraldehído -3- fosfato (PGAL).

Dos moles de gliceraldehído -3- fosfato son removidas del ciclo para fabricar glucosa. El resto de los moles de PGAL se convierten en 6 moles de ribulosa -5- fosfato, que, al reaccionar con 6 ATP, regenera 6 moles de ribulosa 1,5 bifosfato, que da comienzo al ciclo de nuevo.



4.5 Importancia biológica

La fotosíntesis es seguramente el proceso bioquímico más importante de la Biósfera por varios motivos.

La vida en la Tierra depende fundamentalmente de la energía solar, la cual es atrapada mediante un proceso que es el responsable de la producción de toda materia orgánica que conocemos: los alimentos que consumimos diariamente (tanto nosotros como los animales), los combustibles fósiles (petróleo, gas,

gasolina, carbón); así como la leña, madera, pulpa para papel, inclusive la materia prima para la fabricación de fibras sintéticas, plásticos, poliéster, etc.

Resulta inquietante pensar que si, por cualquier causa, desapareciesen todas las plantas (algas y bacterias incluidas) moriríamos ahogados ya que no habría oxígeno para respirar. Durante la fotosíntesis, como un producto de deshecho, las plantas liberan el oxígeno que nosotros consumimos en la respiración celular.

La importancia de la fotosíntesis está fuera de toda discusión, es por eso que se la ha estudiado desde muchísimos ángulos; es así que la espectroscopia, la cristalografía y la genética molecular han tratado (con bastante éxito) de desenmarañar la participación de las moléculas implicadas en el proceso.

Se puede concluir que la diversidad de la vida existente en la Tierra depende principalmente de la fotosíntesis.

ACTIVIDADES

- La organela encargada de sintetizar glucosa es la(el):
 - Mitocondria
 - Cromoplasto
 - Lisosoma
 - Cloroplasto
 - Golgisoma
- El órgano vegetal adaptado para realizar la fotosíntesis es:
 - El tallo
 - La hoja
 - El fruto
 - La raíz
 - La flor
- Es una molécula inorgánica participante en la fotosíntesis:
 - CO
 - $C_6H_{12}O_6$
 - NH_3
 - O_3
 - CO_2
- La glucosa en la fotosíntesis proviene del:
 - H_2O
 - H^+
 - CO_2
 - NADP⁺
 - O_2
- La molécula encargada de captar la energía luminosa proveniente del sol es:
 - Carioteca
 - Nucleoide
 - Nucleoplasma
 - Cromatina
 - Nucleolo
- Son los productos de la fase luminosa:
 - ATP + NADP⁺
 - ATP + Glucosa
 - ADP + NADPH
 - ADP + Glucosa
 - ATP + NADPH
- El oxígeno que las plantas liberan al ambiente proviene del:
 - H_2O
 - CO_2
 - NADH
 - ATP
 - FADH₂
- En la fase oscura de la fotosíntesis:
 - Se fija al CO_2
 - Se libera oxígeno
 - Se forma ATP
 - Se forma NADPH
 - Se consume agua
- El ciclo de calvin permite formar la glucosa, este ciclo se da en:
 - La fase luminosa
 - La fotólisis del agua
 - El Tilacoide
 - La fotooxidación de la clorofila
 - La fase oscura
- El encargado de captar al CO_2 para que ingrese al ciclo del calvin es la:
 - Glucosa
 - Clorofila
 - Ribulosa Bifosfato
 - Fructosa bifosfato
 - Rubisco

ACTIVIDADES

- La fase oscura de la fotosíntesis se realiza en el:
 - Estroma
 - Espacio intermembrana
 - Tilacoide
 - Espacio tilacoidal
 - Citoplasma
- El agua participa en la fotosíntesis en la:
 - Fase luminosa
 - Fijación del carbono
 - Formación de NADP⁺
 - Fase oscura
 - Síntesis de glucosa
- La planta realiza la fotosíntesis transformando la energía luminosa en:
 - Energía calorífica
 - GTP
 - AMP_C
 - Energía radiante
 - Energía química
- El ATP se forma en la fase luminosa a nivel del(de la):
 - Espacio interior tilacoidal
 - Membrana del cloroplasto
 - Estroma
 - Partícula F
 - Ribulosa bisfosfato
- La proteína encargada de romper a la molécula de agua se llama:
 - Proteína Z
 - Partícula F
 - Sintasa de ATP
 - Rubisco
 - Citocromo
- En un proceso fotosintético, cuantas moléculas de oxígeno se forman:
 - 1
 - 4
 - 6
 - 5
 - 2
- Las plantas realizan fotosíntesis por que poseen:
 - Vacuolas
 - RER
 - Cloroplastos
 - REL
 - Núcleo
- Las plantas son de color verde porque:
 - La luz verde es absorbida completamente por la planta.
 - Es la única luz verde que se usa en la fotosíntesis.
 - La clorofila refleja la luz verde.
 - La luz verde sirve para formar la glucosa.
 - La luz verde sirve para romper a la molécula de agua.
- La proteína Z rompe a la molécula de agua permitiendo que la planta:
 - Libere O₂
 - Capte CO₂
 - Capte O₂
 - Libere H₂O_(v)
 - Libere CO₂
- La enzima que ayuda a capturar el CO₂ se denomina:
 - Ribulosa bisfosfato
 - Fosfoglicerato
 - Rubisco
 - Partícula F
 - ATP_{asa}