

A FOTOSÍNTESE

1. METABOLISMO

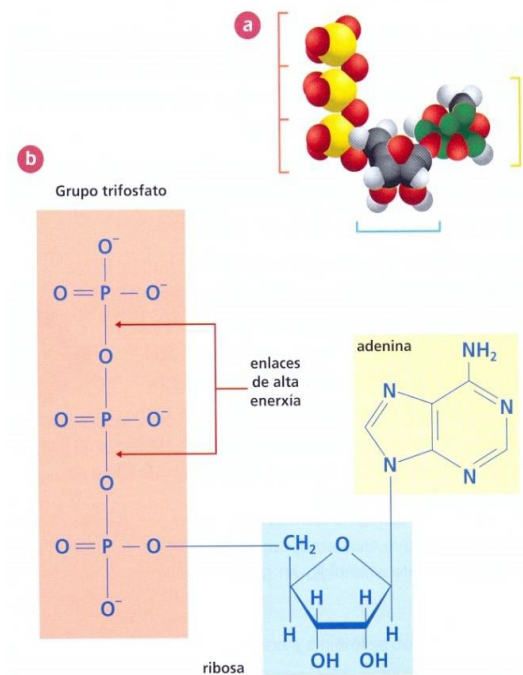
O **metabolismo** é o conxunto de reaccións químicas e procesos que lle permiten aos seres vivos obter enerxía para os seus procesos vitais e as súas actividades, e sintetizar biomoléculas necesarias para o crecemento, desenvolvemento e diferenciación de tecidos.

Dentro do metabolismo diferenciamos:

- **CATABOLISMO:** conxunto de procesos ou rutas do metabolismo implicados na **ruptura e oxidación de moléculas orgánicas** (degradación oxidativa), para así **producir enerxía**, acumulada maioritariamente en forma de ATP. Son procesos catabólicos como a glicólise, fermentación ou respiración celular.
- **ANABOLISMO:** conxunto de rutas do metabolismo que permiten a **biosíntese de moléculas orgánicas complexas** (proteínas, lípidos,...) a partir doutras máis sinxelas, orgánicas ou inorgánicas, con **consumo de enerxía** (ATP). O proceso anabólico por excelencia é a fotosíntese.

O ATP producido no catabolismo poderá utilizarse noutros procesos que o requiran, como as rutas do anabolismo. A enerxía que non se almacena disíbase en forma de calor.

O ATP (adenosín trifosfato) é unha molécula que almacena e/ou libera gran cantidade de enerxía contida nos enlaces éster entre os grupos fosfato. Trátase dun derivado nucleotídico cuxa base nitroxenada é a adenina unida a un glícido (ribosa) a cal se une a tres grupos fosfatos. Estes fosfatos únense mediante enlaces éster onde se almacena un gran cantidade de enerxía.



Molécula de ATP
(adenosín trifosfato)

2. CLOROPLASTOS

Os **cloroplastos** son os plastidios de maior importancia biolóxica xa que, por medio da **fotosíntese** fabrican moléculas orgánicas a partir de inorgánicas e da luz solar. Posúen unha gran cantidade do pigmento clorofila que lle dá cor verde. Ao ME pódese observar a seguinte ultraestrutura dos cloroplastos:

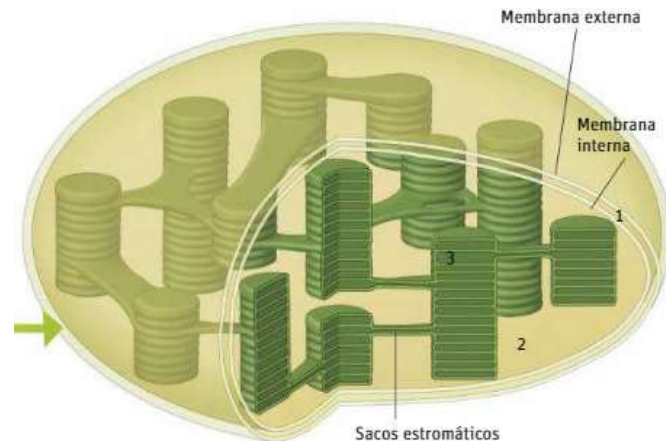
- **Dobre membrana:** unha membrana **externa** con maior permeabilidade aos ións e ás grandes moléculas, e membrana **interna** que é practicamente impermeable, e rodea o estroma do cloroplasto.

- **Espazo intermembranoso (1)**

- **Estroma ou matriz interna amorfa (2):**

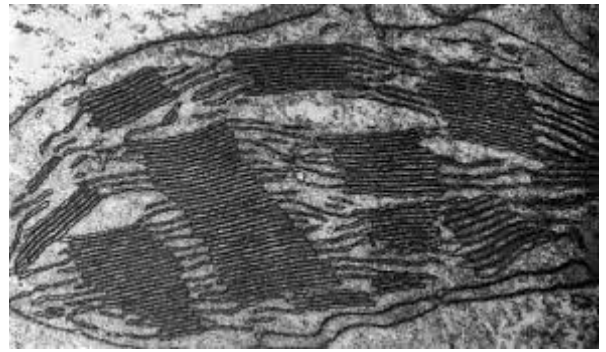
contén ADN circular de dobre cadea e ribosomas denominados plastorribosomas. É o lugar onde se realizan as **reaccións escuras** da fotosíntese xa que contén todas as enzimas que se encargan da fixación do carbono, das cales a máis abundante é a **rubisco** (ribulosa 1,5 – bifosfato carboxilase/osixenase), así como as enzimas que permiten a replicación, transcrición e tradución do ADN do cloroplasto. No seo do estroma localízanse os **tilacoides**.

- **Tilacoides (3):** sáculos aplanados que se poden encontrar illados ou superpostos e interconectados, e cada un destes amoreamentos denomínase **grana ou gránulo**. O espazo entre dous gránulos denomínase intergránulo e está ocupado por sacos estromáticos que conectan os gránulos entre si. Polo tanto, hai membranas tilacoidais estromáticas e membranas tilacoidais granulares. A membrana tilacoidal contén proteínas de transporte electrónico, na cara externa sitúanse as proteínas asociadas a pigmentos para formar os **fotosistemas** e complexos enzimáticos para a síntese de ATP (**ATP sintetasa**); é por iso que nos tilacoides ten lugar todos os procesos da fotosíntese que requiren luz (**fase luminosa**).





Cloroplasto visto ao MEV (falsa cor).

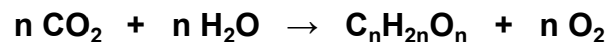


A función máis importante dos cloroplastos é a **fotosíntese**.

3. FOTOSÍNTESE

A fotosíntese é a forma de **nutrición autótrofa** das **plantas, algas e algunhas bacterias (cianobacterias)**. É un proceso **anabólico** que asimila enerxía da luz solar para convertela en enerxía química, a cal se utiliza para a formación de moléculas orgánicas complexas a partir de moléculas inorgánicas con consumo de ATP e poder redutor (NADPH). Neste proceso, a partir da auga tamén se produce osíxeno que se desprende á atmosfera. Este proceso ocorre nos **cloroplastos**, plastidios con **clorofila**.

A ecuación global da fotosíntese:



PIGMENTOS E FOTOSISTEMAS

Os **pigmentos fotosintéticos** atópanse localizados nas membranas tilacoidais e a súa función é absorber a enerxía da luz, é dicir, constitúen o complexo antena dos fotosistemas. Cando un pigmento é excitado libera electróns que pasan a unha cadea de transporte electrónico que produce ATP e poder redutor. Entre os pigmentos encóntranse as clorofilas (clorofila a, b e bacterioclorofila, son de cor verde), a xantofila (cor amarela) e os carotenos (cor alaranxada). O pigmento máis importante é a clorofila.

Un **fotosistema** é un complexo proteico pigmentado, constituído por un complexo antena e un centro de reacción. O complexo **antena** é responsable da captación da luz (enerxía luminosa) e está formado por unha serie de moléculas de clorofila e outros pigmentos fotosintéticos unidos a proteínas de membrana. Todos os pigmentos ao aceptar fotóns pasan a un estado excitado e van transferindo esta enerxía de excitación a unha molécula próxima,

conducíndoa ata un **centro de reacción** formado polas moléculas de clorofila a especiais unidas a proteínas. O centro de reacción ao ser excitado pola luz, liberará os electróns iniciándose a cadea de transporte electrónico da membrana tilacoidal, polo tanto, asociados ao centro de reacción atopamos un aceptor e un dador de electróns. Hai 2 tipos de fotosistemas:

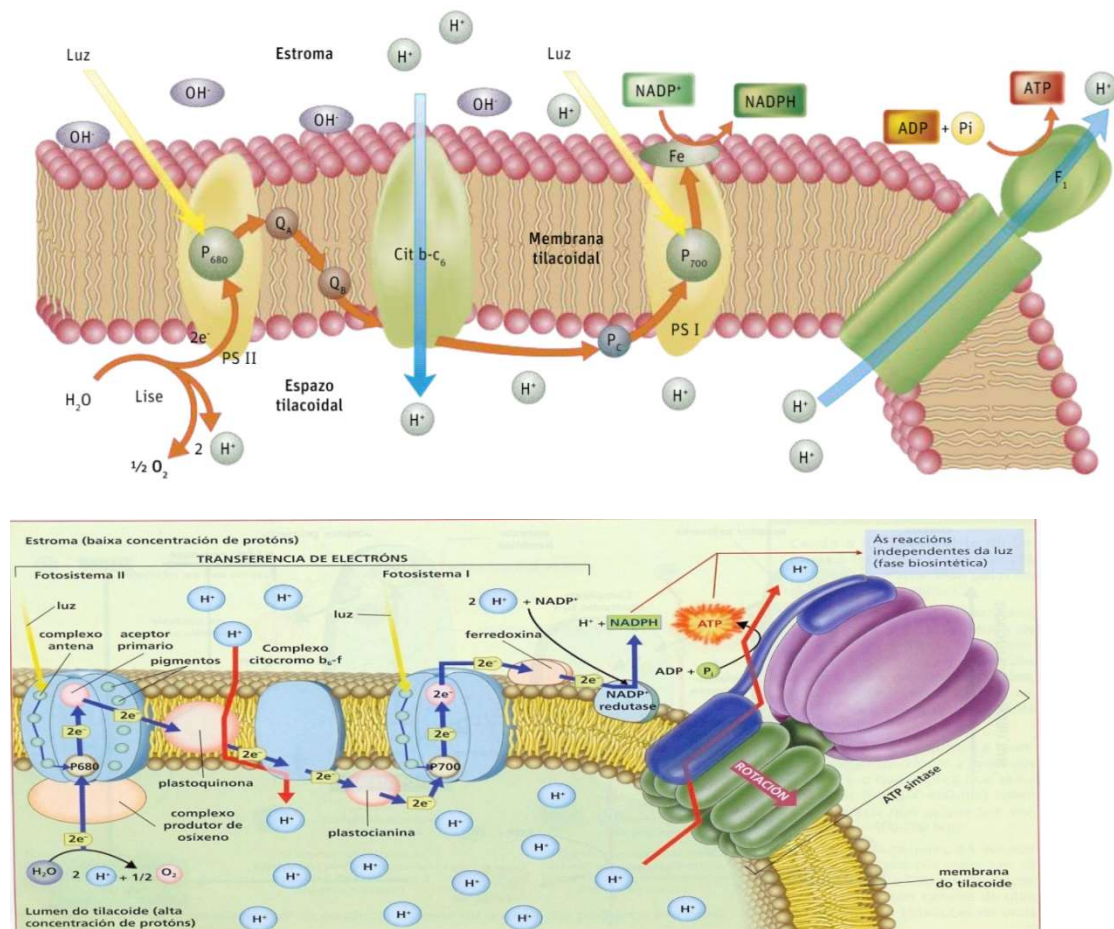
- **Fotosistema I (PS I):** localízase nas membranas dos tilacoides non amoreados que están en contacto co estroma. O seu centro de reacción está formado por dúas moléculas de clorofila a denominadas P_{700} , posto que teñen o seu punto de máxima absorción a unha lonxitude de onda de 700 nm. A P_{700} está acompañada por β -carotenos.
- **Fotosistema II (PS II):** localízase nas membranas dos tilacoides que forman grana, é dicir, nos tilacoides amoreados. O seu centro de reacción contén dúas moléculas de clorofila a coñecidas como P_{680} , posto que teñen o seu punto de máxima absorción a unha lonxitude de onda de 680 nm. No seu centro de reacción só hai clorofila a. Neste fotosistema tamén se produce a fotólise da auga coa liberación de electróns, protóns e osíxeno.

A fotosíntese consta de dúas fases: a fase luminosa que depende da luz e ocorre na membrana tilacoidal, e a fase escura ou biosintética que non depende da luz e ten lugar no estroma.

1. FASE LUMINOSA

Ocorre nas **membranas tilacoidais** onde se localizan as moléculas de clorofila agrupadas formando fotosistemas. Esta fase comprende un conxunto de reaccións dependentes da luz, e na que se produce a fotólise (rotura por luz) da auga liberándose **2 electróns** que son recollidos polo P_{680} , **2 protóns** que van ao espazo tilacoidal e **osíxeno molecular** que é liberado á atmosfera. Os electróns liberados tras a incidencia de fotóns sobre os fotosistemas conseguirán, a través dunha cadea de transporte electrónico, reducir o NADP^+ a **NADPH**, obténdose así poder redutor. A enerxía que se libera nesta cadea de transporte electrónico utilízase parcialmente nun bombeo de protóns, que finalmente permitirá mediante un complexo enzimático denominado **ATP sintetase** a síntese do **ATP** a partir de ADP (adenosín difosfato) e P_i (fosfato inorgánico), nun proceso denominado **fotofosforilación**.

Figura: transporte de electróns e fotofosforilación



2. FASE OSCURA O BIOSINTÉTICA

Ocorre no **estroma**. É un conxunto de reaccións cíclicas chamadas **ciclo de Calvin** que non requiren luz e aproveitan os produtos da fase luminosa ($NADPH$ e ATP) para reducir/fixar dióxido de carbono (CO_2) a unha molécula de ribulosa-1,5-bisfosfato (compuesto inicial do ciclo de Calvin) mediante a acción da enzima **rubisco** (ribulosa 1,5 - bisfosfato carboxilase oxigenase), e tras unha serie de reaccións obtense materia orgánica (glicosa).

