**FOTOSSÍNTESE**

**I. Conceito:**

É o processo de transformação de energia luminosa em energia química. É o processo de síntese de substâncias orgânicas à partir de substâncias inorgânicas, utilizando como fonte de energia a luz solar.

**II. Equação Geral:**

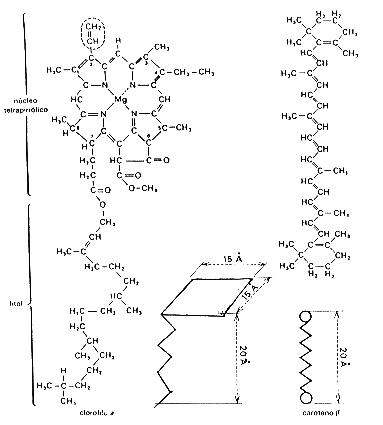
6CO2 + 12H2O  C6H12O6 + 6H2O + 6O2

**III. A Clorofila:**

A fotossíntese é realizada pelos seres autótrofos que possuem pigmentos capazes de absorver a energia luminosa. Estes pigmentos são: eritrofila, xantofila, carotenóides e as clorofilas A e B nos vegetais clorofilados e nas algas fotossintetizantes, e bacterioclorofila nas bactérias.

Os pigmentos existentes nos cloroplastos são de tipos variados; alguns são comuns a todos os cloroplastos, como as clorofilas e os carotenóides, outros são característicos de certos grupos de algas. Os mais importantes são as clorofilas. A clorofila é uma **porfirina** que contém, no centro do núcleo tetrapirrólico, um átomo de Magnésio (Mg). Os dois grupos ácidos são esterificados; um pelo álcool metílico, outro por um álcool com 20C, o Fitol.

Existem dois tipos de clorofila que diferem pelo radical situado na posição 3 sobre o núcleo da porfirina: A clorofila A que possui um radical metil (-CH3) e a clorofila B, que possui uma radical formila (- CHO).



Fórmulas da clorofila **A** e do **β** caroteno. As dimensões e a forma dessas moléculas são indicadas esquematicamente. Na clorofila **B** existe um **radical**  **–CHO** em lugar do radical **–CH3** situado na posição **3**. Na bacterioclorofila das bactérias fotossintetizantes existe um radical **–CO-CH3** em lugar do radical **CH = CH2** situado na posição **2**.

**OBS**: A clorofila **A** ou **α** possui coloração verde-azulada e fórmula geral **C55 H72 O5 N4 Mg**. A clorofila **B** ou **β** possui coloração verde-amarelada e fórmula geral **C55 H70 O6 N4 Mg**.

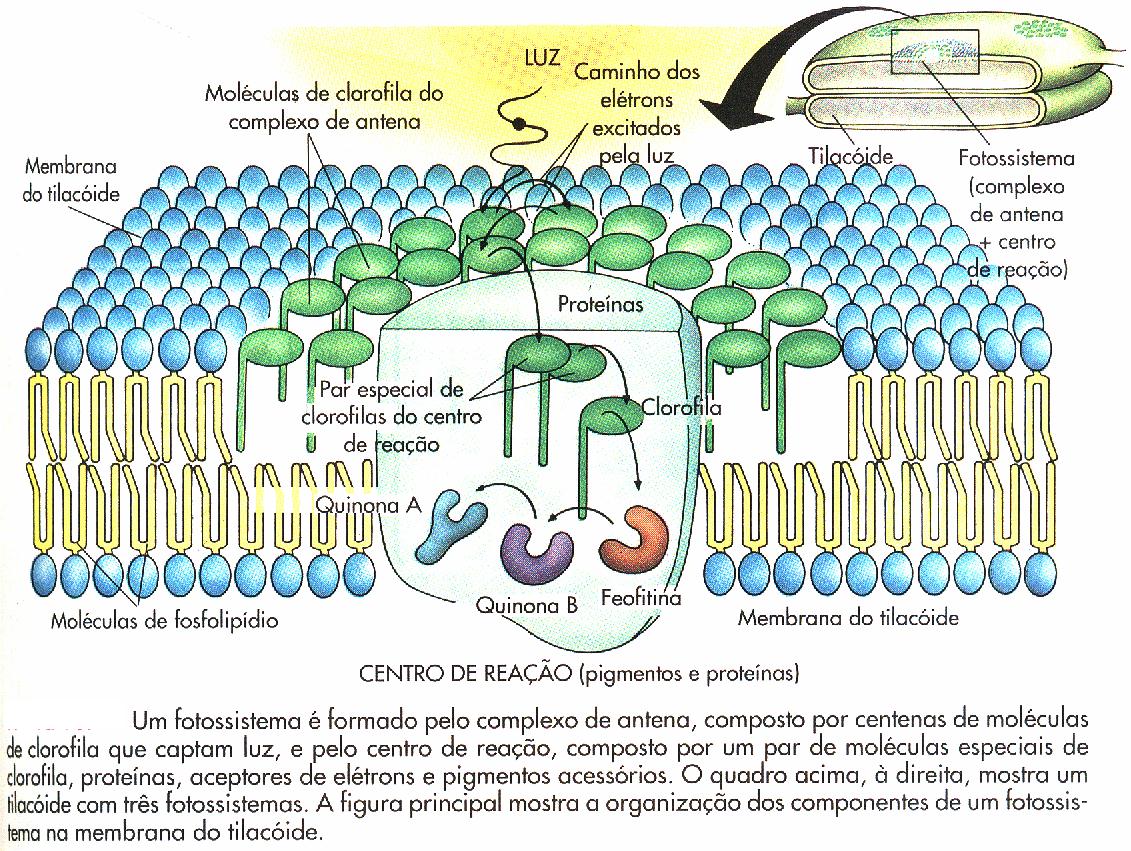
* **A Fluorescência da clorofila:**

Ao iluminarmos moléculas de clorofila, isoladas dos cloroplastos, os elétrons ficam excitados e são emitidos. Como **NÃO** são captados por aceptores de elétrons liberam a energia absorvida na forma de ‘’Luz Vermelha’’ e retornam às moléculas de clorofila. É por isso que a clorofila brilha no escuro, após ser iluminada, isto é conhecido como **FLUORESCÊNCIA**.

* **Detalhe:** Se iluminarmos uma solução contendo apenas cloroplastos isolados e intactos, a clorofila libera elétrons excitados que serão imediatamente captados por **aceptores**. Com isso não observaremos o fenômeno de fluorescência.

**IV. Os Fotossistemas:**

São unidades organizadas constituídas por moléculas de clorofila, aceptores de elétrons, alguns pigmentos e enzimas. Há dois tipos de fotossistemas:



**Fotossistema I ou PSI ou P700**: Absorve luz de comprimento de onda de 700nm, predomina a clorofila A e é encontrado nas membranas intergranas (lamelas) dos cloroplastos.

**Fotossistema II ou PSII ou P680**: Absorve luz de comprimentos de ondas de 680nm, predomina a clorofila B e é encontrado nos tilacóides dos cloroplastos.

**V. Espectro da Luz Branca:**

A luz branca é formada por um conjunto de radiações eletromagnéticas de diversos comprimentos de onda, que variam de 390 a 760 nm. Ao atravessar um prisma, a luz branca se decompõe em diversas radiações, com comprimentos de onda específicos, como observados na tabela:

A luz verde é **refletida** pela clorofila, portanto, não tem importância fotossintética. As radiações nas faixas da luz azul e da luz vermelha são as mais importantes para a fotossíntese, pois são as mais absorvidas pela clorofila.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Luz** | **Comprimento de onda (10-7 m)** | **Frequencia ( 104 Hz)** |
| **Violeta** | **4,0 a 4,5** | **6,7 a 7,5** |
| **Anil** | **4,5 a 5,0** | **6,0 a 6,7** |
| **Azul** | **5,0 a 5,3** | **5,7 a 6,0** |
| **Verde** | **5,3 a 5,7** | **5,3 a 5,7** |
| **Amarela** | **5,7 a 5,9** | **5,0 a 5,3** |
| **Alaranjada** | **5,9 a 6,2** | **4,8 a 5,0** |
| **Vermelha** | **6,2 a 7,5** | **4,0 a 4,8** |

**VI. As Etapas da Fotossintese:**

**1. Etapa fotoquímica ou luminosa ou reações de claro:**

Ocorre nas lamelas e tilacóides dos cloroplastos, com a participação efetiva da luz solar (fótons). Nesta etapa ocorrem as seguintes reações:

* **Fotólise da água ou reação de Hill**

As moléculas de água sofrem uma cisão devido a ação dos fótons de luz solar formando cátions **H+**, elétrons e o gás **O2**. O gás **O2** resultante da fotossíntese é totalmente originado da água.

**12H2O → 24H+ + 24e- + 6O2**

* **Fotofosforilação Cíclica**

**CLOROFILA A**

**FERRIDOXINA**

**CITOCROMO X**

**e-**

**CITOCROMO Y**

**CITOCROMO Z**

**e-**

**e-**

**e-**

**e-**

As moléculas de clorofila A recebem fótons de energia luminosa ficam excitadas, e, liberam elétrons periféricos que são então, cedidos à moléculas de ferridoxina. A clorofila A fica oxidada e a ferridoxina reduzida. A ferridoxina cede elétrons para o citocromo X, durante a transferência de elétrons, há liberação de energia suficiente para promover uma fosforilação do ADP para ATP. O citocromo X cede elétrons para o citocromo Y, nesta reação também ocorre liberação de energia para promover uma fosforilaçao do ADP em ATP. O citocromo Y reduzido cede elétrons para o citocromo Z, estes elétrons perdem energia que será utilizada na fosforilaçao do ADP em ATP. Finalmente, o citocromo Z cede elétrons para as moléculas de clorofila A que estão oxidadas.

* **Fotofosforilaçao Acíclica**

e-

e- NADPH2

**CITOCROMO X**

**PLASTOQUINONA**

**CLOROFILA B**

e-

**CITOCROMO Y**

**FERRIDOXINA**

**CITOCROMO Z**

e-

**NADP=**

e-

**+2H+**

e-

**NADPH2**

**CLOROFILA A**

e-

Quando os fótons de energia luminosa incidem sobre as moléculas de clorofila **B**, seus elétrons periféricos ficam excitados e são liberados. Estes elétrons são então captados pela plastoquinona que fica reduzida. A plastoquinona cede elétrons para o citocromo **X**, reação que libera energia para promover uma fosforilaçao do **ADP** em **ATP**. O citocromo **X** reduzido cede elétrons para o citocromo **Y**, estes elétrons perdem energia que será aproveitada em uma fosforilaçao do **ADP** em **ATP**. Do citocromo **Y** para o citocromo **Z** ocorre mais uma oxireduçao com liberação de energia para uma fosforilaçao do **ADP** em **ATP**. Os elétrons do citocromo **Z** reduzem a clorofila **A** que cede elétrons para a ferridoxina, estes elétrons reduzem a Nicotinamida Adenina Dinucleotideo Fosfato **(NADP)** que reage com os cátions hidrogênios originados da fotólise da água, formando o **NADPH2.**

* **Detalhes importantes:**
  + Os elétrons provenientes da fotólise da água vão recompor a **clorofila B**.
  + As moléculas de **O2** formadas a partir da fotólise da água são liberadas para a atmosfera.
  + As moléculas de **ATP** produzidas nas fotofosforilações cíclica e acíclica serão todas gastas na fase química da fotossíntese.
  + O **NADPH2** formado na fase luminosa vai participar da fase química como fornecedor de hidrogênio para a produção de glicose.

**2. Etapa Química ou Enzimática ou Reação de Escuro:**

Ocorre no estroma dos cloroplastos e não necessita dos fótons da luz solar. Nesta etapa acontecem as reações do Ciclo das Pentoses ou Ciclo de Calvin.

**6 CO2 + 6 RIBULOSE DIFOSFATO + 6 H2O + n ATP  12 ÁCIDO FOSFOGLICÉRICO (PGA)**

**12 ÁCIDO FOSFOGLICÉRICO (PGA) + 12 NADPH2  12 ALDEÍDO FOSFOGLICÉRICO (PGAL) + 12 H2O**

**10 ALDEÍDO FOSFOGLICÉRICO (PGAL) 6 RIBULOSE DIFOSFATO**

**2 ALDEÍDO FOSFOGLICÉRICO (PGAL) GLICOSE**

O gás carbônico absorvido da atmosfera reage com moléculas de ribulose difosfato e com a água formando o ácido fosfoglicérico (PGA). Este é hidrogenado formando o aldeído fosfoglicérico (PGAl). **Das moléculas de PGAL formadas, dez, reagem entre si, recompondo as moléculas de ribulose difosfato.** Duas moléculas de PGAL reagem entre si para formar uma molécula de glicose.

**VII. A Fotossíntese Bacteriana:**

Ocorre com as sulfobactérias. Estas bactérias utilizam como fonte de hidrogênios o **gás sulfídrico (H2S)**, como fonte de energia a **radiação infravermelha** e o pigmento é a bacterioclorofila. Veja a equação:

6CO2 + 12H2S  C6H12O6  + 6H2O + 12S

**VIII. A Quimiossíntese:**

É a síntese de matéria orgânica a partir de matéria inorgânica utilizando energia proveniente de reações químicas de oxireduçao. Ocorre com algumas bactérias que podem oxidar o gás sulfídrico, o enxofre, a amônia, os nitritos, o ferro, etc....

6CO2  + 6H2O  C6H12O6 + 6H2O + 6O2

**I. 2NH3 + 3O2 2HNO2 + 2H2O + Energia (Nitrossomonas e Nitrossococcus)**

**II. 2HNO2 + O2 2HNO3 + Energia. (Nitrobacter)**

Em **I**, as bactérias dos gêneros Nitrossomonas e Nitrossococcus, oxidam a amônia para formar nitritos e durante esta reação há liberação de energia que será aproveitada na síntese de glicose. Em **II**, as bactérias do gênero Nitrobacter, oxidam o nitrito para formar o nitrato e durante esta reação há liberação de energia que será aproveitada na síntese de glicose.

**IX. Fatores que influenciam na atividade Fotossintética:**

**1. Intensidade Luminosa:**

À medida que aumenta a intensidade de luz, aumenta a produção fotossintética até atingir o ponto de saturação luminosa, a partir deste ponto, mesmo que a intensidade de luz aumente a produção fotossintética será constante.

**2. Concentração de CO2:**

À medida que aumenta a concentração de CO2, aumenta a produção de glicose porém, a partir de um ponto de saturação, mesmo que a concentração de CO2 aumente, a produção de glicose será constante.

**3. Temperatura:**

A temperatura influencia no processo fotossintético principalmente sobre a etapa química que é comandada integralmente pelas enzimas. As enzimas têm uma atividade excelente quando estão em uma temperatura ótima. Se ocorrerem grandes variações de temperatura, as enzimas podem desnaturar e prejudicar o desempenho fotossintético.

**TESTES**

**1.** Os plastídios são organelas típicas da célula vegetal e possuem como função o armazenamento de substâncias, a realização de fotossíntese, entre outras importantes atribuições. Todos os plastídios são formados a partir de uma estrutura indiferenciada chamada de:

a) cloroplasto.

b) proplastídio.

c) leucoplasto.

d) cromoplasto.

e) amiloplasto.

**2.** A indústria têxtil utiliza grande quantidade de corantes no processo de tingimento dos tecidos. O escurecimento das águas dos rios causado pelo despejo desses corantes pode desencadear uma série de problemas no ecossistema aquático.

Considerando esse escurecimento das águas, o impacto negativo inicial que ocorre é o(a)

a) eutrofização.

b) proliferação de algas.

c) inibição da fotossíntese.

d) fotodegradação da matéria orgânica.

e) aumento da quantidade de gases dissolvidos.

**3.** A extração de madeira é, em última análise, uma atividade humana que depende do crescimento de plantas. Considerando que esse crescimento é uma incorporação de matéria presente no ambiente, é correto dizer que o maior percentual de biomassa que compõe a madeira seca é proveniente de:

a) gás carbônico vindo do ar.

b) gás oxigênio vindo do ar.

c) matéria orgânica vinda do solo.

d) minerais vindos do solo.

e) vapor de água vindo do ar

**4.** Células de certos organismos possuem organelas que produzem ATPs e os utilizam da síntese de substância orgânica a partir de dióxido de carbono. Essas organelas são:

a) os lisossomos

b) os mitocôndrios

c) os cloroplastos

d) o sistema de Golgi

e) os nucléolos

**5.** A Fotossíntese é um processo que “produz” a energia necessária ao início da cadeia alimentar, daí a incontestável importância das plantas para a manutenção da vida no planeta. Durante a fotossíntese, a energia luminosa é absorvida pela clorofila e, posteriormente, transformada em energia química. Para isso as plantas precisam consumir \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ para produzir \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ e ao final liberar \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. A alternativa que contém a sequência que preenche corretamente e na ordem as lacunas do texto anterior é:

a) água, CO2, glicose e oxigênio.

b) CO2, oxigênio, glicose e água.

c) glicose, água, CO2 e oxigênio.

d) água, glicose, oxigênio e CO2.

e) glicose, oxigênio, CO2 e energia.

**6.** A capacidade de certos organismos realizarem a fotossíntese possibilita

a) a ocorrência de vida no fundo escuro dos oceanos, uma vez que as algas ali existentes realizam a fotossíntese.

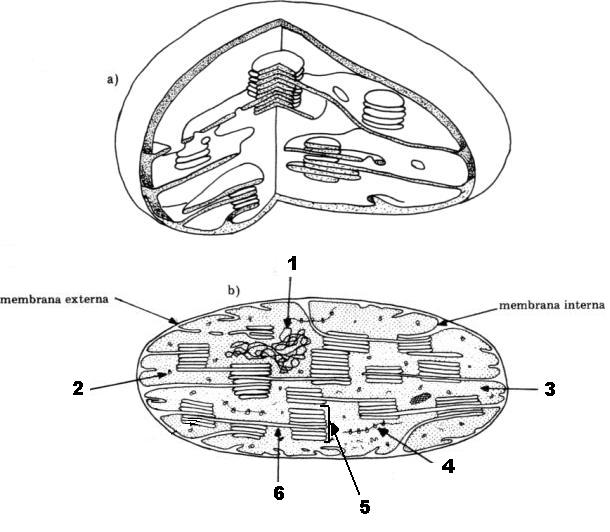
b) o acúmulo de CO2 na atmosfera, uma vez que a fotossíntese é um processo produtor desse gás.

c) a existência dos vários ecossistemas, uma vez que os níveis tróficos das cadeias alimentares dependem direta ou indiretamente dos produtores.

d) a liberação de O2 durante a noite, pois é na fase escura da fotossíntese que esse gás é produzido.

e) a quebra de moléculas orgânicas com liberação da energia contida nas ligações químicas.

**7.** A figura abaixo representa uma organela citoplasmática, responsável por um dos processos mais importantes para a manutenção da vida neste planeta. A organela representada é



a) uma mitocôndria, que é responsável pelas reações do ciclo de Krebs que ocorre na estrutura 3 e pelas reações da fosforilação oxidativa que ocorrem na estrutura 6.

b) uma mitocôndria, onde as estruturas 1, 2 e 4 têm intima relação funcional, pois 1 corresponde ao DNA, responsável pela síntese de RNAr presente na estrutura 2 (ribossomos) que forma o polissoma representado na estrutura 4.

c) um cloroplasto, estrutura bimembranosa, na qual a membrana interna origina as cristas indicadas pela estrutura 6 e a matriz indicado na estrutura 3.

d) um cloroplasto, que é responsável pelo processo de fotossíntese, onde substâncias orgânicas são sintetizadas a partir de substâncias inorgânicas utilizando-se energia dos fótons da luz solar.

e) uma mitocôndria, estrutura bimembranosa, na qual a membrana interna origina as lamelas mitocondriais indicadas pela seta 6 e os tilacóides indicados pela seta 5.

**8.** “Foram os trabalhos de Calvin, Bassham e Benson, empreendidos desde de 1946, que permitiram conhecer as diversas etapas da redução do **CO2** a glicídios. Estes pesquisadores trabalharam com algas verdes unicelulares, às quais forneceram **CO2** marcado com **C14** (carbono radiativo), demonstrando que o primeiro composto estável que aparece é o ácido fosfoglicérico, já que um de seus carbonos era radiativo.”

**A que fenômeno biológico corresponde esta descrição?**

a) Fotofosforilação cíclica

b) Fase clara da fotossíntese

c) Fase escura da fotossíntese

d) Fotofosforilaçào acíclica

e) Fotólise da água.

**GABARITO: 1. B; 2. C; 3. A; 4. C; 5.A; 6. C; 7. D; 8. C**