



# METABOLISMO CELULAR

Es el conjunto de todas las reacciones bioquímicas que ocurren dentro de la célula, con el objetivo de intercambiar material y energía con su entorno.

### Tipos de metabolismo

Teniendo en cuenta su doble función, existen dos tipos de metabolismos.

#### a. Anabolismo

Son todas las reacciones bioquímicas, en las cuales las moléculas sencillas se combinan para formar moléculas complejas.

En este proceso de síntesis, se forman enlaces químicos, en los cuales se almacena la energía, por tal motivo el anabolismo es una reacción endergónica. Ejemplo: Fotosíntesis, glucogenólisis, etc.

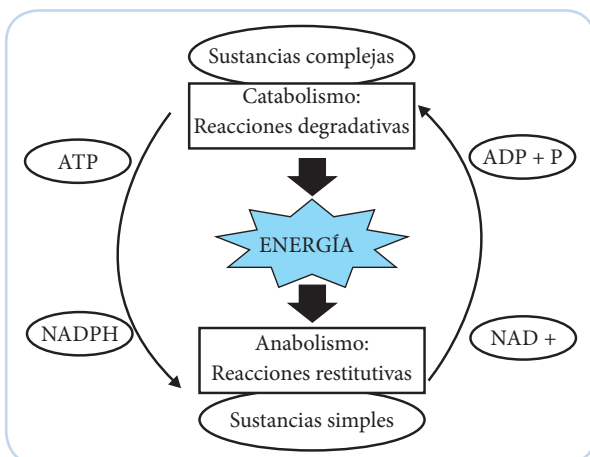
#### b. Catabolismo

Son todas las reacciones bioquímicas, en las cuales las moléculas complejas se desdoblan en moléculas sencillas, con liberación de energía, por tal motivo, el catabolismo es una reacción exergónica. Ejemplo: Respiración celular, glucogenólisis, glucólisis, etc.

### Adenosin trifosfato (ATP)

Se le llama la moneda energética de la célula, porque es la fuente de energía inmediata para el trabajo celular. El ATP está formado por:

- 1 adenina.    - 1 ribosa.    - 3 fosfatos.



### Advertencia pre

Debido a que el anabolismo da como resultado la formación de nuevo material celular, también se le conoce como biosíntesis.

### Fotosíntesis

#### I. Importancia biológica:

La fotosíntesis es un gran evento biológico cuya importancia radica en los siguientes criterios:

1. Es una gran fuente de Oxígeno Molecular ( $O_2$ ). El  $O_2$  es un gas vital para los organismos aeróbicos. Además forma la capa de ozono ( $O_3$ )
2. Transforma la energía luminosa en energía química. Esta energía química se almacena fundamentalmente en los enlaces químicos de la glucosa.
3. Produce los alimentos (almidón) para los organismos autótrofos y heterótrofos. Debido a esto los vegetales se consideran la base de la cadena alimenticia.



#### II. Definición:

La fotosíntesis es un proceso anabólico de tipo endergónico, este proceso es realizado por organismos autótrofos a nivel del cloroplasto (vegetales) o estructuras equivalentes (algas unicelulares, bacterias y cianobacterias).

#### III. Fórmula:

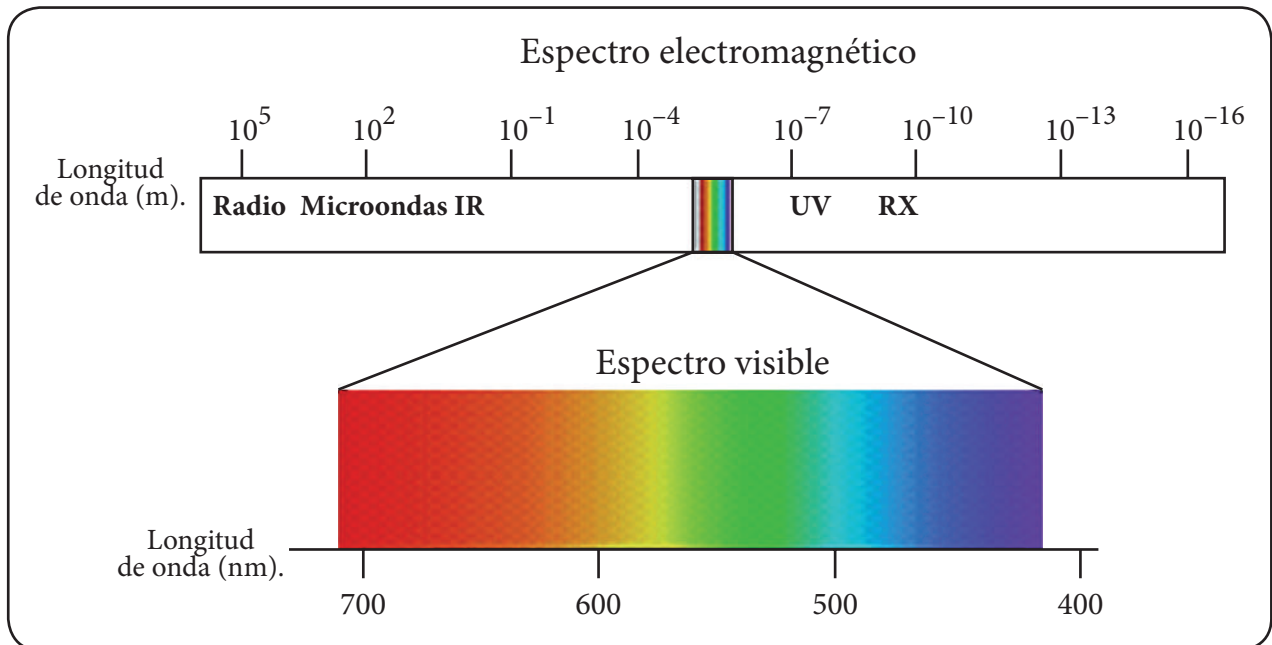


#### IV. Elementos

##### 1. Luz:

Radiación electromagnética constituida por un haz de fotones (Cuantos que se utilizan en la fotosíntesis).

La luz visible es radiación electromagnética de longitud de onda entre 400 y 700 nanómetros (nm); que es una pequeña parte del espectro electromagnético. El color de la luz depende de la longitud de onda y la luz blanca contiene todas las longitudes de onda del espectro visible.



## Advertencia pre

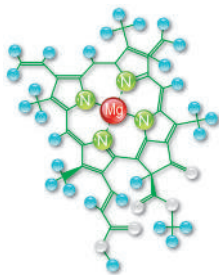
Existen varios tipos de clorofilas como la Clf «a» y la Clf «b» cuya diferencia se encuentra en el radical. Absorben con mayor intensidad la luz de las regiones rojo y azul-violeta del espectro.

### 2. Pigmentos:

Durante el proceso fotosintético participan tres tipos de pigmentos distintos: clorofilas, carotenoides y ficobilinas; siendo su función proporcionar el sistema adecuado de absorción de energía luminosa.

#### a) Clorofilas:

Son los pigmentos (verdes) más importantes que absorben la luz en las membranas de los tilacoides (plantas superiores). Están formadas por un núcleo porfirínico que contiene magnesio y una cola hidrocarbonada llamada fitol. Existen clorofila «a» y clo-



rofila «b» Las clorofilas se encuentran en los fotosistema (I y II) presentes en las membranas tilacoides de las granas de los Cloroplastos.

#### b) Pigmentos accesorios:

Son pigmentos que absorben la luz de longitudes de onda a las que la clorofila no es eficiente; completando su acción. Además ceden la energía luminosa que absorbieron a la clorofila y son:

- Carotenoides: Son los pigmentos accesorios más importantes, siendo el b caroteno el más frecuente. Es un compuesto isoprenoide de color naranja. También es Carotenoide la xantofila, de color amarillo y poco frecuente.
- Ficobilinas: su distribución es más limitada, encontrándose en algas rojas (ficoeritrina), algas pardas (fucoxantina), cianobacterias (ficocianina), etc.

#### 3. Agua:

La absorción del Agua sirve proporcionar «Agentes Reductores» ( $H^+$ ) que reaccionen para la asimilación del  $CO_2$  y para producir oxígeno molecular ( $O_2$ ) que va a la atmósfera.



#### 4. Enzimas:

Son proteínas biocatalizadoras que aceleran las reacciones químicas de la fotosíntesis.

#### 5. CO<sub>2</sub>: fuente de carbono

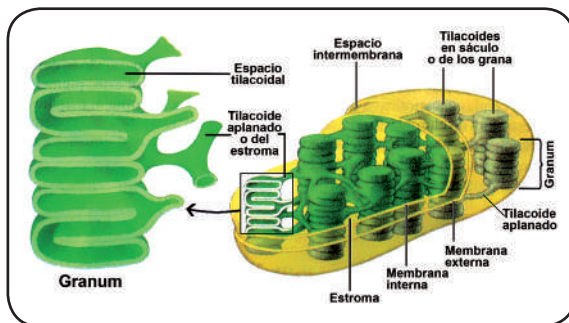
Anhídrido carbónico, (necesario para la síntesis de compuestos orgánicos «glucosa») interviene en la fotosíntesis y proviene de muchas fuentes, siendo la principal los organismos heterótrofos.

### V. Fases

La fotosíntesis en las bacterias ocurre en el mesosoma, en cianobacterias en láminas fotosintéticas y vegetales en el cloroplasto, que comprende dos fases: luminosa y oscura.

#### 1. Fase luminosa o fotosintética (Reacción de HILL):

Es la primera fase, donde las clorofilas absorben energía luminosa iniciando las reacciones que son muy rápidas. Ocurre en la membrana Tilacoide de las granas del cloroplasto y en cuatro etapas que son:



#### A. Fotoexcitación de las clorofilas

Se inicia con la captura de la luz por las clorofilas que se encuentran en los cuantosomas formando fotosistemas.

**Fotosistema II:** genera ATP por motivos históricos los fotosistemas están numerados “hacia atrás” el FOT II Capta longitudes de onda de 680nm, por ello se llama P680. Presenta clorofila «a» (más), clorofila «b» (menos) y b-caroteno. Además manganeso (Mn).

**Fotosistema I:** genera NADPH mientras tanto la luz también ha estado incidiendo en el complejo reactor de luz del FOT I. Este capta longitudes de onda de 700 nm, por ello se llama P700.

a. Al ser excitado el fotosistema I por ac-

ción de la luz, el P700 dispara sus electrones a un nivel más alto de energía, estos son captados por un aceptor de electrones, la sustancia «Z», la que los transfieren al complejo ferredoxina (proteínas transportadoras de electrones que tiene Fe y S).

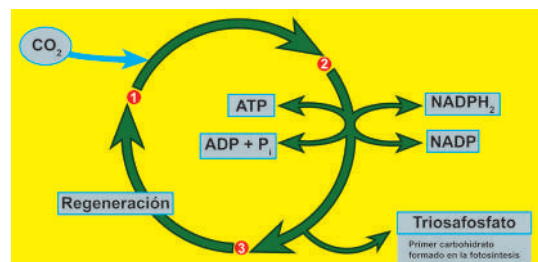
b. El vacío electrónico que queda en el fotosistema «I» es llenado por los electrones del fotosistema II, que al ser excitado dispara sus electrones a un nivel más alto de energía, éstos son captados por la sustancia «Q» y enviados hacia el fotosistema I, a través de una cadena de transportadores de electrones (Plastoquinona (QH<sub>2</sub>), Citocromo b, Citocromo f y plastocianina (Pc)).

#### B. Fotólisis del agua

El agua absorbida por la raíz de la planta llega hasta los Cloroplastos, donde por acción de la luz esta se rompe (fotólisis) y libera electrones (2e<sup>-</sup>), protones (2H<sup>+</sup>) y oxígeno (O<sub>2</sub>). Los electrones (2e<sup>-</sup>) van a llenar el hueco electrónico que quedó en el Fotosistema II y los protones (2H<sup>+</sup>) se transfieren al NADP<sup>+</sup>. El Oxígeno (½O<sub>2</sub>) se libera a la atmósfera.

#### C. Fotofosforilación:

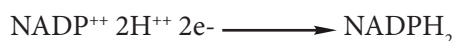
Es la síntesis de ATP a partir de ADP y Pi (fosfato inorgánico), esto se da por la acumulación de protones en el espacio intratilacoideal generando una diferencia de concentración y carga, entre el tilacoide y el estroma. Como consecuencia, los protones (2H<sup>+</sup>) salen por la ATP-sintetasa. Mientras esto ocurre el ADP (adenosindifosfato) se une al Pi (fosforo) para formar ATP (adenosintrifosfato) dentro de la ATP sintetasa.



#### D. Fotorreducción del NADP<sup>+</sup>:

Las moléculas de NADP<sup>+</sup> (oxidado), presentes en el estroma del cloroplasto, reci-

ben electrones ( $2e^-$ ) del complejo ferredoxina, asociándose con protones ( $2H^+$ ) del agua, para luego quedar en  $NADPH_2$  (Reducido).



## II. Fase oscura o quimiosintética (Reacción de BLACKMAN):

Es la segunda fase, donde se utiliza el  $NADPH_2$  y el ATP producidos en la fase luminosa. Ocurren en el estroma del cloroplasto y comprende reacciones conocidas como el Ciclo de Calvin, donde se asimila  $CO_2$  y se forman la molécula base de los nutrientes, el 3-Fosfogliceraldehído. Ocurre en cuatro etapas:

### 1. Activación energética de la ribulosa

La ribulosa -5 fosfato recibe la transferencia de un fosfato a partir del ATP, para convertirse en ribulosadifosfato.

### 2. Fijación del $CO_2$

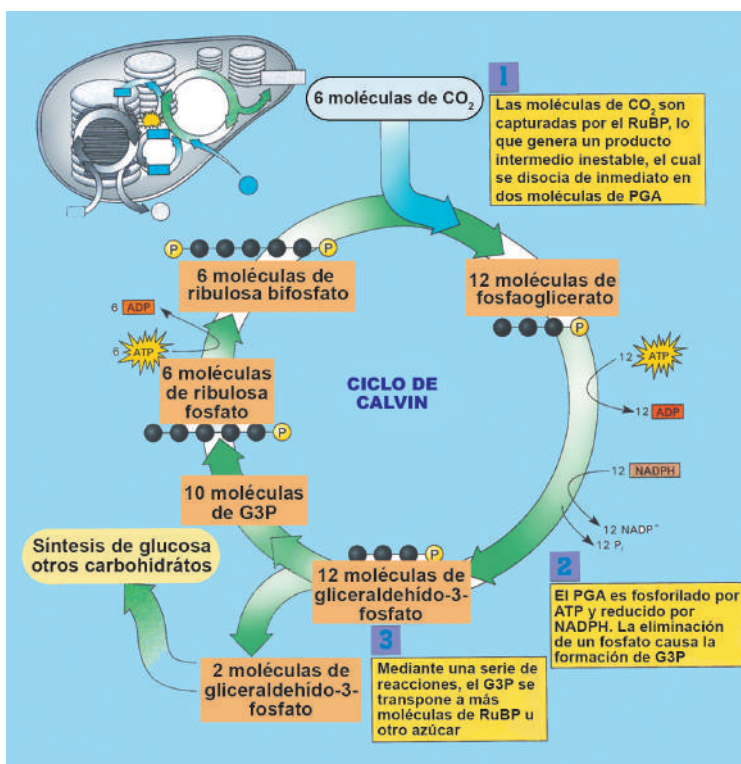
También llamado carboxilación. La ribulosa difosfato reacciona con el  $CO_2$  (cataliza la ribulosa difosfato carboxilasa: rubisco) formándose un azúcar inestable de 6C (hexosa difosfato inestable) que se rompe por acción del agua. Se forman dos triosas (3C) denominadas fosfoglicerato (PG) también llamado ácido fosfoglicérico (PGA).

### 3. Reducción

Las moléculas de fosfoglicerato son transformadas hasta fosfogliceraldehído. El proceso incorpora los hidrógenos del  $NADPH_2$  provenientes de la fase luminosa.

### 4. Regeneración y obtención de glucosa

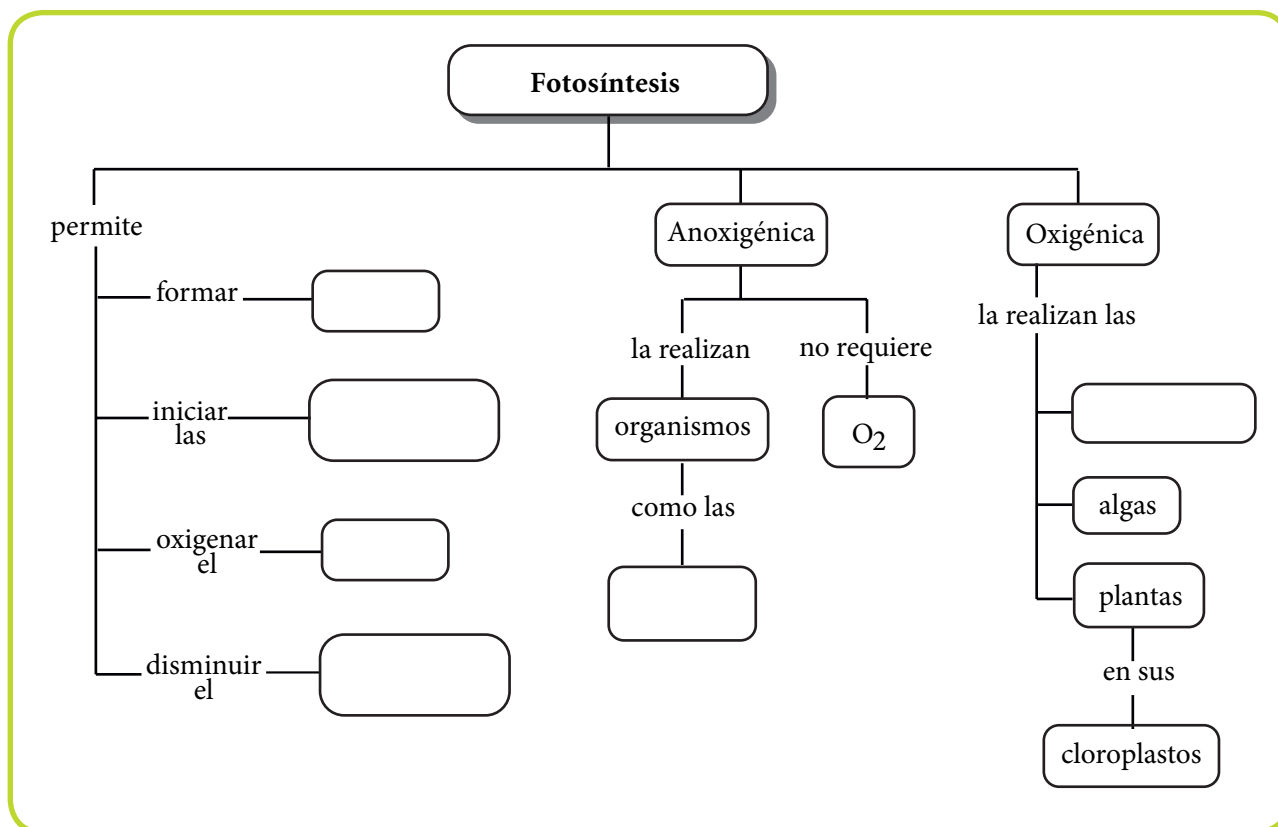
Luego de  $6CO_2$  fijados por 6 moléculas de ribulosa, se forman 12 fosfogliceroaldehído (12 PGAL), 2 PGAL se transforman hasta glucosa, los otros 10PGAL reaccionan entre sí regenerando las 6 moléculas de ribulosa (30C). En el proceso se pierde  $H_2O$ .



## Retroalimentación

- \_\_\_\_\_ proceso anabólico por el cual a partir de  $CO_2$ ,  $H_2O$  y energía de luz se forma los alimentos.
- La fotosíntesis tiene dos etapas: \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.
- La fase luminosa sucede: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.
- La fase oscura sucede: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.

## Trabajando en clase



## Verificando el aprendizaje

- La proteína Z que participa en la fotólisis de  $H_2O$  contiene en sus estructuras al bioelemento:
  - Mg
  - Fe
  - Co
  - Mn
  - Zn
- Los citocomas, en la mitocondria forma parte del sistema:
  - ATPasa
  - Transportador de electrones
  - Transportador de protones
  - Cuantosoma
  - Tilacoidal
- La enzima NADP reductasa participa en:
  - Fotoexcitación
  - Fotofosforilación
  - Fotoreducción
  - Ciclo de Calvin
  - Fotólisis
- El ingreso de protones a la matriz Tilacoidal se produce por una gradiente protónica creada por:
  - Liberación de  $CO_2$
  - Formación de  $H_2O$
  - El fotosistema I.
  - El fotosistema II.
  - El sistema de transporte de  $e^-$ .
  - La cantidad de ATP formado.
  - El rompimiento de moléculas de agua.
- La ribulosa monofosfato sufre un proceso denominado activación, con gasto de ATP, para convertirse en ribulosadifosfato (RDP) la cual sufre el proceso de \_\_\_\_\_ para formar una hexosa altamente inestable. Además dicho proceso se halla regulado por la enzima \_\_\_\_\_.
  - descarboxilación – Rudisco
  - carbaminación – Rubisco
  - carboxilación – Rubisco
  - carboxilación – Hexosaquirasa
  - deshidrogenación – Hexosaíso
- No sucede en la mitocondria:
  - Liberación de  $CO_2$
  - Formación de  $H_2O$

- c) Obtención de piruvato
  - d) Ciclo de Krebs
  - e) Cadena respiratoria
7. La ganancia neta de ATP en la vida de Embden - Meyerhof es:
- a) 2 ATP
  - b) 38 ATP
  - c) 36 ATP
  - d) 4 ATP
  - e) 32 ATP
8. Los cuantosomas son las unidades fotosintéticas a nivel de los cuales se llevó a cabo:
- a) Formación de  $\text{CO}_2$
  - b) Formación de fosfogliceraldehido
  - c) La reacción de Blackman
  - d) La fase oscura
  - e) La fase luminosa
9. Con respecto al fosfogliceraldehído lo incorrecto es:
- a) Se forma antes de consumir  $\text{CO}_2$ .
  - b) Es la molécula base de alimentos.
  - c) Se elabora en la fase oscura.
  - d) Se obtiene por reducción.
  - e) Su formación necesita ATP y  $\text{NADPH}_2$ .
10. En la fase luminosa de la fotosíntesis no se produce:
- a) ATP
  - b) Fotólisis de  $\text{H}_2\text{O}$
  - c)  $\text{NADPH}_2$
  - d)  $\text{CO}_2$
  - e) Actividad de Clorofila