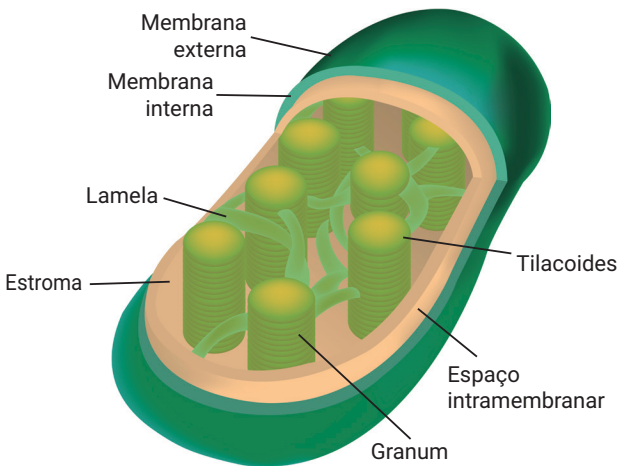
As plantas são seres autótrofos. Graças à presença de clorofila em suas folhas, elas são capazes de captar energia luminosa do Sol e utilizá-la na síntese de moléculas orgânicas, que lhes servirão de alimento. Esse processo, que será explicado a seguir, é chamado de fotossíntese.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{luz e clorofila}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2\ 6H_2O$$

OS CLOROPLASTOS

Nos cloroplastos ocorre a reação de mais fundamental importância para a vida das plantas e, indiretamente, para a vida dos animais: a **fotossíntese**. Os cloroplastos são geralmente discoidais e sua cor é verde devido à presença de clorofila. No seu interior existe um conjunto bem organizado de membranas, as quais formam pilhas unidas entre si, que são chamadas de grana.

Cada elemento da pilha, que tem o formato de uma moeda, é chamado de tilacoide. Todo esse conjunto de membranas encontra-se mergulhado em um fluido gelatinoso que preenche o cloroplasto, chamado de estroma, onde há enzimas, DNA, pequenos ribossomos e amido. As moléculas de clorofila se localizam nos tilacoides, reunidas em grupos, formando estruturas chamadas de "complexos de antena".



A fotossíntese ocorre nos cloroplastos, uma organela presente apenas nas células vegetais, e onde é encontrado o pigmento clorofila, responsável pela cor verde dos vegetais.

Os pigmentos podem ser definidos como qualquer tipo de substância capaz de absorver luz. A clorofila é o pigmento mais importante dos vegetais para a absorção da energia dos fótons durante a fotossíntese. Outros pigmentos também participam do processo, como os carotenoides e as ficobilinas.

A luz solar absorvida apresenta duas funções básicas no processo de fotossíntese:

- Impulsionar a transferência de elétrons através de compostos que doam e aceitam elétrons.
- Gerar um gradiente de prótons necessário para síntese da ATP (Adenosina Trifosfato - energia).

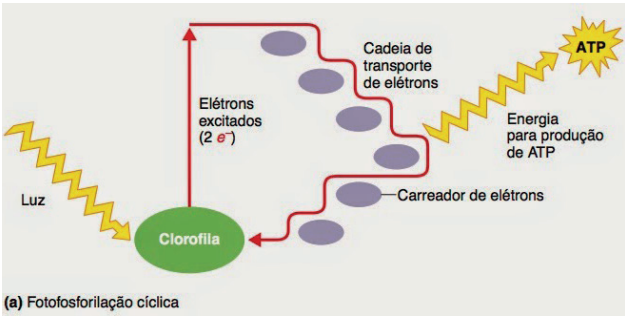
Porém, o processo fotossintético é mais detalhado e ocorre em duas etapas.

ETAPAS DA FOTOSSÍNTESE

FASE CLARA, FOTOQUÍMICA OU LUMINOSA

São reações que ocorrem apenas na presença de luz e acontecem nas lamelas dos tilacoides do cloroplasto. Divide-se em duas etapas: **Fotofosforilação cíclica e Fotofosforilação acíclica**

a) Fotofosforilação cíclica - Os elétrons retornam para a mesma clorofila que os liberou. Forma apenas ATP.



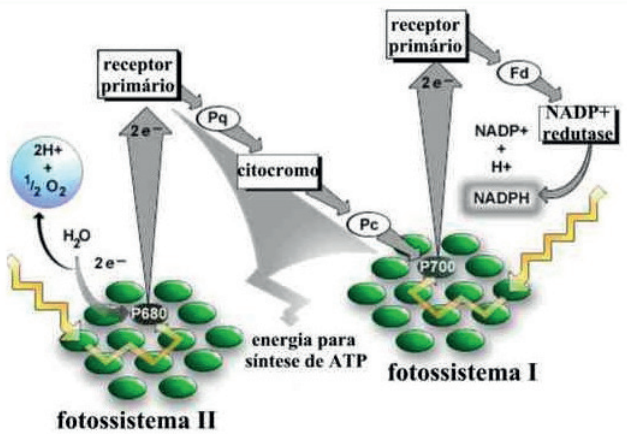
(a) Fotofosforilação cíclica

b) Fotofosforilação acíclica - Os elétrons que foram liberam pela clorofila não retornam para ela e sim para a do outro fotossistema. Produz ATP e NADPH, ocorro fotólise da água com liberação de oxigênio. A fotólise da água consiste na quebra da molécula de água pela energia da luz do Sol. Os elétrons liberados no processo são usados para substituir os elétrons perdidos pela clorofila no fotossistema II e para produzir o oxigênio que respiramos.

A equação geral da fotólise ou reação de Hill é descrita da seguinte forma:

$$2\ H_2O \xrightarrow{Luz} O_2 + 4^+ + 4e^-$$

Assim, a molécula de água é a doadora final de elétrons. O ATP e NADPH formados serão aproveitados para a síntese de carboidratos, a partir de CO_2. Porém, isso acontecerá na etapa seguinte, a fase escura.



FASE ESCURA OU FASE DE HILL

A fase escura, ciclo das pentoses ou ciclo de Calvin pode ocorrer na ausência e presença de luz e acontece no estroma do cloroplasto. Durante essa fase, a glicose será formada a partir de CO_2. Assim, enquanto a fase luminosa fornece energia, na fase escura acontece a fixação do carbono.

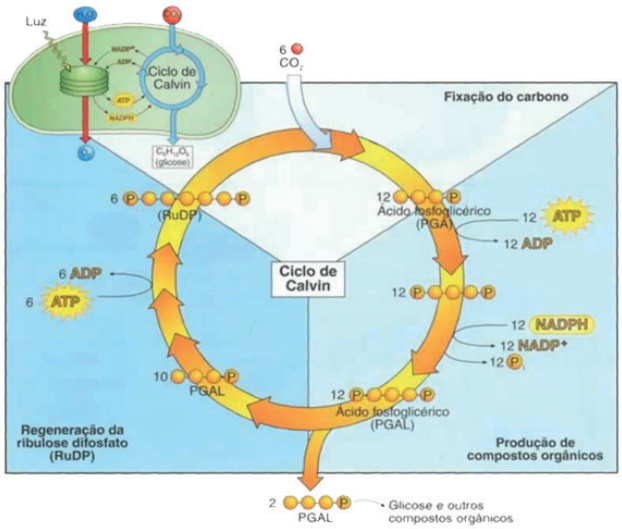
Durante o ciclo, moléculas de CO_2 unem-se umas às outras formando cadeias carbônicas que levam à produção de glicose. A energia necessária para o estabelecimento das ligações químicas ricas em energia é proveniente do ATP e os hidrogênio que promoverão a redução dos CO_2 são fornecidos pelos NADPH.

O ciclo começa com a reação de uma molécula de CO_2 com um açúcar de cinco carbonos conhecido como **ribulose difosfato** catalisada pela enzima **rubisco** (ribulose bifosfato carboxilase/oxigenase, **RuBP**), uma das mais abundantes proteínas presentes no reino vegetal.

Forma-se, então, um composto instável de seis carbonos, que logo se quebra em duas moléculas de três carbonos (2 moléculas de ácido 3-fosfoglicérico ou **3-fosfoglicerato**, conhecidas como **PGA**). O ciclo prossegue até que no final, é produzida uma molécula de **glicose** e é regenerada a molécula de **ribulose difosfato**.

Para o ciclo ter sentido lógico, é preciso admitir a reação de seis moléculas de CO_2 com seis moléculas de ribulose difosfato, resultando em uma molécula de glicose e a regeneração de outras seis moléculas de ribulose difosfato.

A redução do CO_2 é feita a partir do fornecimento de hidrogênios pelo NADH e a energia é fornecida pelo ATP. Lembre-se que essas duas substâncias foram produzidas na fase clara.



PLANTAS C_3, C_4 E CAM: FIXAÇÃO DE CARBONO

PLANTAS C_3

As plantas C_3 recebem este nome por conta do ácido 3-fosfoglicérico formado após a fixação das moléculas de CO_2. Estes vegetais compreendem a maioria das espécies terrestres, ocorrendo principalmente em regiões tropicais úmidas.

As taxas de fotossíntese das plantas C_3 são elevadas à todo o momento, tendo em vista que a planta atinge as taxas máximas de fotossíntese (TMF) em intensidades de radiação solar relativamente baixas. É por isso que são consideradas espécies esbanjadoras de água.

PLANTAS C_4

As plantas C_4 possuem grande afinidade com o CO_2. Elas recebem este nome devido ao fato de o ácido oxalacético possuir 4 moléculas de carbono, formado após o processo de fixação de carbono. Devido à alta afinidade com o CO_2, as plantas C_4 apresentam uma grande vantagem em relação às plantas C_3, podendo sobreviver em ambientes áridos. Isto se dá porque as plantas C_4 só atingem as taxas máximas de fotossíntese sob elevadas intensidades de radiação solar, fazendo com que fixem mais CO_2 por unidade de água perdida. Ou seja, elas são mais econômicas quanto ao uso da água, elas perdem menos água que as C_3 durante a fixação e a fotossíntese.

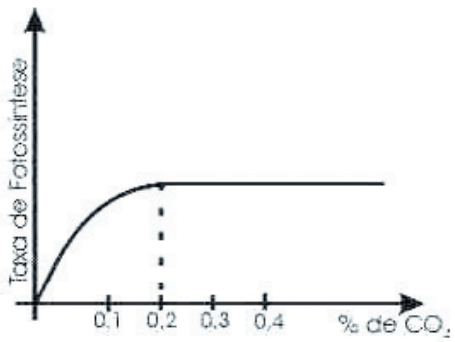
As plantas C_4 são também conhecidas como "plantas de sol" por ocorrerem em áreas muitas vezes sem sombra alguma. Elas também ocorrem em áreas áridas com menores quantidades de água disponível nos solos.

PLANTAS CAM

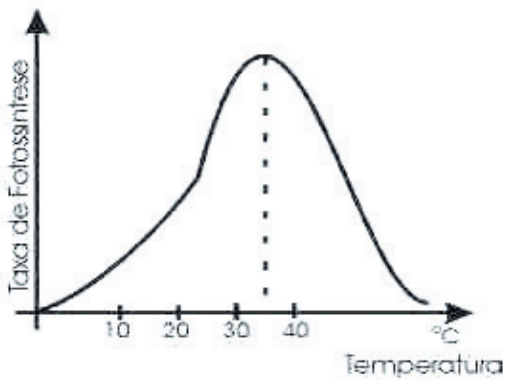
As plantas CAM são ainda mais econômicas quanto ao uso da água do que as plantas C_4, elas ocorrem em áreas desérticas ou intensivamente secas. A abertura dos estômatos (estruturas que controlam a entrada e saída de gases nas plantas) durante a noite, evitam a grande perda de água, ao mesmo tempo em que o CO_2 é fixado, por meio do ácido málico. Durante o dia, os estômatos se fecham (não há grande perda de água) e o CO_2 fixado é então utilizado na realização da fotossíntese sob elevadas intensidades de radiação solar. São também "plantas de sol", assim como as C_4.

FATORES QUE INFLUENCIAM A FOTOSSÍNTESE

CONCENTRAÇÃO DE CO_2



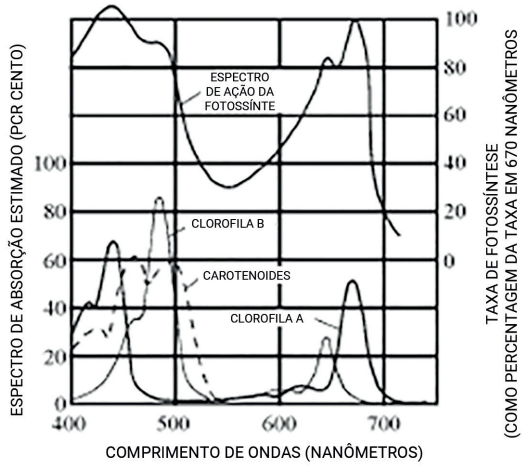
TEMPERATURA



COMPRIMENTO DE ONDA

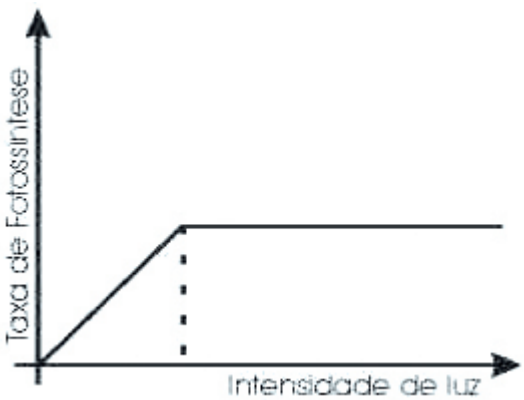
A assimilação da luz pelas clorofilas **a** e **b**, principalmente, e secundariamente pelos pigmentos acessórios, como os carotenoides, determina o **espectro de ação** da fotossíntese.

Nota-se a excelente atividade fotossintética nas faixas do espectro correspondentes à luz violeta/azul e à luz vermelha, e à pouca atividade na faixa do verde.



Para que uma planta verde execute a fotossíntese com boa intensidade, não se deve iluminá-la com luz verde, uma vez que essa luz é quase completamente refletida pelas folhas.

INTENSIDADE LUMINOSA



EXERCÍCIOS PROTREINO

01. Destaque dois fatores abióticos que influenciam a taxa fotossintética.

02. Descreva as etapas da fotossíntese e onde ocorrem.

03. Aponte a organela responsável pela fotossíntese.

04. Cite a etapa fotossintética onde ocorre a fotólise da água.

05. Diferencie plantas C_3 de plantas C_4.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (ENEM PPL) A célula fotovoltaica é uma aplicação prática do efeito fotoelétrico. Quando a luz incide sobre certas substâncias, libera elétrons que, circulando livremente de átomo para átomo, formam uma corrente elétrica. Uma célula fotovoltaica é composta por uma placa de ferro recoberta por uma camada de selênio e uma película transparente de ouro. A luz atravessa a película, incide sobre o selênio e retira elétrons, que são atraídos pelo ouro, um ótimo condutor de eletricidade. A película de ouro é conectada à placa de ferro, que recebe os elétrons e os devolve para o selênio, fechando o circuito e formando uma corrente elétrica de pequena intensidade.

DIAS, C. B. *Célula fotovoltaica*. Disponível em: http://super.abril.com.br.

O processo biológico que se assemelha ao descrito é a

a) fotossíntese.
b) fermentação.
c) quimiossíntese.
d) hidrólise de ATP.
e) respiração celular.

02. (UNESP) No quadro negro, a professora anotou duas equações químicas que representam dois importantes processos biológicos, e pediu aos alunos que fizessem algumas afirmações sobre elas.

Equações:

I. $12\,H_2O + 6\,CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6\,H_2O$

II. $C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \rightarrow 6\,H_2O + 6\,CO_2$

Pedro afirmou que, na equação I, o oxigênio do gás carbônico será liberado para a atmosfera na forma de O_2.

João afirmou que a equação I está errada, pois o processo em questão não forma água.

Mariana afirmou que o processo representado pela equação II ocorre nos seres autótrofos e nos heterótrofos.

Felipe afirmou que o processo representado pela equação I ocorre apenas em um dos cinco reinos: *Plantae*.

Patrícia afirmou que o processo representado pela equação II fornece, à maioria dos organismos, a energia necessária para suas atividades metabólicas.

Pode-se dizer que

a) todos os alunos erraram em suas afirmações.
b) todos os alunos fizeram afirmações corretas.
c) apenas as meninas fizeram afirmações corretas.
d) apenas os meninos fizeram afirmações corretas.
e) apenas dois meninos e uma menina fizeram afirmações corretas.

03. (UNESP) Em uma matéria sobre o papel das plantas na redução da concentração atmosférica dos gases do efeito estufa, consta a seguinte informação:

O vegetal "arranca" o carbono, que é o C do CO_2, para usar de matéria-prima para o seu tronco, e devolve para a atmosfera o O_2, ou seja, oxigênio.

(*Superinteressante*, maio de 2016. Adaptado.)

Tal informação refere-se à

a) respiração celular e está correta, uma vez que, nas mitocôndrias, o carbono do CO_2 é disponibilizado para a síntese de tecidos vegetais e o O_2 é devolvido para a atmosfera.

b) fotossíntese e está correta, uma vez que, através desse processo, a planta utiliza o carbono na síntese de seus tecidos, devolvendo para a atmosfera o oxigênio do CO_2.

c) fotossíntese e está incorreta, uma vez que o carbono do CO_2 é utilizado na síntese de carboidratos que serão consumidos na respiração celular, mas não como matéria-prima do tronco.

d) fotossíntese e está incorreta, uma vez que o oxigênio liberado para atmosfera provém da reação de decomposição da água, e não do CO_2 que a planta capta da atmosfera.

e) respiração celular e está incorreta, uma vez que o O_2 liberado para atmosfera tem origem na quebra de carboidratos na glicólise, da qual também resulta o carbono que irá compor os tecidos vegetais.

04. (MACKENZIE) Considere as afirmações abaixo:

I. A maior parte do gás oxigênio da atmosfera provem da fotossíntese realizada por plantas da floresta amazônica.

II. O gás oxigênio produzido na fotossíntese resulta da hidrólise da água e acontece na fase de claro do processo.

III. Todo processo de fotossíntese resulta na produção de açúcar e gás oxigênio.

IV. Além das plantas e algas, as cianobactérias e algumas bactérias têm capacidade de realizar a fotossíntese.

Estão corretas, apenas,

a) I e II.
b) II e III.
c) III e IV.
d) I e IV.
e) II e IV.

05. (UECE) Segundo Campbell (2005), Aristóteles tinha observado e descrito que as plantas necessitavam de luz solar para adquirir a sua cor verde. No entanto, só em 1771, a fotossíntese começou a ser estudada por Joseph Priestley. Este químico inglês, confinando uma planta numa redoma de cristal comprovou a produção de uma substância que permitia a combustão e que, em certos casos, avivava a chama de um carvão em brasa. Posteriormente, concluiu-se que a substância observada era o gás oxigênio.

Sobre o processo da fotossíntese, é INCORRETO afirmar que

a) a equação simplificada da fase fotoquímica é $12H_2O + 12\ NADP + 18ADP + 18P - (luz) \rightarrow 18ATP + 6NADPH_2 + 12O_2$.

b) a fase fotoquímica, que é a primeira fase do processo fotossintético, ocorre nos tilacoides

c) na transferência de elétrons entre os aceptores, os elétrons vão liberando energia gradativamente e esta é aproveitada para transportar hidrogênio iônico de fora para dentro do tilacoide, reduzindo o pH do interior deste.

d) a fase denominada de ciclo de Calvin ou ciclo das pentoses ocorre no estroma do cloroplasto.

06. (UECE) A fotossнntese compreende o processo biolygico realizado pelas plantas, que transformam energia luminosa em energia quнmica e liberam oxigкnio, renovando o ar da atmosfera. A fotossíntese realizada por vegetais produz oxigênio

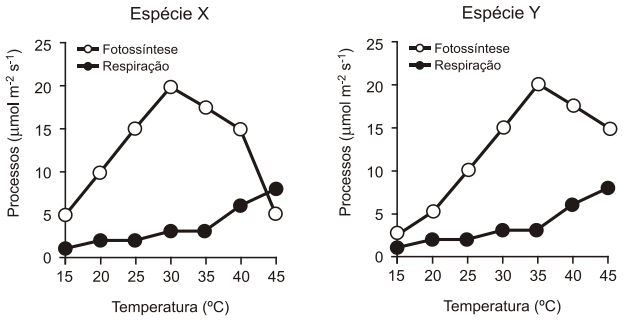
a) a partir da hidrólise da água na fase escura.

b) por meio da fotólise do gás carbônico atmosférico.

c) do CO_2 resultante da respiração do vegetal.

d) a partir da fotólise da água absorvida pelo vegetal.

07. (UNICAMP) O crescimento das plantas é afetado pelo balanço entre a fotossíntese e a respiração. O padrão de resposta desses dois importantes processos fisiológicos em função da temperatura é apresentado nos gráficos abaixo, relativos a duas espécies de plantas.



Sobre as espécies X e Y, é correto afirmar:

a) A espécie Y não apresenta ganho líquido de carbono a 15°C.

b) As duas espécies têm perda líquida de carbono a 45°C.

c) A espécie Y crescerá menos do que a espécie X a 25°C.

d) As duas espécies têm ganho líquido de carbono a 45°C.

08. (UNESP) Um químico e um biólogo discutiam sobre a melhor forma de representar a equação da fotossíntese. Segundo o químico, a equação deveria indicar um balanço entre a quantidade de moléculas e átomos no início e ao final do processo. Para o biólogo, a equação deveria apresentar as moléculas que, no início do processo, fornecem os átomos para as moléculas do final do processo.

As equações propostas pelo químico e pelo biólogo são, respectivamente,

a) $6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$ e
$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

b) $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ e
$6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$

c) $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ e
$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + energia$

d) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + energia$ e
$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + energia$

e) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + energia$
$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + energia$

09. (UNESP) Um pequeno agricultor construiu em sua propriedade uma estufa para cultivar alfaces pelo sistema de hidroponia, no qual as raízes são banhadas por uma solução aerada e com os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas.

Para obter plantas maiores e de crescimento mais rápido, o agricultor achou que poderia aumentar a eficiência fotossintética das plantas e para isso instalou em sua estufa equipamentos capazes de controlar a umidade e as concentrações de CO_2 e de O_2 na atmosfera ambiente, além de equipamentos para controlar a luminosidade e a temperatura.

É correto afirmar que o equipamento para controle da

a) umidade relativa do ar é bastante útil, pois, em ambiente mais úmido, os estômatos permanecerão fechados por mais tempo, aumentando a eficiência fotossintética.

b) temperatura é dispensável, pois, independentemente da temperatura ambiente, quanto maior a intensidade luminosa maior a eficiência fotossintética.

c) concentração de CO_2 é bastante útil, pois um aumento na concentração desse gás pode, até certo limite, aumentar a eficiência fotossintética.

d) luminosidade é dispensável, pois, independentemente da intensidade luminosa, quanto maior a temperatura ambiente maior a eficiência fotossintética.

e) concentração de O_2 é bastante útil, pois quanto maior a concentração desse gás na atmosfera ambiente maior a eficiência fotossintética.

10. (UNESP) Gustavo foi contratado para trabalhar como jardineiro em uma residência na cidade de São Paulo. Os proprietários do imóvel exigiram que Gustavo mantivesse a grama sempre irrigada e aparada a uma altura específica, o que, dependendo da época do ano, exigiu podas mais ou menos frequentes.

Considerando que o balanço entre taxa de fotossíntese e taxa de respiração varia ao longo do ano em razão das diferenças de temperatura, intensidade luminosa e períodos de claro e escuro ao longo das 24 horas do dia, pode-se afirmar corretamente que as podas foram

a) mais frequentes entre outubro e dezembro, período no qual a luminosidade intensa determinou o aumento da taxa de fotossíntese, mantendo o gramado no seu ponto de compensação fótica.

b) mais frequentes entre dezembro e fevereiro, período no qual o aumento da intensidade luminosa determinou um aumento na taxa de respiração.

c) menos frequentes entre abril e junho, período no qual as baixas temperaturas determinaram o aumento da taxa de respiração e colocaram o gramado acima de seu ponto de compensação fótica.

d) menos frequentes entre junho e agosto, período no qual a diferença entre a taxa de fotossíntese e a taxa de respiração tornou-se menor.

e) menos frequentes entre agosto e outubro, período no qual os dias mais curtos em relação às noites levaram a uma taxa de fotossíntese abaixo da taxa de respiração.

11. (UNESP) Suponha a seguinte situação hipotética:

Em pleno mês de dezembro, um botânico está em um barco no oceano Atlântico, exatamente no ponto que corresponde à intersecção de duas linhas imaginárias: a linha do equador e o meridiano de Greenwich. Na figura, a seta indica esse ponto.

No barco, há dois vasos contendo duas plantas da mesma espécie, que foram cultivadas em condições idênticas. Uma delas foi cultivada no litoral do Pará e, a outra, no litoral do Gabão, ambos os locais cortados pela linha do equador. Suponha que as duas plantas apresentam a mesma eficiência fotossintética e que, partindo do ponto de intersecção das linhas, o botânico possa se deslocar ao longo da linha do equador ou do meridiano de Greenwich.



Planisfério. A seta indica a intersecção entre a linha do equador e o meridiano de Greenwich.

Com relação à eficiência fotossintética das plantas após o deslocamento em relação àquela do ponto de origem, e considerando apenas a variação da incidência dos raios solares, é correto afirmar que

a) a eficiência fotossintética de ambas as plantas não irá se alterar se o botânico navegar para maiores latitudes, em qualquer sentido.

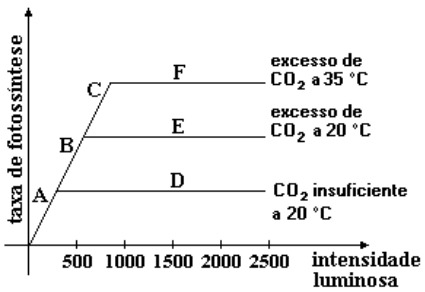
b) a planta do Pará apresentará maior eficiência fotossintética se o botânico navegar para maiores longitudes, em sentido leste, mas a planta do Gabão apresentará eficiência fotossintética diminuída.

c) a planta do Pará apresentará maior eficiência fotossintética se o botânico navegar para maiores longitudes, em sentido oeste, mas a planta do Gabão apresentará eficiência fotossintética diminuída.

d) ambas as plantas manterão, aproximadamente, a mesma eficiência fotossintética se o botânico navegar para maiores longitudes, tanto em sentido leste quanto para oeste.

e) ambas as plantas terão a eficiência fotossintética aumentada se o botânico navegar para maiores latitudes ao norte, mas terão a eficiência fotossintética diminuída se navegar para o sul.

12. (FATEC) Em um experimento foram obtidos dados que permitiram a construção do gráfico a seguir.



A partir da interpretação do gráfico, identifica(m)-se o(s) segmento(s) em que a luz é o fator limitante do processo. Trata-se do(s) segmento(s)

a) A, apenas.

b) D e E.

c) B e C.

d) D, E e F.

e) A, B e C.

13. (UNESP) Com relação à fotossíntese, podemos dizer que

a) a taxa da fotossíntese é sempre proporcional ao aumento da concentração de CO_2 na atmosfera.

b) a redução do NADP (nicotinamida - adenina - difosfato) ocorre durante a fotofosforilação cíclica.

c) a redução de CO_2 nas plantas superiores ocorre no estroma do cloroplasto.

d) a quebra da molécula de água independe da luz.

e) a fotossíntese é um processo exclusivo de Angiospermas e Gimnospermas.

14. (UNESP) A tabela mostra os horários do nascer e do pôr do Sol na cidade de São Paulo, em quatro datas do ano de 2019.

Data	Nascer do Sol	Pôr do Sol
24 de março	6h 12	18h 12
21 de junho	6h 48	17h 27
19 de setembro	6h 00	18h 00
22 de dezembro	5h 18	18h 51

(www.sunrise-and-sunset.com. Adaptado.)

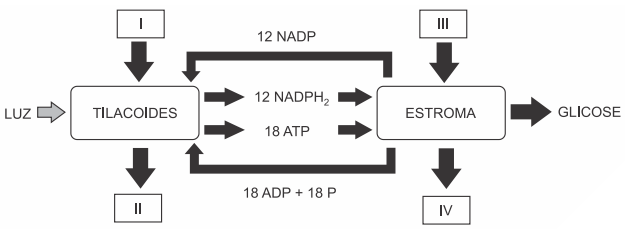
Em Macapá, única capital brasileira cortada pela linha do equador, o nascer e o pôr do Sol nessas quatro datas ocorrem em horários diferentes daqueles registrados para São Paulo.

Considere dois arbustos da mesma espécie, com o mesmo porte, em vasos de mesmo tamanho, mantidos à luz ambiente, em dia sem nebulosidade, sob condições adequadas de temperatura, nutrição e aporte hídrico, um deles na cidade de São Paulo e o outro na cidade de Macapá.

Com relação aos tempos de duração da fotossíntese e da respiração celular nesses dois arbustos, assinale a alternativa correta.

a) Em 21 de junho, a duração da fotossíntese no arbusto em São Paulo foi maior do que no arbusto em Macapá, mas a duração da respiração foi igual em ambos.
b) Nas quatro datas, a duração da fotossíntese e a duração da respiração são iguais em ambos os arbustos.
c) Em 21 de junho, a duração da respiração foi maior do que a duração da fotossíntese em ambos os arbustos, situação que se inverterá em 22 de dezembro.
d) Em 24 de março e em 19 de setembro, a duração da fotossíntese foi a mesma que a da respiração em ambos os arbustos.
e) Em 22 de dezembro, a duração da fotossíntese no arbusto em São Paulo será maior do que no arbusto em Macapá, mas a duração da respiração será igual em ambos.

15. (MACKENZIE) O esquema abaixo resume de forma sucinta as etapas clara e escura da fotossíntese no interior de um cloroplasto.



Em relação ao processo esquematizado, é correto afirmar que

a) a substância liberada em IV é o oxigênio.
b) a substância liberada em II é a água.
c) os átomos de carbono e hidrogênio, presentes na glicose, originam-se das substâncias III e I, respectivamente.
d) ocorrem, no estroma, a fotólise da água (III) e as fotofosforilações cíclica e acíclica (IV).
e) a substância utilizada em I é o dióxido de carbono.

16. (UFRGS) No bloco superior abaixo, são citadas duas estruturas presentes nos cloroplastos; no inferior, características dessas estruturas.

Associe adequadamente o bloco inferior ao superior.

1. Tilacoides
2. Estroma

( ) A luz absorvida pelo pigmento é transformada em energia química.
( ) Enzimas catalisam a fixação de CO_2.
( ) Parte do gliceraldeído 3 fosfato resulta na produção de amido.
( ) A oxidação de moléculas de água produz elétrons, prótons e O_2.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

a) 1 – 2 – 2 – 1.
b) 1 – 1 – 2 – 1.
c) 1 – 2 – 2 – 2.
d) 2 – 1 – 1 – 1.
e) 2 – 1 – 1 – 2.

17. (UECE) A fotossíntese ou o processo pelo qual a energia radiante do Sol é capturada e transformada em matéria orgânica é, sem dúvida, fundamental para a existência da enorme diversidade de vida existente sobre a Terra. Sobre a fotossíntese é correto afirmar que

a) as plantas C_3 atingem suas taxas máximas de fotossíntese (TMF) em intensidades de radiação solar relativamente baixas.
b) a produção de matéria orgânica acontece pelo Ciclo de Calvin, fase clara do processo.
c) as plantas C_4 só atingem as taxas máximas de fotossíntese sob baixas intensidades de radiação solar.
d) a transformação do CO_2 em matéria orgânica produz a energia acumulada pelo ATP.

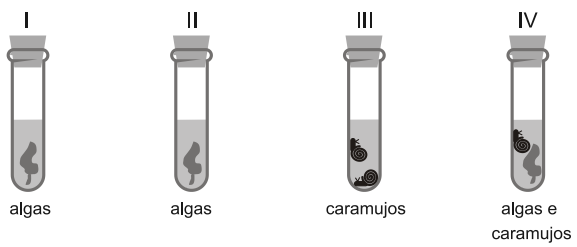
18. (ENEM) O tempo nada mais é que a forma da nossa intuição interna. Se a condição particular da nossa sensibilidade lhe for suprimida, desaparece também o conceito de tempo, que não adere aos próprios objetos, mas apenas ao sujeito que os intui.

KANT, I. Crítica da razão pura. Trad. Valério Rohden e Udo Baldur Moosburguer. São Paulo: Abril Cultural, 1980. p. 47. Coleção Os Pensadores.

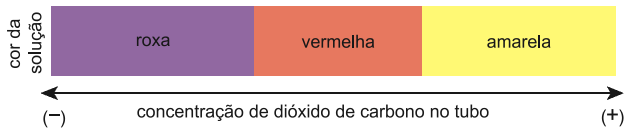
Ao percorrer o trajeto de uma cadeia alimentar, o carbono, elemento essencial e majoritário da matéria orgânica que compõe os indivíduos, ora se encontra em sua forma inorgânica, ora se encontra em sua forma orgânica. Em uma cadeia alimentar composta por fitoplâncton, zooplâncton, moluscos, crustáceos e peixes ocorre a transição desse elemento da forma inorgânica para a orgânica. Em qual grupo de organismos ocorre essa transição?

a) Fitoplâncton.
b) Zooplâncton.
c) Moluscos.
d) Crustáceos.
e) Peixes.

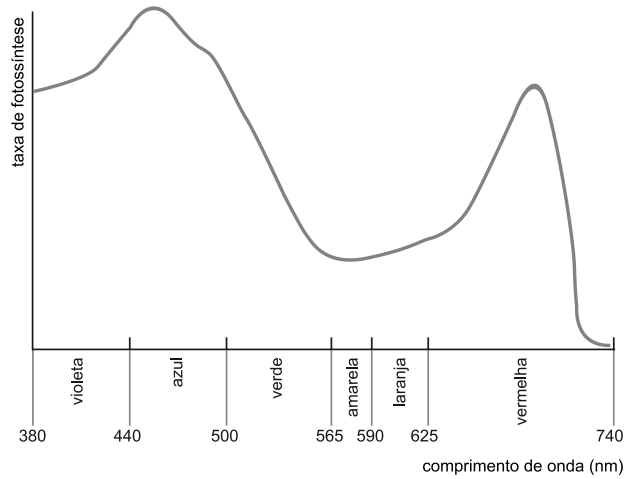
19. (UERJ) Em um experimento, os tubos I, II, III e IV, cujas aberturas estão totalmente vedadas, são iluminados por luzes de mesma potência, durante o mesmo intervalo de tempo, mas com cores diferentes. Além da mesma solução aquosa, cada tubo possui os seguintes conteúdos:



A solução aquosa presente nos quatro tubos tem, inicialmente, cor vermelha. Observe, na escala abaixo, a relação entre a cor da solução e a concentração de dióxido de carbono no tubo.



Os tubos I e III são iluminados por luz amarela, e os tubos II e IV por luz azul. Admita que a espécie de alga utilizada no experimento apresente um único pigmento fotossintetizante. O gráfico a seguir relaciona a taxa de fotossíntese desse pigmento em função dos comprimentos de onda da luz.



Após o experimento, o tubo no qual a cor da solução se modificou mais rapidamente de vermelha para roxa é o representado pelo seguinte número:

a) I
b) II
c) III
d) IV

20. (ENEM) Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono "se inseriram" no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as radiações luminosas, os elétrons são "excitados" e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como "antenas", estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons.

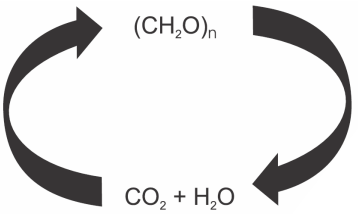
Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas. Disponível em: http://lqes.iqm.unicamp.br. Acesso em: 14 nov. 2014 (adaptado).

O aumento da eficiência fotossintética ocorreu pelo fato de os nanotubos de carbono promoverem diretamente a:

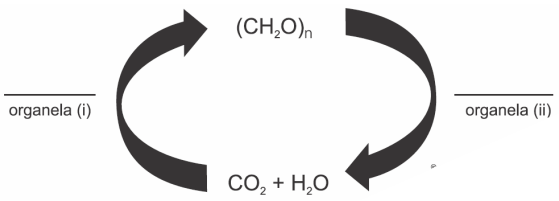
a) utilização de água.
b) absorção de fótons.
c) formação de gás oxigênio.
d) proliferação dos cloroplastos.
e) captação de dióxido de carbono.

EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

01. (FUVEST) A figura abaixo representa dois processos biológicos realizados por organismos eucarióticos.

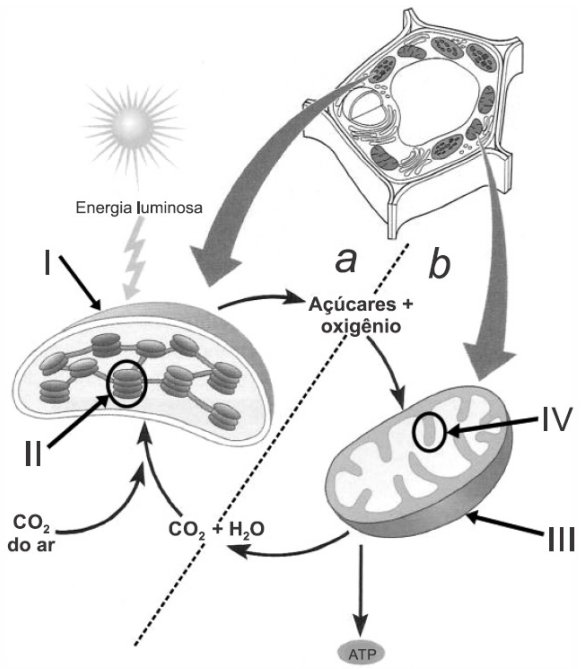


a) Complete a figura reproduzida a seguir, escrevendo o nome das organelas citoplasmáticas (i e ii) em que tais processos ocorrem.



b) Na figura acima, o fluxo da matéria está representado de maneira cíclica. O fluxo de energia nesses processos pode ser representado da mesma maneira? Justifique.

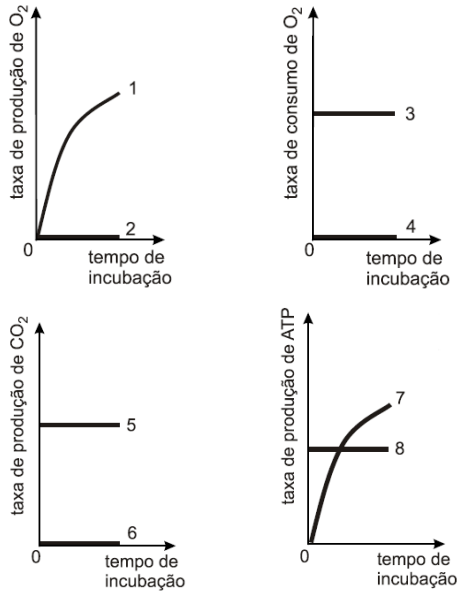
02. (UFES) A figura abaixo representa a interdependência entre dois processos celulares.



(NABORS, M.W. *Introdução à Botânica*. São Paulo: Roca. 2012. p. 191. Adaptado).

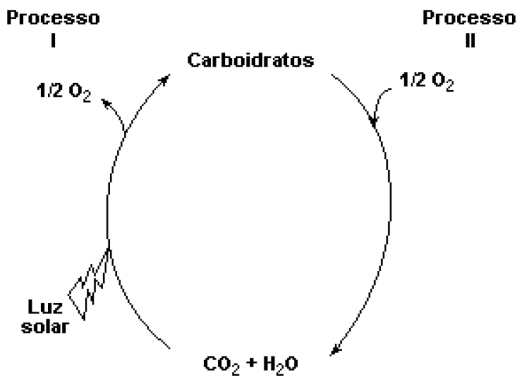
a) Identifique as estruturas I, II, III e IV, indicadas na figura.
b) Explique a relação entre os processos representados por a e por b.
c) Cite as etapas envolvidas no processo representado por b.

03. (UERJ) Uma amostra de mitocôndrias e outra de cloroplastos foram colocadas em meios de incubação adequados ao metabolismo normal de cada organela. As amostras, preparadas na ausência de luz, foram iluminadas do início até o final do experimento. Os gráficos abaixo indicam os resultados obtidos, para cada uma das organelas, nos quatro parâmetros medidos no experimento.



Identifique, por seus números, as curvas que correspondem às amostras de mitocôndrias e as que correspondem às amostras de cloroplastos, justificando sua resposta.

04. (UFG) Na figura a seguir, estão esquematizados dois importantes processos celulares (I e II).

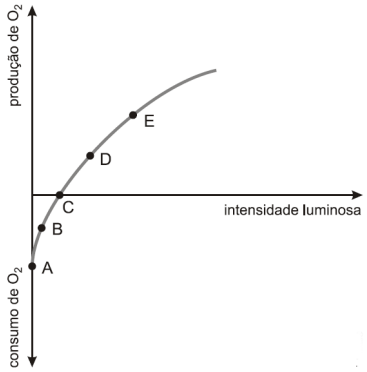


a) Qual processo fisiológico está envolvido nas representações I e II, respectivamente? Qual organela celular é especializada para realização de cada processo?

b) Como os processos I e II estão envolvidos no fluxo energético de uma cadeia alimentar?

05. (UERJ) Em uma experiência, mediram-se, em presença do ar atmosférico, o consumo e a produção de oxigênio de uma planta em função da luminosidade a que estava submetida.

A curva do gráfico abaixo indica os resultados da medição:



Identifique os dois pontos da curva que representam condições para o crescimento dessa planta a partir do acúmulo de reservas energéticas. Justifique sua resposta.

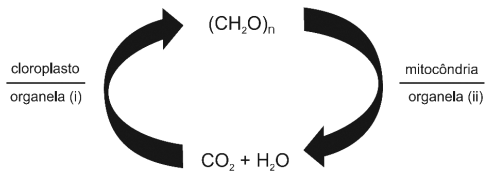
GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. A	05. A	09. C	13. C	17. A
02. C	06. D	10. D	14. E	18. A
03. D	07. C	11. D	15. C	19. B
04. E	08. B	12. E	16. A	20. B

Exercícios de aprofundamento

01. a)



A organela (i) corresponde ao cloroplasto, capaz de produzir açúcares $(CH_2O)n$ a partir de CO_2, H_2O e energia do sol.

A organela (ii) é a mitocôndria que converte açúcares $(CH_2O)n$ em CO_2, H_2O e energia que será utilizada no trabalho celular.

b) Não. O fluxo de energia é unidirecional. A energia entra nos ecossistemas pela atividade dos organismos produtores e vai diminuindo em direção aos consumidores. A energia perdida ao longo das cadeias e teias alimentares não pode ser reaproveitada pelos seres vivos em seu metabolismo.

02.

a) I - cloroplasto; II - granum; III - mitocôndria; IV - cristas mitocondriais.

b) Em a, que representa a fotossíntese, são utilizados CO_2 e água para produzir açúcares e oxigênio, que são utilizados em b, que representa a respiração, para produzir ATP, que libera energia para as atividades celulares, CO_2 e água. Em síntese, um processo depende dos produtos do outro.

c) glicólise, ciclo de Krebs e cadeia respiratória.

03. Mitocôndrias: 2, 3, 5 e 8. As mitocôndrias não produzem oxigênio e mantêm inalteradas as taxas de produção de gás carbônico e ATP, independentemente da luminosidade.

Cloroplastos: 1, 4, 6 e 7. Os cloroplastos não produzem oxigênio e ATP na ausência de luz e também não produzem gás carbônico. Eles consomem CO_2 ao realizarem a fotossíntese na presença de luz.

04.

a) O processo I é a fotossíntese e a organela, o cloroplasto. O processo II é a respiração e a organela, a mitocôndria.

b) No processo I, ocorre a síntese de carboidratos, compostos ricos em energia a partir de CO_2 e água e que são transferidos de um nível trófico para outro nas cadeias alimentares. Em cada nível trófico ocorre consumo de carboidratos pelo processo II, o que reduz o fluxo de energia de um nível trófico para outro nas cadeias alimentares.

05. Pontos D e E.

A planta só pode crescer e acumular reservas quando sua intensidade de fotossíntese, medida pela produção de O_2, supera o gasto de suas reservas, indicado pelo consumo de O_2.