

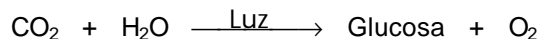
13 ANABOLISMO, FOTOSÍNTESIS Y QUIMIOSÍNTESIS

I. FOTOSÍNTESIS

A. Concepto e importancia biológica

Proceso mediante el cual ciertos organismos son capaces de transformar la energía de la luz solar en energía química (ATP y NADPH) y utilizarla para sintetizar compuestos orgánicos a partir de CO_2 y H_2O .

Reacción global:



Las plantas, algas y cianobacterias poseen clorofila como principal pigmento fotosintético y oxidan agua durante el proceso fotosintético liberando oxígeno molecular; realizan una fotosíntesis oxigénica.

En cambio, las bacterias fotosintéticas verdes y púrpuras tienen bacterioclorofila como principal pigmento y no oxidan el H_2O , sino hidrógeno gaseoso o sulfuro de hidrógeno, por lo que no liberan oxígeno; realizan una fotosíntesis anoxigénica.

B. Fase luminosa o de Blackman (captación de energía)

Pigmentos fotosintéticos. Espectros de absorción. Fotosistemas.

Fotosistema I (P700). Predomina la clorofila a. No asociado a la producción de O_2 .

Fotosistema II (P680). Asociado a la producción de O_2 .

Los pigmentos, transportadores y enzimas implicados en el proceso se encuentran en la membrana de los tilacoides.

1. Captación de energía por los fotosistemas

Antena y centro de reacción

2. Reducción del NADP

3. Transporte de electrones y fotofosforilación

Proceso quimiosmótico de fosforilación.

4. Oxidación del agua

5. Fotofosforilación cíclica

C. Fase oscura

A pesar de su nombre, algunos de los sistemas enzimáticos implicados en el proceso requieren ser estimulados por la luz.

1. Ciclo de Calvin

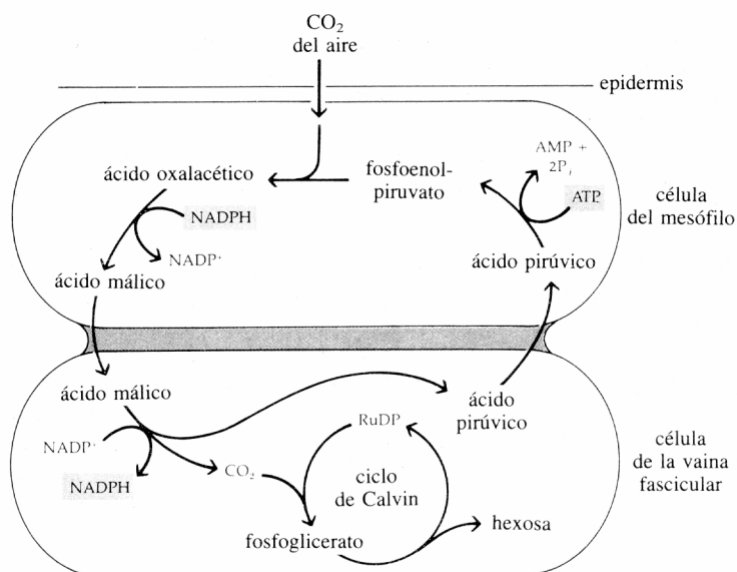
Descubierto por M. Calvin utilizando al alga unicelular *Chlorella* a la que se le suministraba CO_2 marcado con ^{14}C .

El proceso ocurre en el estroma de los cloroplastos. Se pueden distinguir tres fases:

- Fijación del CO_2 a la ribulosa-1,5-difosfato.
- Reducción del ácido 3-fosfoglicérico.
- Formación de glucosa y regeneración de la ribulosa-1,5-difosfato.

2. Ruta de Hatch-Slack (plantas C4)

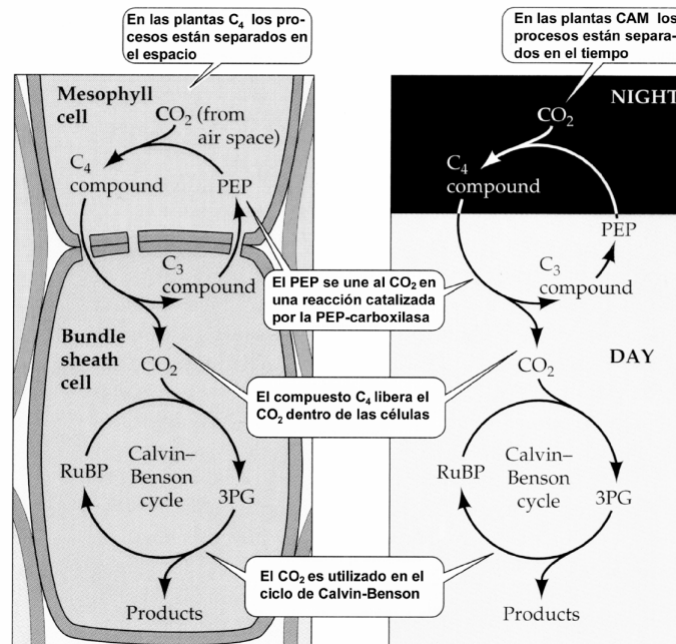
Se da en muchas plantas de climas calurosos y secos.



La PEP-carboxilasa presenta más afinidad por el CO_2 que la RuDP-carboxilasa. Al fijar el CO_2 con más rapidez, aumenta el gradiente de $[\text{CO}_2]$ entre las células y el aire exterior.

La RuDP-carboxilasa presenta también actividad oxidada por lo que se produce el fenómeno de la fotorrespiración, que resta eficacia al proceso fotosintético. En las plantas C_4 la RuDP-carboxilasa está en cierto modo protegida del O_2 atmosférico.

3. Metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM)



4. Fijación fotosintética del nitrógeno y del azufre

El NO_3^- es reducido a NH_3 en los cloroplastos, por el NADPH formado en la fase luminosa.

Este amoníaco se une al ácido α -cetoglutarico (procedente del ciclo de Krebs) y origina ácido glutámico que, a su vez, es el origen de otros aminoácidos.

La fijación fotosintética del azufre ocurre también en los cloroplastos y la energía procede de la fase luminosa.

D. Factores que influyen en el rendimiento fotosintético

1. Concentración de CO_2

Hasta una determinada $[\text{CO}_2]$, el aumento de concentración aumenta la tasa de fotosíntesis. Influye en la apertura de los estomas.

2. Concentración de O_2 (fotorrespiración)

La oxidación de carbohidratos en los peroxisomas en presencia de luz y O_2 (sin producción de ATP ni NADPH) puede reducir en un 50% o más la eficiencia fotosintética.

3. Disponibilidad de agua

Puesto que determina la apertura y cierre de los estomas. Si hay escasez de agua los estomas se cierran, la concentración de CO_2 se reduce y la de O_2 aumenta, con los efectos que esas variaciones tienen sobre el rendimiento fotosintético.

4. Temperatura

Por su efecto sobre los enzimas que actúan en el proceso. También influye en el cierre de los estomas,

5. Periodo de luz

6. Intensidad luminosa

La tasa fotosintética aumenta con intensidad luminosa hasta un cierto límite en el que se produce la fotooxidación de los pigmentos.

7. Longitud de onda de la luz

Longitud de onda de la luz. Las plantas sólo aprovechan la luz perteneciente a un rango de longitudes de onda que corresponde a la luz visible (400 - 700 nm).

Las longitudes de onda inferiores (UV) pueden romper las moléculas orgánicas, las superiores (IR) son absorbidas por el agua y, además, la banda visible es la más abundante entre las radiaciones que llegan a la tierra procedentes del Sol.

II. QUIMIOSÍNTESIS

A. Concepto e importancia biológica

La quimiosíntesis es una forma de nutrición autótrofa en la que la energía necesaria para la elaboración de compuestos orgánicos se obtiene de la oxidación de ciertas sustancias del medio. Aunque este proceso es exclusivo de algunos grupos de bacterias tiene una gran importancia biológica ya que de esta manera se reciclan los compuestos totalmente reducidos (NH_3 , H_2S , CH_4) y se cierran los ciclos de la materia en los ecosistemas.

Igual que en la fotosíntesis se pueden distinguir dos fases: en la primera se obtiene energía y poder reductor por oxidación de compuestos muy reducidos como el metano, el ácido sulfhídrico, etc.; la segunda fase es semejante a la que ocurre en la fotosíntesis y en ella se asimila y reduce el dióxido de carbono.

B. Organismos quimiosintéticos

1. Bacterias del hidrógeno

Estas bacterias pueden activar el hidrógeno molecular con ayuda de hidrogenasas y utilizarlo para obtener energía. Frecuentemente las bacterias de este tipo son autótrofas facultativas y pueden nutrirse también de compuestos orgánicos.

2. Sulfobacterias

Las bacterias del género *Thiobacillus* son capaces de obtener energía por oxidación de compuestos reducidos de azufre. La mayoría de las bacterias de este género son capaces de oxidar diversos compuestos de azufre y forman sulfato como producto final.

3. Ferrobacterias

Algunas bacterias viven en aguas ricas en compuestos de hierro ferroso, absorben estas sustancias y las oxidan a hierro férrico, que forma hidróxido férrico muy insoluble y precipita. Esta reacción produce poca energía por lo que deben oxidar grandes cantidades de hierro para poder vivir.

4. Bacterias nitrificantes

Oxidación de compuestos reducidos del nitrógeno presentes en el suelo. Las bacterias nitrificantes, como las del género *Nitrosomonas*, oxidan el amoníaco y lo convierten en nitritos. Las bacterias nitrificantes, como *Nitrobacter*, oxidan los nitritos a nitratos. Estas bacterias existen en todos los suelos, salvo en los tropicales, que son pobres en oxígeno.

III. OTROS PROCESOS ANABÓLICOS

A. Anabolismo de los glúcidos

1. Gluconeogénesis

Síntesis de glucosa a partir de precursores que no son glúcidos. El precursor es el oxalacetato que se forma en la matriz mitocondrial. Como la membrana mitocondrial interna es impermeable al oxalacetato, éste es primero reducido a malato que sí puede atravesarla y salir al hialoplasma donde será oxidado de nuevo a oxalacetato. El oxalacetato es posteriormente carboxilado y fosforilado a fosfoenolpiruvato (PEP). Dos moléculas de PEP se utilizarán para sintetizar una molécula de glucosa en una serie de reacciones algunas de las cuales son inversas de la glucólisis y otras exclusivas de la gluconeogénesis.

2. Glucogenogénesis

Este proceso se realiza especialmente en las células del hígado y en los músculos. Consiste en la síntesis de glucógeno realizada en el hialoplasma a partir de moléculas de glucosa activadas en forma de UDP-glucosa.

La síntesis de almidón en las células vegetales es similar, aunque el activador es el ATP.

B. Anabolismo de los lípidos

Los fosfolípidos, colesterol y derivados se sintetizan en el retículo endoplasmático. Los triglicéridos en el hialoplasma.

SÍNTESIS DE GLICERINA: Se realiza en el hialoplasma a partir de la dihidroxiacetona-3P.

SÍNTESIS DE ACIDOS GRASOS: Condensaciones sucesivas de fragmentos de 2C ocurrida también en el hialoplasma. El complejo enzimático que cataliza el proceso no es capaz de añadir moléculas de 2C en forma de acetil-CoA, sino en forma de malonil-CoA.

C. Anabolismo de los aminoácidos

Algunos aminoácidos no pueden ser sintetizados (aminoácidos esenciales). En el hombre son: lisina, triptófano, treonina, metionina, fenilalanina, leucina, valina e isoleucina.

Se produce en el hialoplasma. El grupo amino suele provenir del ácido glutámico.

Los principales precursores son: α -cetogluárico (glutámico), 3-fosfoglicérico (serina), pirúvico (alanina), oxalacético (aspártico y asparagina) y el propio glutámico (prolina y glutamina).

La biosíntesis de proteínas se realiza en los ribosomas y será estudiada con más detalle en el Tema 14.

D. Anabolismo de los nucleótidos

Es un proceso complejo. Los productos de su degradación son utilizados en la síntesis.

Los ácidos nucleicos son sintetizados en el núcleo.