

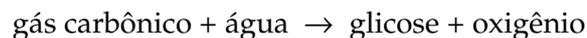
Por que as plantas precisam da luz?

O agricultor sabe que um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das plantas que cultiva é a luz. Você já deve ter percebido que as plantas deixadas nos cantos mais escuros da casa não se desenvolvem bem, enquanto as que estão próximas à janela ficam mais viçosas. Deve também ter constatado a importância do sol para as plantas ao observar diferentes situações, e é provável que tenha parado para pensar por que as plantas precisam da luz.

Na Aula 16 você estudou que as plantas são capazes de produzir seu próprio alimento a partir da energia luminosa, num processo denominado **fotossíntese** (ou seja, síntese pela luz).

A fotossíntese é um conjunto de reações químicas, nas quais gás carbônico e água reagem para formar glicose e oxigênio na presença de luz.

Tudo isso pode ser resumido na seguinte equação:



Essa reação só é possível na presença de luz. **Mas como a planta faz para utilizar a energia da luz na síntese de glicose?**

A transformação da luz

Os seres vivos fotossintetizantes possuem em suas células uma estrutura denominada **cloroplasto**, que não está presente nas células dos animais. É no interior dessas organelas que ocorrem as reações da fotossíntese.

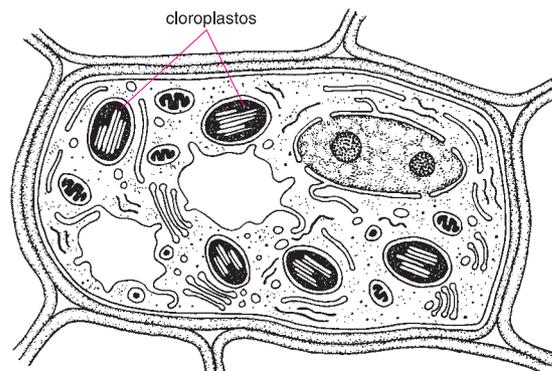


Figura 1:
cloroplastos
no interior de
uma célula
vegetal.

Os cloroplastos possuem em seu interior uma substância corante (um pigmento) conhecida como **clorofila**. A clorofila é um pigmento de cor verde, presente em grande quantidade nas folhas da maioria das plantas.

Mas a função da clorofila não se limita a dar cor às folhas: ela desempenha um papel fundamental nos processos da fotossíntese.

Exercícios

Exercício 1

Observe a Figura 2 e responda: em que parte da planta ocorre a fotossíntese?

.....

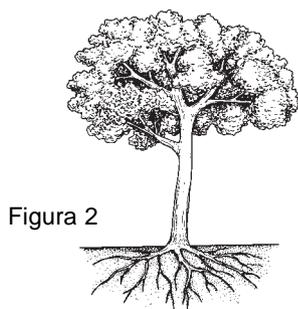


Figura 2

A importância da clorofila para a fotossíntese está no fato desta molécula ser capaz de absorver a energia da luz e desencadear uma série de reações dentro dos cloroplastos.

A molécula de clorofila “fornece a energia absorvida” para que ocorram **três processos**: quebra da molécula de água, formação do NADPH e formação do ATP.

Quebra da molécula de água

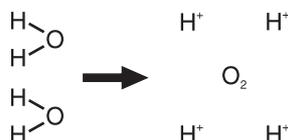


Figura 3: esquema representando a quebra das ligações da água e os seus produtos.

Exercício 2

Observe o esquema da Figura 3 e identifique os produtos da quebra de moléculas de água.

.....

.....

Exercícios

Cada molécula de oxigênio (O_2) se forma a partir da quebra de duas moléculas de água, como você pode observar na Figura 3. O oxigênio é um dos produtos da fotossíntese e é liberado no ambiente.

Formação do NADPH

No entanto, a Figura 3 também mostra que, além do oxigênio, a ação da energia luminosa sobre a água libera também hidrogênios livres. Esses íons acabam ligando-se a uma molécula chamada NADP. Esta molécula cumpre um importante papel no processo da fotossíntese, pois é ela que **recebe, transporta e fornece** o hidrogênio para outras reações químicas que acontecem no interior dos cloroplastos.

Após a ligação com o hidrogênio, o NADP passa a chamar-se NADPH.

Além do NADP, há outros elementos químicos semelhantes que transportam hidrogênio para outras reações. É o caso da respiração, que conta com a participação de compostos que desempenham o mesmo papel que o NADP.

O transporte de hidrogênios é importante para várias reações do metabolismo dos seres vivos.

A ligação entre íons hidrogênio e o NADP também é provocada pela energia luminosa captada pela clorofila. Podemos considerar, deste modo, que a formação do NADPH é outro dos processos desencadeados pela presença de luz.

Formação do ATP

Em geral, as reações químicas liberam ou captam energia para poderem ocorrer. Você já estudou que as reações de quebra de glicose, ácidos graxos ou aminoácidos **liberam** certa quantidade de energia, que será utilizada para manter o funcionamento do nosso organismo.

Já as reações químicas que mantêm o trabalho do músculo durante a atividade física **consomem** energia.

Exercícios

Exercício 3

Nesta aula você já viu exemplos de reações químicas que utilizam energia. Cite um deles.

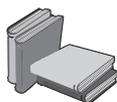
.....

.....

.....

.....

.....



Síntese: é a formação de uma molécula a partir da ligação de átomos ou outras moléculas mais simples.

A energia liberada pelas reações de quebra é armazenada e transportada até os locais das reações de **síntese**. Esta transferência de energia é o que mantém o funcionamento dos organismos dos seres vivos.

Na fotossíntese, a energia percorre o seguinte caminho: a energia luminosa captada pela clorofila, além de provocar a quebra de moléculas de água e a formação de NADPH, é armazenada numa molécula chamada ATP.

O ATP cumpre a função de **captar, transportar e fornecer** energia. Ele está presente em todos os seres vivos. As plantas não são os únicos seres vivos que possuem o ATP.

ATP é apenas uma abreviação de **adenosina trifosfato**. Observe na figura a seguir que há três grupos fosfato ligados a uma molécula de adenosina. Esta é a forma da molécula quando está transportando ou armazenando energia.

Ao participar de certa reação química que, para ocorrer, precisou usar a energia armazenada, a molécula de adenosina perde um fosfato, e passa a chamar-se **adenosina difosfato ou ADP**.

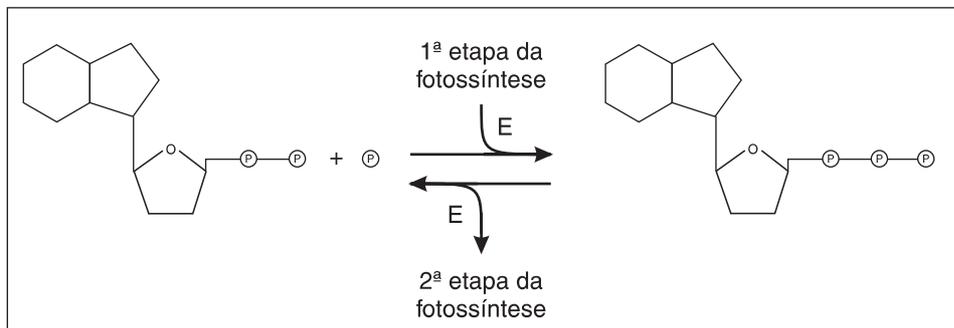
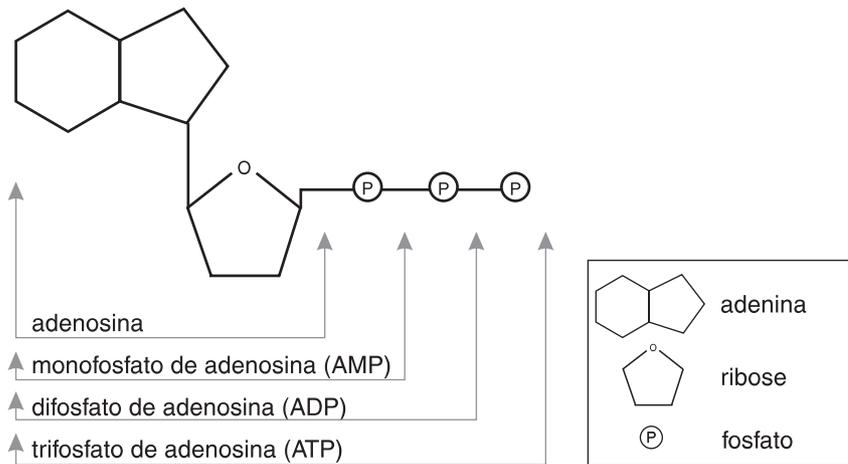


Figura 4: representação das moléculas e da forma simplificada da reação $\text{ATP}=\text{ADP}+\text{P}_i$.

Observando a reação representada acima, é possível verificar que a ligação entre a adenosina e o último grupo fosfato é a ligação que armazena a energia transportada pelo ATP.

Agora que você conhece os processos de utilização da energia luminosa que compõem a primeira etapa da fotossíntese, recapitule o que estudou fazendo o Exercício 4.

Exercício 4

Complete no esquema da Figura 5 os produtos da utilização da energia luminosa nessa primeira etapa da fotossíntese.

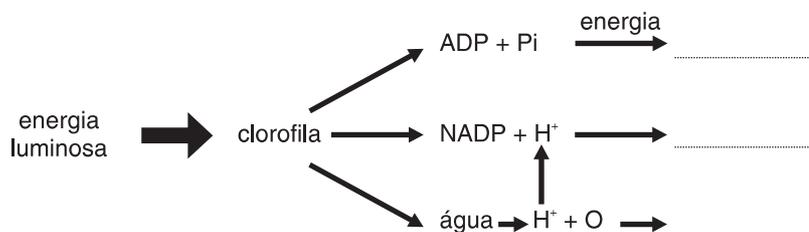
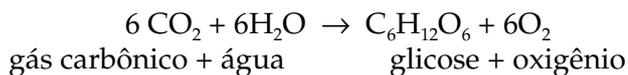


Figura 5

Exercícios

A síntese da glicose

Vamos retomar a equação da fotossíntese que você viu no início da aula:



Na descrição da primeira etapa da fotossíntese, estudamos a formação de oxigênio (O_2) a partir da quebra de moléculas de água. Entretanto, ainda não falamos sobre o processo de produção de glicose.

A reação de síntese da glicose exige a presença de uma série de elementos, como aqueles que fornecem os átomos que compõem a molécula de glicose e a energia, indispensável para que as reações de síntese ocorram.

Mas vamos entender melhor por que esses elementos são necessários e qual o papel de cada um deles.

Já vimos que na primeira fase da fotossíntese a energia luminosa é utilizada para produzir ATP, NADPH e oxigênio. O oxigênio será liberado no ambiente, mas os outros dois elementos irão participar da síntese da glicose. O ATP participará das reações de síntese, fornecendo a energia necessária para que sejam feitas as ligações entre os átomos que formam a glicose.

Já que a energia necessária para a síntese da glicose é fornecida pelo ATP, a segunda etapa da fotossíntese não precisa da presença da luz para ocorrer. A **energia luminosa** foi captada e transformada em **energia química** (ATP) na primeira parte do processo da fotossíntese.

Ainda faltam os elementos que fornecem os átomos que constituem a glicose. O gás carbônico (CO_2) e o NADPH entram como “material de construção” da molécula.

Para entender o papel do gás carbônico e do NADPH, observe primeiro a molécula de glicose da Figura 6.

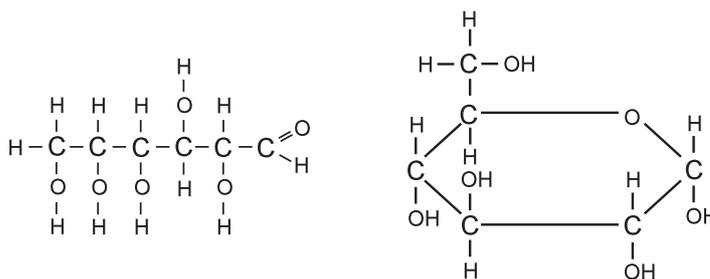


Figura 6: glicose

Exercícios

Exercício 5

Quais são os átomos que formam a glicose?

.....

.....

Exercício 6

Quais dos átomos que formam a glicose são fornecidos pelas moléculas de gás carbônico (CO_2)?

.....

.....

A glicose se forma a partir de seis moléculas de gás carbônico. Porém, ainda ficam faltando os átomos de hidrogênio. Estes são recebidos do NADPH, que é o transportador de hidrogênio. Quando o NADPH doa para a reação de síntese da glicose os hidrogênios que estava transportando, volta a ser NADP.

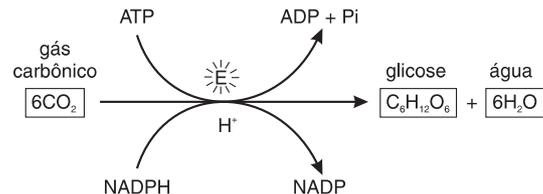


Figura 7: esquema da síntese de glicose a partir de gás carbônico, ATP e NADPH.

Os fatores limitantes

Vimos que a luz participa apenas da primeira etapa da fotossíntese, pois a síntese da glicose pode ocorrer mesmo no escuro. Contudo, a luz é importante para o conjunto da fotossíntese. Os elementos formados a partir da energia luminosa são utilizados na segunda etapa do processo.

No caso de não termos luz para formar ATP e NADPH, a segunda parte da fotossíntese não poderá ocorrer. Não haverá energia ou hidrogênios para efetuar a síntese da glicose.

Os fatores que, como a luz, interferem na ocorrência e na velocidade do processo são conhecidos como **fatores limitantes**.

Podemos dizer que a **intensidade luminosa**, assim como a **concentração de gás carbônico** do ar, a **temperatura** e a **água** são fatores ambientais que interferem no processo da fotossíntese, aumentando ou diminuindo a quantidade de glicose produzida.

Para estudar a interferência da intensidade luminosa no rendimento da fotossíntese, um pesquisador selecionou uma planta e colocou-a no interior de uma campânula, iluminando-a com nove intensidades luminosas diferentes.

As demais condições ambientais foram mantidas ao longo de toda a experimentação. O pesquisador mediu o volume de oxigênio eliminado por minuto quando a planta foi iluminada com cada uma das intensidades luminosas.

O volume de oxigênio liberado por minuto funciona como um elemento indicativo do rendimento da fotossíntese. A intensidade luminosa foi medida em candelas.

Uma lâmpada de 100 W equivale a uma intensidade luminosa de 125 candelas.

Com os resultados obtidos, o pesquisador montou a seguinte tabela:

| | INTENSIDADE LUMINOSA (em candelas) | VOLUME DE O_2 (em ml/min) |
|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| situação 1 | 375 | 50 |
| situação 2 | 500 | 68 |
| situação 3 | 625 | 86 |
| situação 4 | 750 | 101 |
| situação 5 | 875 | 123 |
| situação 6 | 1000 | 135 |
| situação 7 | 1150 | 136 |
| situação 8 | 1325 | 135 |
| situação 9 | 1500 | 137 |

Exercícios

Exercício 7

Com base nos dados obtidos pelo pesquisador, complete o gráfico da Figura 8, representando os valores da tabela e unindo os pontos encontrados.

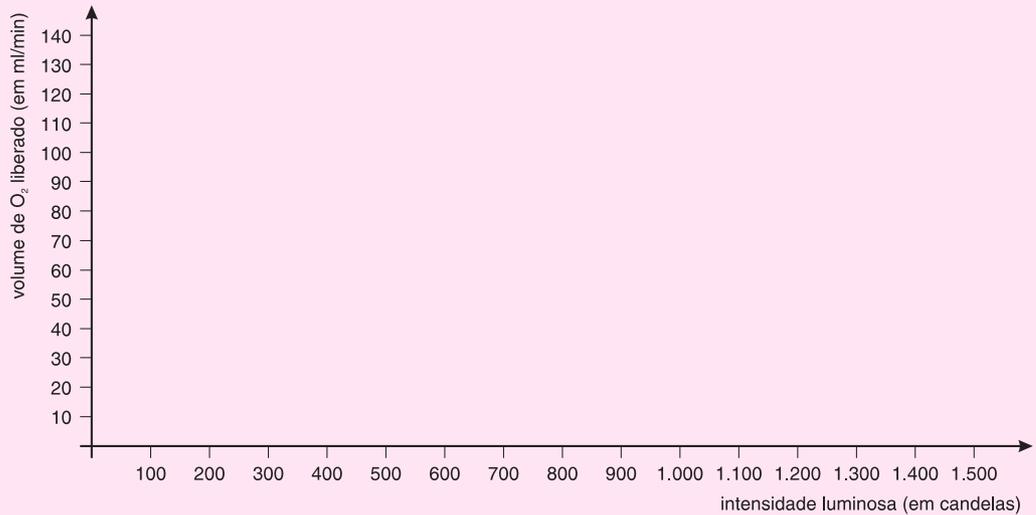


Figura 8: você vai construir o gráfico que relaciona a intensidade luminosa com o volume de oxigênio liberado.

Exercício 8

Explique por que a quantidade de oxigênio produzido por minuto aumenta conforme cresce a intensidade luminosa.

.....
.....

Exercício 9

A linha formada pela união dos pontos é de formato reto ou curvo?

.....

A forma da curva que você encontrou nos permite chegar à seguinte conclusão: com o aumento da intensidade luminosa, o rendimento da fotossíntese também aumenta, mas não de maneira ilimitada. A partir de um determinado ponto da curva, o volume de oxigênio liberado por minuto se estabiliza e, mesmo que a intensidade luminosa ainda aumente, o rendimento da fotossíntese se mantém constante.

Para que você perceba melhor no gráfico o aumento de rendimento da fotossíntese e sua estabilização, vamos dividir a curva em dois segmentos. O primeiro é mais vertical, o segundo é mais horizontal.

Exercícios

Exercício 10

O volume de oxigênio liberado aumenta mais:

() no primeiro segmento da curva

() no segundo segmento da curva

Exercício 11

Qual dos dois trechos da curva representa a estabilização do rendimento da fotossíntese?

.....

Exercício 12

No experimento descrito anteriormente, consideramos apenas o oxigênio produzido, para comprovar a influência da intensidade luminosa no rendimento da fotossíntese; porém, o consumo de gás carbônico também sofreria alterações. Represente no gráfico da Figura 9 o formato da curva que você esperaria encontrar se medíssemos o consumo de gás carbônico.

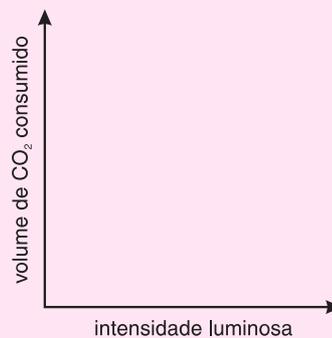


Figura 9

Considerando os gráficos de produção de oxigênio e de consumo de gás carbônico, percebemos que durante os períodos de baixa intensidade luminosa, ou seja, os períodos de escuridão, a planta não produzirá oxigênio, nem consumirá o gás carbônico do ar.

Por outro lado, continuará respirando, isto é, consumindo oxigênio e liberando gás carbônico.

Este fato leva inúmeras pessoas a crer que não devem manter plantas no quarto, pois podem morrer asfixiadas ou ter problemas respiratórios durante a noite. Isto não é verdade: a quantidade de oxigênio consumida pela planta no processo de respiração é muito menor do que a consumida pelas pessoas que dividem conosco o quarto, o teatro, o cinema, a sala de reuniões ou qualquer outro local fechado.

A planta não é capaz de retirar todo o oxigênio do ar ou deixá-lo saturado de gás carbônico, ainda que esteja escuro e não haja fotossíntese.

Os caminhos da glicose**Mas qual será o destino de toda a glicose produzida na fotossíntese e por que ela é tão importante para a planta?**

Resumindo, podemos dizer que a glicose sintetizada na fotossíntese tem três funções principais:

- É quebrada na respiração para fornecer energia para o funcionamento do organismo.
- É constituinte da celulose. É também transformada em outros elementos (aminoácidos e ácidos graxos) formadores de lipídios e proteínas, que podem ser, juntamente com as moléculas de celulose, comparados a tijolos. Assim como os tijolos são usados para levantar as paredes de uma casa, a celulose, os lipídios e as proteínas constituem as células que vão sendo formadas durante o crescimento da planta.
- É armazenada na forma de amido.

Como você pode concluir agora, a planta seria incapaz de sobreviver, crescer e se reproduzir se não pudesse realizar a fotossíntese.

A importância da fotossíntese para os demais seres vivos

Mas não é só para a planta que a fotossíntese é fundamental. Ela é também vital na manutenção de todos os organismos. A glicose e o oxigênio produzidos pela fotossíntese são utilizados também pelos demais seres vivos. O oxigênio é usado na respiração. A glicose não é fonte de alimento só das plantas, mas também de outros organismos. Os animais, por exemplo, não são capazes de realizar a fotossíntese e produzir seu próprio alimento.

Exercícios

Exercício 13

Lembre do que foi estudado nas Aulas 1, 5 e 14 e responda de que forma nós conseguimos glicose, aminoácidos e ácidos graxos.

.....

Os animais aproveitam os compostos produzidos pelos vegetais e dependem inteiramente da ingestão de alimento para manter o funcionamento do organismo e para se desenvolver.

Os organismos que realizam a fotossíntese têm enorme importância no desenvolvimento dos demais seres vivos, pois fornecem o material e a energia necessários para o funcionamento de todo o mundo vivo.

Quadro-síntese

Observe o esquema abaixo e responda.

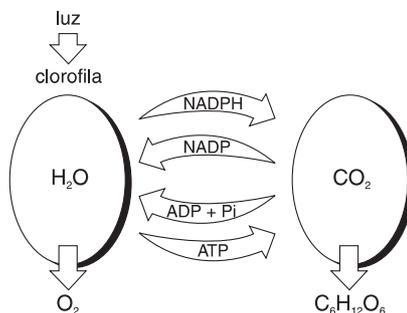


Figura 10:
esquema geral
da fotossíntese

- Quais são os produtos da fotossíntese?

- Qual o papel do gás carbônico e da água?

- Identifique e escreva o nome dos elementos que participam das reações:
 - captando a energia luminosa:
 - transportando hidrogênios livres:
 - fornecendo energia química:
- Por que a luz é considerada um fator limitante?

- Como a glicose é utilizada pela planta?

- Qual a importância da glicose para os demais seres vivos?
