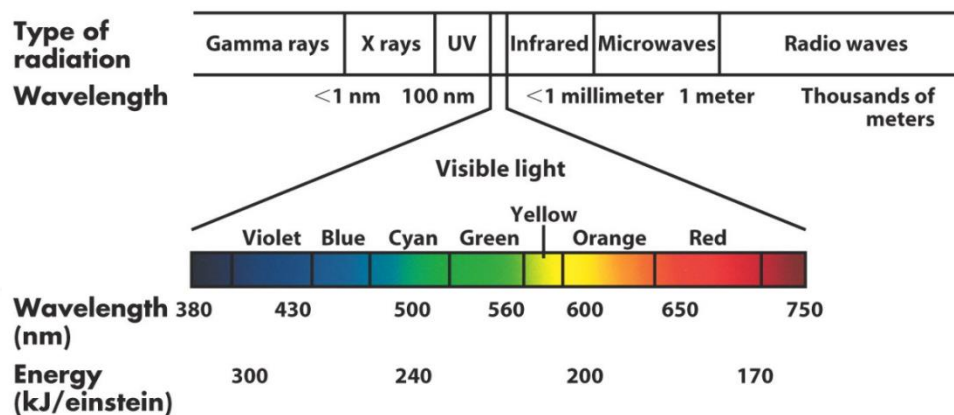


Guía 13 fotosíntesis

Esta energía lumínica se propaga como una onda de naturaleza electromagnética. La luz visible corresponde a una pequeña porción de una gran familia de ondas electromagnéticas, que incluye a las ondas de radio, las microondas, los rayos X, etc.

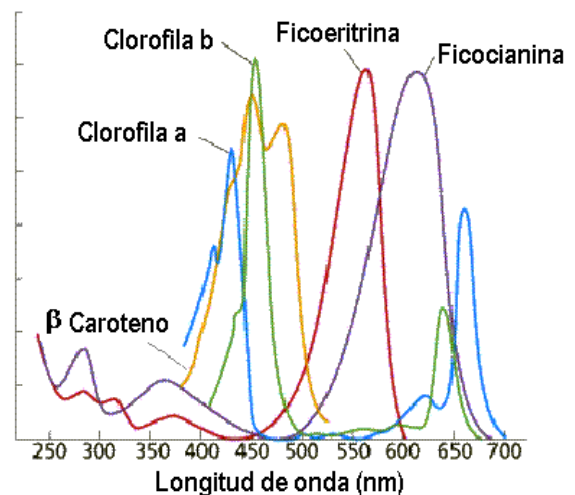
En la fotosíntesis la energía solar, y más específicamente el espectro visible, actúa sobre la molécula de clorofila, molécula que contiene un ión metálico (átomo de magnesio Mg^{+2}). El efecto fotoeléctrico se traduce en que la luz produce la oxidación del magnesio de la clorofila (fotooxidación).



El espectro electromagnético es una gama continua de ondas que va desde las ondas de radio hasta los rayos gamma, pasando por la luz visible, que es la que participa en la fotosíntesis. Las distintas ondas que forman el espectro difieren en cuanto a la frecuencia y longitud de onda. En el caso de la clorofila sus máximos de absorción se sitúan en las longitudes de onda del color azul y rojo.

Un pigmento es una sustancia capaz de absorber una determinada longitud de onda (color) del espectro visible y reflejar otra longitud de onda que se aprecia como el color.

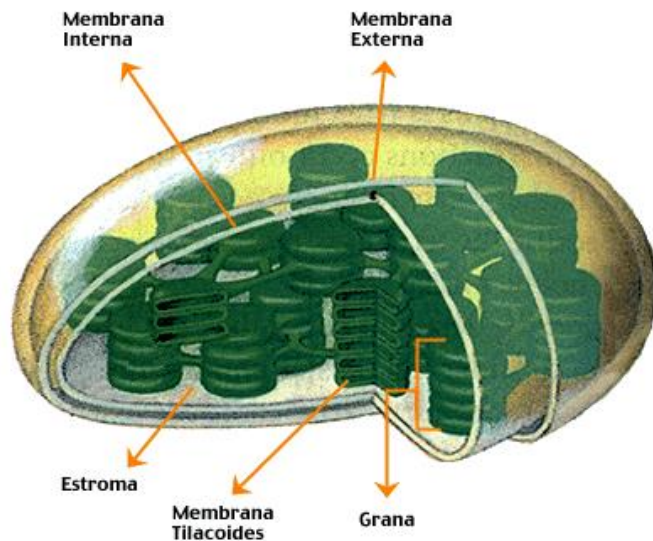
Por ejemplo, la clorofila absorbe en la región del rojo y azul y refleja en la del verde, que es el color que percibimos en las estructuras que la contienen.



Cloroplasto

El cloroplasto es el organelo responsable de la fotosíntesis. En él se distinguen dos partes: los Tilacoides, que son las membranas en las que ocurre la fase clara de la fotosíntesis y el estroma, lugar donde se desarrolla el ciclo de Calvin (fase oscura).

Los pigmentos vegetales se organizan en la membrana del tilacoide en los denominados fotosistemas. Cada fotosistema está formado por un complejo que reúne todas las clases de pigmentos vegetales.



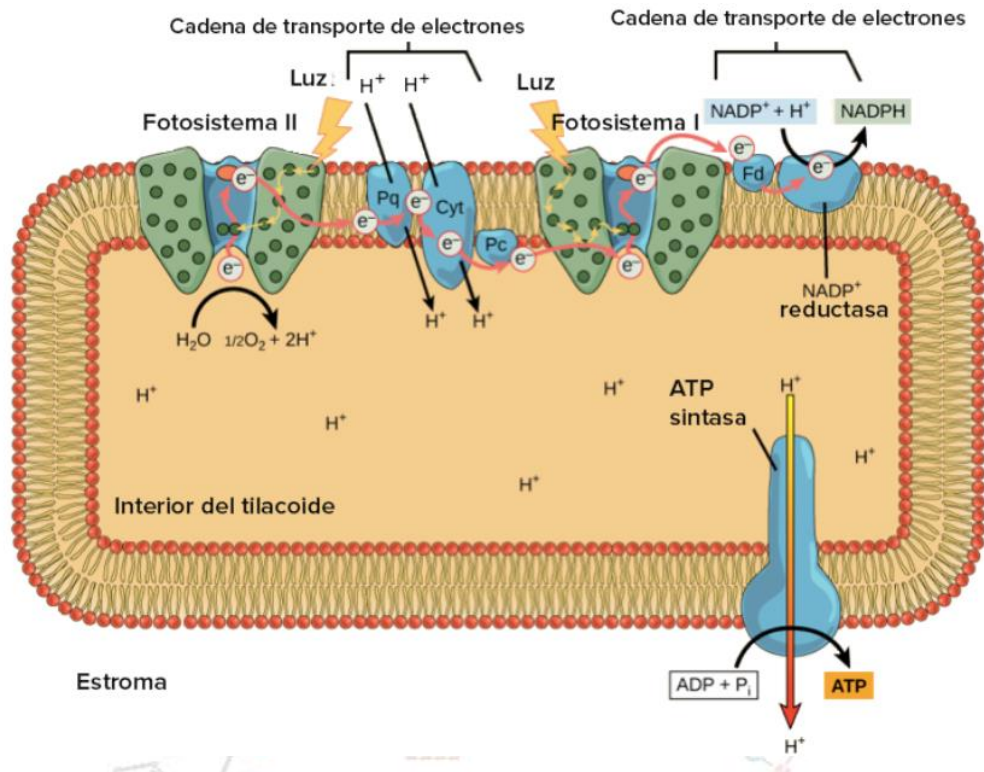
Cuando el fotosistema es excitado por la luz, el complejo de pigmentos recoge esta energía y la conduce de manera focalizada hacia un centro de reacción, como en un embudo. Posteriormente el fotosistema sufre la pérdida de dos electrones.

A nivel del complejo, además de la clorofila, encontramos los pigmentos accesorios tales como carotenoides, xantófilas, ficocianina, ficoeritrina, etc.

Fase luminosa y fase oscura.

La fase luminosa de la fotosíntesis se lleva a cabo en la membrana de los tilacoides. Para que esta fase ocurra es necesaria la presencia de **ADP, NADP, agua y energía solar**, además de los pigmentos, de los cuales el más importante es la clorofila. La luz que participa en esta fase es la encargada de excitar los pigmentos de los fotosistemas I y II, que trabajan de manera secuencial.

Producto de la estimulación lumínica de los fotosistemas, estos ceden electrones. Si lo señalamos de manera global, la función de la energía luminosa es estimular a los fotosistemas para que respondan con la emisión de electrones (foto-oxidación), dos en total.



La estimulación luminosa del Fotosistema II produce foto-oxidación de él. Los electrones son llevados hacia un aceptor, que los conduce hacia el fotosistema I a través de una cadena transportadora de electrones. Además, este transporte de electrones se aprovecha para sintetizar ATP (ATP sintasa), proceso que se conoce como fotofosforilación, debido a que la formación del ATP es inducida por la luz.

En el caso del Fotosistema I los electrones son conducidos hasta un aceptor primario que se encarga de la formación del NADPH, uno de los productos de la fase luminosa o clara.

Si el fotosistema II cede electrones inicialmente, ¿Cómo recupera esos electrones? Esta recuperación se logra por efecto de la fotólisis del agua, puesto que los electrones que finalmente circulan por este sistema pertenecen al agua.

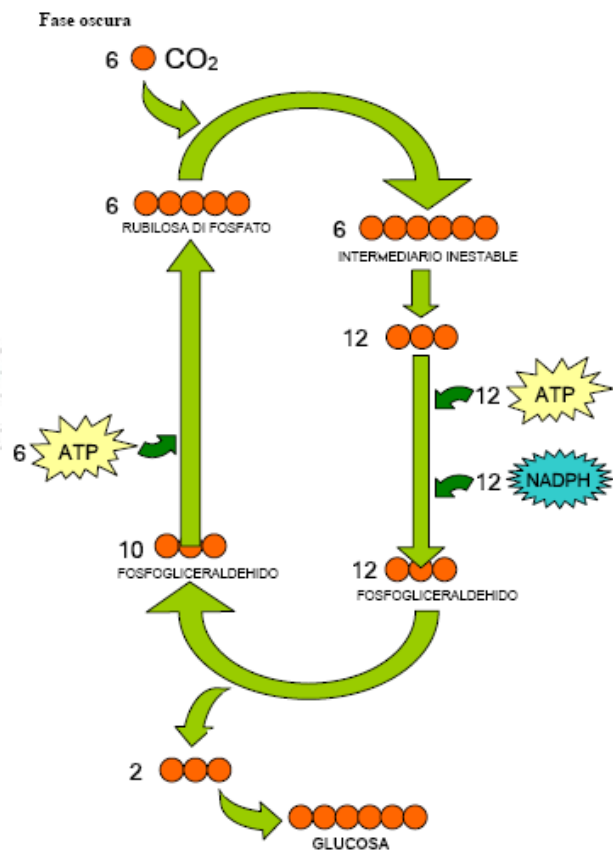
La fotólisis del agua, además de aportar los electrones que fluyen, genera oxígeno, el que es liberado por la planta a la atmósfera. El ATP y el NADPH son utilizados posteriormente en la fase oscura de la fotosíntesis, que ocurre en el estroma del cloroplasto.

La fase oscura está representada por una serie de reacciones que en su conjunto se conocen como ciclo de Calvin-Benson. El primer compuesto de este ciclo es la ribulosa difosfato (pentosa), que reacciona con el CO_2 , permitiendo la fijación de éste.

La entrada de 6 moléculas de CO_2 sobre la ribulosa difosfato genera 6 moléculas de un intermediario inestable, que rápidamente se separa en 12 moléculas de fosfoglicerato, de 3 átomos de carbono cada una. En la siguiente reacción se consumen 12 ATP y 12 NADPH para formar 12 moléculas de fosfogliceraldehido, también de 3 átomos de carbono.

En el paso siguiente, las 12 moléculas de fosfogliceraldehido pasan a 10, lo que genera una diferencia de 6 átomos de carbono, que se distribuyen en 2 moléculas de fosfogliceraldehido que se utilizan para formar una de glucosa. Finalmente, se restituye la ribulosa difosfato (6 moléculas), en una reacción que utiliza 6 ATP.

La importancia de estas reacciones del ciclo de Calvin es que generan al fosfogliceraldehido, que representa un compuesto que sigue varias vías. Es decir, este intermediario al incorporarse a otras vías metabólicas puede servir para la síntesis de otros compuestos orgánicos distintos a la glucosa, como aminoácidos, vitaminas, pigmentos, etc.



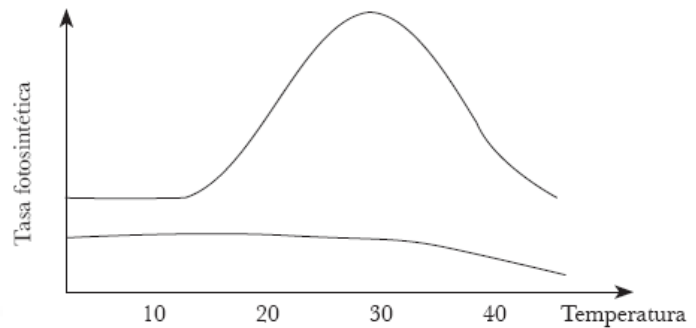
La enzima ribulosa-1,5-bifosfato carboxilasa/oxigenasa, más comúnmente conocida por el corto nombre de **RuBisCO** o simplemente rubisco, se utiliza en el ciclo de Calvin para catalizar el primer paso importante de la fijación del carbono.

Factores que afectan la fotosíntesis

La tasa de fotosíntesis se puede ver afectada principalmente por factores como la temperatura, la concentración de CO_2 en la atmósfera y la luminosidad, pero también van a influir la disponibilidad de sales minerales y agua.

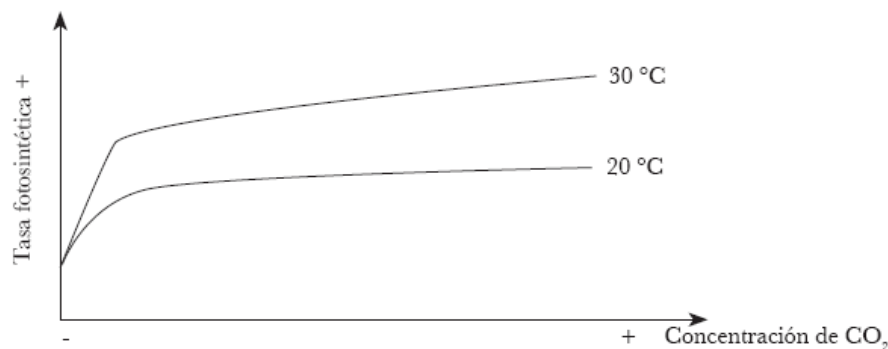
Temperatura:

A medida que aumenta la temperatura, la tasa fotosintética se incrementa, y a temperaturas entre 20°C y 35°C el proceso es más eficiente. Sobre esta temperatura, el proceso fotosintético disminuye notoriamente. En el gráfico, la línea inferior muestra la tasa fotosintética a una baja luminosidad.



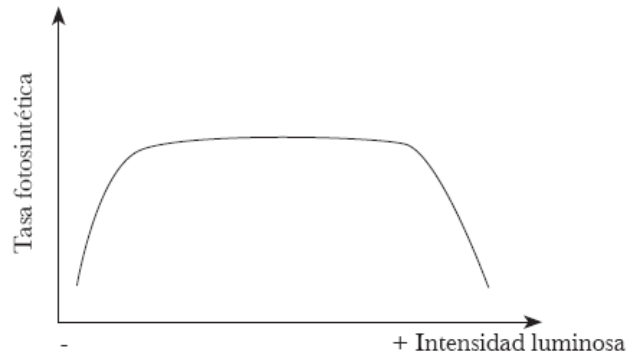
Concentración de CO_2 :

A mayor disponibilidad de CO_2 en la atmósfera, mayor es la tasa de fotosíntesis, la que evidentemente se verá afectada por la temperatura.



Luminosidad:

Frente a una menor intensidad luminosa, la tasa fotosintética es menor. En cambio, a mayor intensidad luminosa, mayor es la tasa fotosintética. Sin embargo, cuando la intensidad luminosa está sobre los 600 Watts, la tasa fotosintética disminuye.



Ejercicios

01. ¿Cuál(es) es(son) la(s) consecuencia(s) directa(s) de la destrucción de las granas del cloroplasto?

- I. No se realizaría la fotólisis del agua.
- II. Sólo se obtendría glucosa como producto final.
- III. Aumentarían las cantidades de O_2 ambiental.

- A) Solo I
- B) Solo II
- C) Solo III
- D) I y II
- E) I y III

02. Todos los productos de la fase luminosa de la fotosíntesis son:

- A) ATP y NADPH.
- B) ATP, NADPH y CO_2 .
- C) NADPH, CO_2 y O_2 .
- D) NADPH, ATP y O_2 .
- E) ATP y O_2 .

03. Durante la fotosíntesis se utiliza CO_2 para sintetizar compuestos orgánicos. Este proceso solo ocurre:

- I. si la planta ha sido expuesta a la luz.
- II. en la oscuridad.
- III. en las membranas internas de los cloroplastos.

- A) Solo I
- B) Solo II
- C) Solo III
- D) I y III
- E) I, II y III

04. Al marcarse radiativamente las moléculas de CO_2 que son entregadas a una planta, ¿en qué elementos y estructuras de la planta se puede detectar la marca?

- I. En las proteínas.
- II. En la glucosa.
- III. En la pared celular.

- A) Solo I
- B) Solo II
- C) Solo III
- D) I y II
- E) I, II y III

05. El agua con que se riega una planta tiene su oxígeno marcado (O^{18}). Al cabo de un tiempo, al analizar los productos de la reacción fotosintética, podría verificarse que el oxígeno marcado se encontrará en

- I. el CO_2 liberado al medio.
- II. el O_2 del ambiente de cultivo.
- III. el almidón formado.

- A) Solo I
- B) Solo II
- C) Solo III
- D) Solo II y III
- E) I, II y III

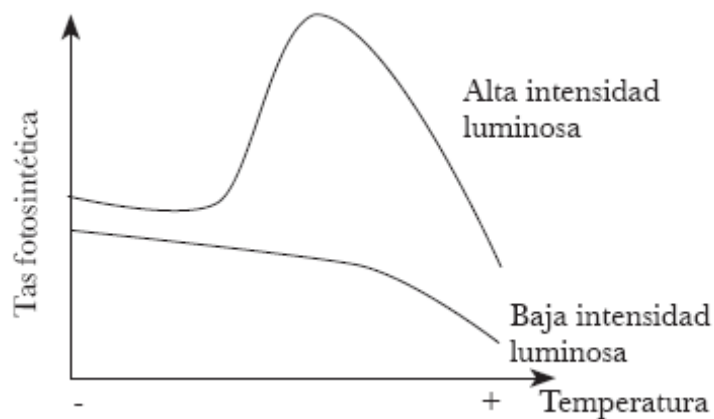
06. En relación con el oxígeno liberado durante la fotosíntesis, es correcto afirmar que

- A) proviene del rompimiento del CO_2 .
- B) proviene de las moléculas de $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
- C) es utilizado en la fabricación de moléculas orgánicas.
- D) resulta de la fotólisis del agua.
- E) es utilizado en la fase oscura de la fotosíntesis.

07. ¿Cuál de los siguientes elementos NO se relacionan a la fase oscura de la fotosíntesis?

- A) CO_2 .
- B) Agua.
- C) Azúcar.
- D) ATP.
- E) NADPH.

08. En la fotosíntesis hay diversos factores que influyen sobre el proceso. Al respecto, el siguiente gráfico representa la relación entre la tasa fotosintética, la intensidad luminosa y la temperatura.



Con respecto al gráfico, la tasa fotosintética representa una variable

- A) independiente.
- B) interpolada.
- C) dependiente.
- D) no controlada.
- E) extrapolada.

09. Son factores necesarios para que se produzca la fotosíntesis:

- A) Energía luminosa y agua.
- B) Clorofila y energía luminosa.
- C) Agua, energía luminosa y oxígeno.
- D) Clorofila, oxígeno y energía luminosa.
- E) Energía luminosa, agua, clorofila y CO_2 .

10. Si se aplica un químico que evita la fijación de CO_2 en una planta, ¿qué consecuencias se producirían en el proceso de fotosíntesis?

- I. No se realiza la fotólisis del agua.
- II. No se puede generar glucosa como producto.
- III. Se impide la liberación de O_2 .

- A) Solo I
- B) Solo II
- C) I y III
- D) II y III
- E) I, II y III

11. ¿Cuál (es) de los siguientes eventos ocurre a nivel de la fotosíntesis cuando una planta es expuesta a los rayos luminosos?

- I. fotólisis del agua
- II. fijación del oxígeno
- III. eliminación del CO_2

- A) Solo I
- B) Solo III
- C) I y II
- D) II y III
- E) I, II y III

Selección Múltiple

1.	A
2.	D
3.	D
4.	E
5.	B
6.	D
7.	B
8.	C
9.	E
10.	B
11.	A