

## Fisiologia Vegetal

Os conhecimentos das funções das plantas, adquiridos pelas observações e por meio de pesquisas experimentais, muito têm contribuído para o desenvolvimento de importantes técnicas agrícolas que objetivam garantir uma maior e melhor produtividade. Essas técnicas também permitem desenvolver estudos e planejamentos mais seguros acerca da atuação humana nos ecossistemas, contribuindo para uma utilização mais racional dos recursos vegetais.

### NUTRIÇÃO DAS PLANTAS

Por meio da fotossíntese, as plantas sintetizam glicose a partir de substâncias inorgânicas (água e gás carbônico). A glicose é um importante alimento orgânico que a planta utiliza na respiração celular e que pode ser armazenado na forma de amido. Além de nutrientes orgânicos, obtidos basicamente por meio da fotossíntese, a planta também necessita de nutrientes minerais para o seu crescimento e desenvolvimento, uma vez que eles entram na composição de importantes substâncias (pigmentos, vitaminas, enzimas, hormônios). Dependendo da espécie de planta, esses minerais são requeridos em doses variadas e podem ser subdivididos em macronutrientes e micronutrientes. Aqueles são requeridos pela planta em grandes doses, e estes, embora indispensáveis, são requeridos em quantidades muito pequenas.

Macronutrientes	Micronutrientes
Carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo e enxofre	Ferro, cobre, zinco, boro, cobalto, cloro, molibdênio e níquel

*Elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas.*

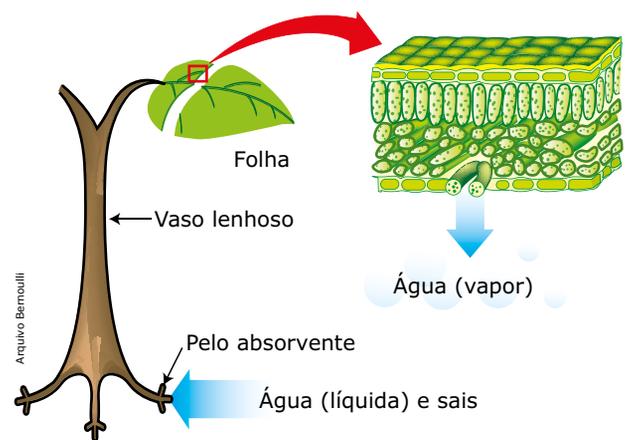
O carbono e o oxigênio normalmente são obtidos do gás carbônico absorvido do meio. Lembre-se de que, no caso das plantas terrestres, o  $\text{CO}_2$  é absorvido da atmosfera, penetrando no corpo da planta através dos estômatos, existentes na superfície das folhas. Pelos estômatos, a planta também pode absorver  $\text{O}_2$  da atmosfera.

O hidrogênio, juntamente com o oxigênio, é obtido da água, que, no caso das plantas terrestres, é retirada do solo por intermédio das raízes. Outros nutrientes minerais encontram-se dissolvidos na água absorvida pelas raízes.

Essa solução aquosa (água + sais minerais), chamada de seiva bruta (seiva mineral, seiva inorgânica), precisa chegar ao lenho, pois é através dos vasos lenhosos que ela alcançará outras partes da planta (caule, folhas, flores), que também necessitam da água e dos nutrientes minerais.

### CONDUÇÃO DA SEIVA BRUTA

Três fenômenos distintos estão envolvidos na subida da seiva bruta das raízes até as folhas: pressão positiva da raiz, capilaridade, coesão entre as moléculas de água e transpiração foliar.



*O transporte da seiva bruta.*

A ascensão da seiva bruta é determinada pela: 1) Intensa absorção de água (e sais) pelas raízes, promovendo uma pressão de propulsão; 2) Capilaridade (força de atração entre as moléculas de água e as paredes dos vasos) e coesão entre moléculas de água causada pelas fortes interações químicas (ligações de hidrogênio) entre átomos de hidrogênio e oxigênio; 3) Transpiração e fotossíntese (nas folhas), que determinam a retirada da água do interior dos vasos lenhosos. A folha exerce, então, uma força de sucção que é considerada o principal fator para a subida da seiva bruta, segundo a Teoria da Tensão e Coesão (Teoria de Dixon).

# CONDUÇÃO DA SEIVA ELABORADA

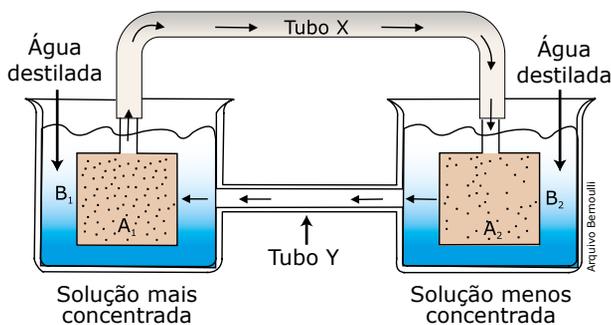


A seiva elaborada, produzida nas folhas por meio da fotossíntese, é transportada para os outros órgãos da planta pelos vasos liberianos (floema, líber).

A seiva bruta tem um sentido de condução ascendente (das raízes para as folhas), já o sentido de condução da seiva elaborada é normalmente descendente (das folhas para as raízes). Entretanto, quando substâncias nutritivas de reservas são mobilizadas nos órgãos de reserva (raízes, por exemplo), o fluxo torna-se ascendente.

A teoria mais aceita para explicar o mecanismo de condução da seiva elaborada foi proposta pelo botânico alemão Ernest Münch. Segundo sua teoria, o transporte da seiva elaborada resulta da diferença de pressão osmótica entre os órgãos produtores da planta e os órgãos que são apenas consumidores. Dessa forma, a seiva elaborada circula sempre no sentido dos órgãos dotados de grandes pressões osmóticas (altamente concentrados) para os órgãos de baixas pressões osmóticas (pouco concentrados). Assim, o fluxo da seiva elaborada é normalmente descendente, pois as folhas, pelo processo de fotossíntese, fabricam glicose, apresentando, assim, altas concentrações de açúcares solúveis (glicose).

A água sugada do lenho (vasos lenhosos) pelas folhas arrasta esses açúcares para o interior do líber (vasos liberianos), transportando-os até os órgãos consumidores. Caso cheguem açúcares solúveis em quantidade maior do que esses órgãos são capazes de consumir, o excesso é armazenado em sua forma insolúvel (amido) e as concentrações são mantidas baixas. Por isso, enquanto houver diferença de concentrações ou de pressões osmóticas entre os órgãos produtores e consumidores, o fluxo é mantido. Münch idealizou a seguinte experiência para explicar sua teoria:



Experiência de Münch.

Nessa experiência, A1 e A2 são dois osmômetros com membranas semipermeáveis, contendo soluções de água e sacarose, que estão interligados por meio de um tubo de vidro X. A concentração da solução em A1 é maior do que a de A2. Os osmômetros (A1 e A2) foram mergulhados em recipientes (B1 e B2) contendo água destilada e interligados pelo tubo Y. Por osmose, a água penetra tanto em A1 como em A2. Entretanto, a força de sucção de A1 é maior, uma vez que nele a solução é mais concentrada e, portanto, desenvolve uma pressão osmótica maior, puxando mais água para o seu interior. Assim, A1 absorve mais água do que A2. Com isso, a pressão hidrostática dentro do osmômetro A1 torna-se maior do que no osmômetro A2, fazendo com que a solução (água + sacarose) comece a avançar pelo tubo X, no sentido A1 → A2. A pressão hidrostática em A2 torna-se, então, superior à sua pressão osmótica, isto é, a "força que empurra a água para fora" supera a "força que a puxa para dentro". Nessa situação, a água começa a passar do osmômetro A2 para o recipiente B2 e daí penetra no tubo Y. Uma vez no tubo Y, a água passa a ser "sugada" pelo osmômetro A1, fato explicado pela alta pressão osmótica existente nesse osmômetro, que tem solução altamente concentrada. Fazendo uma analogia entre o sistema idealizado por Münch e o sistema biológico de uma planta, temos: osmômetro A1: corresponde às folhas ou órgãos produtores, dotados de alta concentração. Pode representar também os órgãos de reserva, quando substâncias nutritivas neles armazenadas são mobilizadas; osmômetro A2: corresponde aos órgãos consumidores da planta, que recebem seiva elaborada; tubo X: corresponde aos vasos liberianos; tubo Y: corresponde aos vasos lenhosos; solução de açúcar: seiva elaborada.

Em determinadas situações, o fluxo da seiva elaborada pode ser ascendente. Isso acontece quando as substâncias nutritivas armazenadas nos órgãos de reserva são mobilizadas. Assim, o amido (insolúvel) armazenado converte-se em glicose (açúcar solúvel), acarretando o aumento da concentração nesses órgãos, que, então, passam a apresentar fortes pressões osmóticas. A água absorvida passa a ser sugada pelas células de reserva, fato que promove a ida dos açúcares solúveis para o caule, folhas e flores, de forma ascendente.

A prova de que o líber é o tecido responsável pela condução da seiva elaborada pode ser feita pelo cintamento, experiência também conhecida como anel de casca ou anel de Malpighi.



Anel de Malpighi.

O experimento consiste em se retirar toda a casca (córtex) em torno da base de um caule. Tal procedimento causa a ruptura dos vasos liberianos, que são mais periféricos do que os vasos lenhosos. Interrompe-se, assim, o fluxo descendente da seiva elaborada, mas o lenho, que ocupa posição mais interna, continua funcionando por certo tempo. Geralmente, dias depois, após terem suas reservas esgotadas, as raízes morrem, o que faz com que se paralise a absorção e, conseqüentemente, o transporte de água até as folhas, as quais, por sua vez, começam a murchar e secar, acarretando a morte da planta. A interrupção do floema também provoca acúmulo de seiva elaborada na extremidade do ramo. Após alguns dias da retirada do anel de Malpighi, nota-se um engrossamento da região do corte, devido ao acúmulo da seiva elaborada.



#### Conduzindo com Dixon e Münch

Nesse objeto de aprendizagem, seguindo as teorias de Dixon e de Münch, você deverá posicionar corretamente os vasos do xilema e do floema no caule e nas folhas para que a condução de seiva nas plantas não cesse. Fique atento, pois tanto a posição quanto o tipo de vaso condutor devem ser levados em consideração no momento de montar a rede de vasos. Seja ágil e dinâmico. Bom jogo!

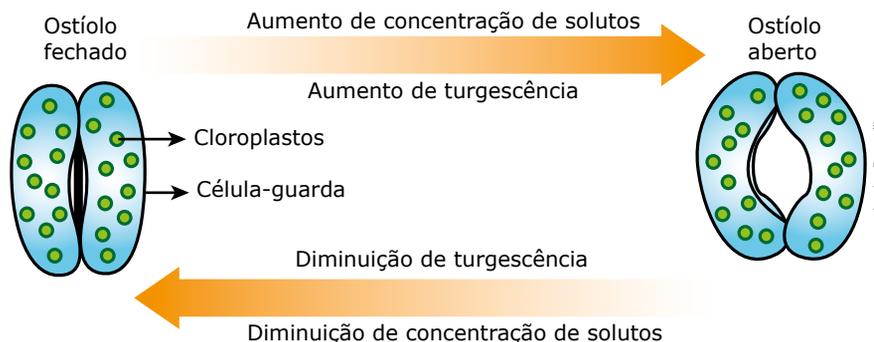
**Observação:** Para fins didáticos, as representações esquemáticas dos vasos do xilema e do floema estão simplificadas.



## TRANSPIRAÇÃO

A transpiração consiste na perda de água sob a forma de vapor e pode ser cuticular ou estomática. A cuticular acontece através da cutícula (camada de cutina situada sobre a epiderme da folha exposta ao ar atmosférico), e a estomática é realizada através dos estômatos.

A transpiração cuticular é pouco intensa e independe do controle da planta, já a estomática responde por mais de 90% do total da transpiração e depende do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos. Esse mecanismo sofre influência de diferentes fatores ambientais, como o suprimento de água de que a planta dispõe, a intensidade de luz e a concentração de  $\text{CO}_2$ .

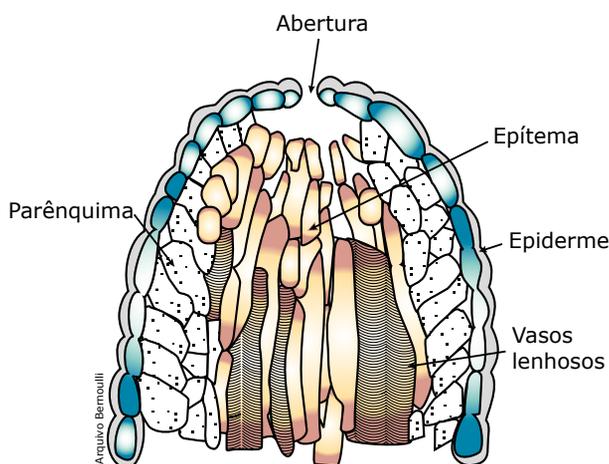


*Abertura e fechamento dos estômatos – Quando a absorção de água pela planta for adequada e a velocidade de transpiração se mantiver baixa, todas as células da folha, inclusive as células-guarda, tendem para um estado de turgescência, com conseqüente abertura do ostíolo. Ao contrário, se a velocidade da transpiração for superior à velocidade de absorção de água (em um dia muito seco, por exemplo), a perda da turgescência das células-guarda leva ao fechamento do ostíolo, o que evita a perda de maiores quantidades de água, reduzindo a transpiração estomática e acarretando uma economia hídrica para o vegetal.*

A maior parte das plantas abre os estômatos assim que o Sol nasce, fechando-os ao anoitecer. Dessa forma, as folhas permitem a entrada do gás carbônico para a realização da fotossíntese. O suprimento de gás oxigênio para a respiração, acumulado no interior da folha, dura, geralmente, a noite inteira. Entretanto, nas plantas da família Crassulaceae (plantas dicotiledôneas adaptadas a regiões áridas) e plantas de outras famílias de Angiospermas adaptadas à aridez do ambiente, os estômatos permanecem fechados durante o dia (quando as folhas estão expostas à luz forte e a temperaturas altas) e abertos durante a noite. Isso não prejudica a realização da fotossíntese porque essas plantas fixam o  $\text{CO}_2$  absorvido durante a noite em moléculas de ácidos orgânicos (málico, isocitrílico) que serão degradados durante o dia, liberando o  $\text{CO}_2$  necessário para a realização da fotossíntese. Com isso, no forte calor do dia, mantendo os estômatos fechados, as chamadas plantas MAC (que fazem o Metabolismo Ácido das Crassuláceas) não correm o risco de uma transpiração estomática excessiva, o que certamente aconteceria se elas os mantivessem abertos. Trata-se, na realidade, de uma adaptação dessas plantas a um ambiente hostil, muito seco, onde a economia de água é fundamental para a sobrevivência.

## SUDAÇÃO (GUTAÇÃO)

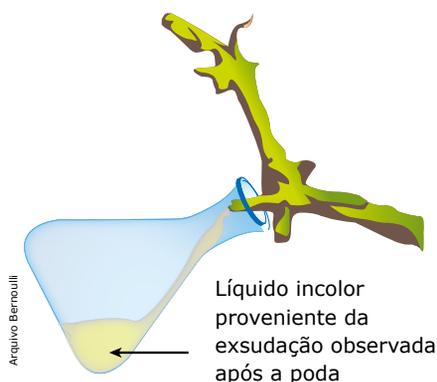
É a eliminação de água sob a forma líquida (gotículas) feita através dos hidatódios, localizados nos bordos das folhas. O líquido gutado não é apenas água pura, mas uma solução com alguns íons minerais. Normalmente, ocorre à noite, caso a planta se torne hidricamente saturada, ou seja, quando a absorção for maior do que a transpiração realizada durante o dia. Desse modo, o excesso de água e sais absorvidos é eliminado pelas folhas através dos hidatódios. Esse processo é uma decorrência direta do impulso da raiz.



Esquema microscópico de um hidatódio – O espaço logo abaixo dos hidatódios é ocupado por um tecido de preenchimento denominado epitéma. Sobre o epitéma, terminam vasos lenhosos que aí liberam o excesso de água e de sais minerais que será, então, eliminado sob a forma de gotículas.

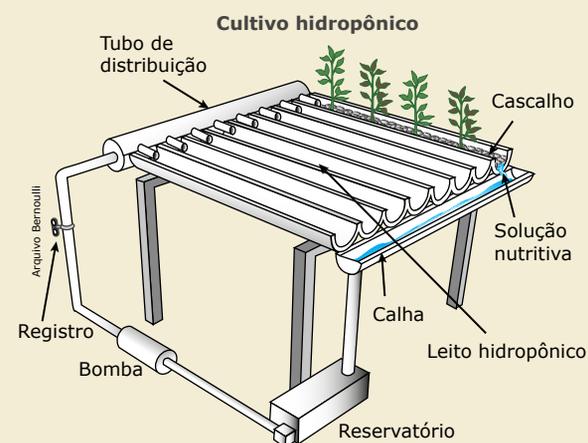
### OBSERVAÇÃO

Não se deve confundir a gutação com a exsudação, que consiste na eliminação de uma solução aquosa em locais de ferimentos e é comumente observada em várias plantas no ato da poda.



## HIDROPONIA

A hidroponia (do grego *hydro*, água e *ponos*, trabalho) é uma técnica que permite o cultivo de plantas herbáceas na ausência de terra, sendo utilizada especialmente no cultivo de verduras, hortaliças, ervas aromáticas e plantas ornamentais. Com essa tecnologia, as raízes das plantas são mantidas mergulhadas numa solução aerada contendo todos os nutrientes minerais de que a planta necessita para o seu desenvolvimento normal. Essa solução nutritiva circula em canaletas forradas com cascalho fino e areia, nas quais se desenvolvem as raízes, ficando as pequenas mudas fixas no suporte.



Cultivo hidropônico.

A hidroponia permite a implementação da agricultura em lugares onde ela não é praticável devido à debilidade do solo, e também viabiliza a produção de alimentos em zonas áridas, de clima temperado ou frio. Em muitos lugares, já existem fazendas hidropônicas, mantidas até em desertos, como acontece em certas regiões de Israel, México e Colorado, nos EUA. Nas viagens espaciais, essa técnica poderá ser de grande valia para a obtenção de alimentos frescos, pois não necessita de solo ou de muito espaço.

Outra vantagem reside no fato de que essa tecnologia não provoca a erosão do solo como os cultivos normalmente realizados na terra. Além disso, proporciona grande economia de água, já que esta é reutilizada, contribuindo, assim, para a solução de problemas de conservação de recursos naturais.

O cultivo feito por meio da hidroponia também dispensa o uso de pesticidas, uma vez que as plantas ficam livres de parasitos, bactérias e fungos que, normalmente, vivem no solo. Isso, evidentemente, contribui para uma melhor qualidade dos alimentos cultivados, bem como para uma maior produtividade.

A hidroponia requer menos espaço e capital para maior produção, o que reduz os custos de forma considerável. Permite, ainda, a redução dos custos com transporte, já que o cultivo pode ser feito próximo ao local do consumo.

É devido a uma série de vantagens que a hidroponia vem se constituindo uma alternativa viável para a produção de alimentos em diversas situações.

## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



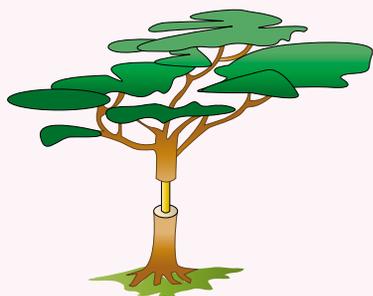
- 01.** (FUVEST-SP) Dez copos de vidro transparentes, tendo no fundo algodão molhado em água, foram mantidos em local iluminado e arejado. Em cada um deles, foi colocada uma semente de feijão. Alguns dias depois, todas as sementes germinaram e produziram raízes, caules e folhas.

Cinco plantas foram, então, transferidas para cinco vasos com terra e as outras cinco foram mantidas nos copos com algodão. Todas permaneceram no mesmo local iluminado, arejado e foram regadas regularmente com água destilada.

Mantendo-se as plantas por várias semanas nessas condições, o resultado esperado e a explicação correta para ele é:

- A) Todas as plantas crescerão até produzir frutos, pois são capazes de obter, por meio da fotossíntese, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.
- B) Somente as plantas em vasos crescerão até produzir frutos, pois, além das substâncias obtidas por meio da fotossíntese, podem absorver, do solo, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.
- C) Todas as plantas crescerão até produzir frutos, pois, além das substâncias obtidas por meio da fotossíntese, podem absorver, da água, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.
- D) Somente as plantas em vasos crescerão até produzir frutos, pois apenas elas são capazes de obter, por meio da fotossíntese, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.
- E) Somente as plantas em vasos crescerão até produzir frutos, pois o solo fornece todas as substâncias de que a planta necessita para seu crescimento e manutenção até a reprodução.

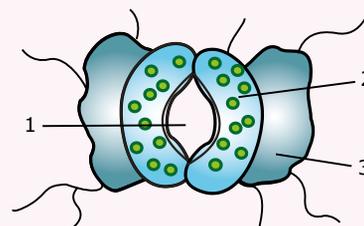
- 02.** (UFMG)



Retirou-se um anel na casca de uma árvore abrangendo toda a circunferência do tronco. A causa da morte da árvore, observada algum tempo depois, ocorreu provavelmente por ter sido impedido o processo de

- A) ascensão de sais minerais.
- B) realização de fotossíntese.
- C) circulação da seiva elaborada.
- D) transpiração.
- E) respiração.

- 03.** (UFU-MG)



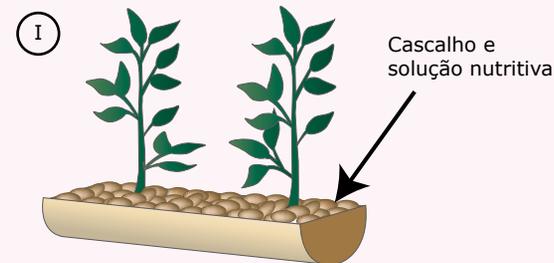
O desenho anterior representa um estômato e sobre ele é errado dizer que

- A) tem importante função na transpiração, na fotossíntese e na respiração das plantas.
- B) 1 é o ostíolo por onde passam gases e água na forma de vapor.
- C) 2 é uma célula rica em cloroplasto e acumula amido.
- D) 3 é uma célula anexa que não realiza fotossíntese.
- E) quando as células estomáticas murcham, a abertura de 1 aumenta.

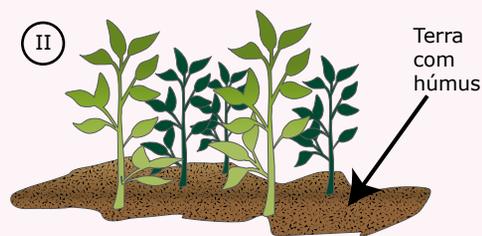
- 04.**



(UFMG) A figura a seguir representa o cultivo de tomates em um sistema hidropônico I e em um canteiro adubado II.



**Cultivo hidropônico**



**Cultivo convencional**

Verificou-se que a produção de tomates em I e II não apresentou diferenças quantitativas e nem qualitativas.

Com relação aos cultivos I e II, é incorreto afirmar que

- A) a absorção da matéria orgânica e de sais minerais resulta na mesma produtividade.
- B) a produtividade, tanto em I quanto em II, é resultante da fotossíntese.
- C) o húmus contém substâncias que, após decomposição, liberam nutrientes para o solo.
- D) o solo e a solução nutritiva atendem, qualitativamente, às necessidades da planta.

- 05.** (Cesgranrio) Em alta madrugada, quando o ar está muito úmido, é comum observar-se que as pontas e as bordas das folhas de muitas plantas ficam cobertas de gotículas de água. A explicação para esse fenômeno é:
- A) As gotículas de água observadas de madrugada nos órgãos foliares de certas plantas significam que, durante a noite, a transpiração é reduzida e o excesso de água absorvida pelo vegetal é eliminado pelos hidatódios.
- B) As gotículas de água referidas são explicadas pela botânica como um caso de excreção da água, sob a forma líquida, através do aparelho estomático e da cutícula foliar, visto que os hidatódios se fecham à noite.
- C) As gotículas de água verificadas de madrugada, nas pontas e nas bordas das folhas de muitas plantas, são produzidas simplesmente pelo sereno, nada tendo a ver com a sua atividade vital.
- D) As gotículas de água observadas de madrugada, nas pontas e bordas das folhas de muitas plantas, significam que houve, durante a noite, intensa atividade clorofiliana.
- E) As gotículas de água referidas significam que a transpiração das plantas foi muito intensa durante a noite, ocorrendo a excreção da água pelo aparelho estomático, pelos hidatódios e pela cutícula foliar.

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (Unicamp-SP-2015)

### Seca faz cidades do interior de SP decretarem emergência

A falta de água enfrentada pelo Sudeste do país tem feito cada vez mais cidades de São Paulo e de Minas Gerais adotarem o racionamento, para reduzir o consumo de água, ou decretarem estado de emergência. Além do desabastecimento, a seca tem prejudicado também setores como a agricultura, a indústria, a saúde e o turismo dessas cidades.

Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2014/07/07/seca-faz-cidades-do-interior-decretarem-emergencia.htm>>.

Acesso em: 16 jul. 2014 (Adaptação).

A situação de seca citada na reportagem é determinada por mudanças no ciclo hidrológico, em que as plantas têm papel determinante, uma vez que representam uma fonte de vapor-d'água para a atmosfera. Os vasos que conduzem a água das raízes até as folhas são os

- A) floemáticos e a transpiração ocorre pelos estômatos.
- B) floemáticos e a transpiração ocorre pelos tricomas.
- C) xilemáticos e a transpiração ocorre pelos tricomas.
- D) xilemáticos e a transpiração ocorre pelos estômatos.

- 02.** (Unesp-2016) O fluxo de seiva bruta nas plantas está diretamente associado à abertura e ao fechamento dos estômatos. O aumento do fluxo de seiva bruta ao longo do caule é favorecido por

- A) estômatos abertos e baixa intensidade luminosa.
- B) estômatos abertos e baixa quantidade de água no solo.
- C) estômatos fechados e alta concentração de glicose na folha.
- D) estômatos abertos e baixa concentração de CO<sub>2</sub> na folha.
- E) estômatos fechados e alta concentração de O<sub>2</sub> na folha.

- 03.** (Fatec-SP-2015) As sequoias são árvores que ocorrem na região oeste da América do Norte e que pertencem ao grupo das coníferas, também chamado de gimnospermas. Elas podem atingir mais de 100 metros de altura e para que ocorra fotossíntese em suas folhas, a água captada pelas raízes precisa percorrer toda essa distância e alcançar as suas copas. Em um edifício de altura equivalente, seria necessário o uso de potentes bombas d'água para realizar o transporte de água até os andares mais altos. Já no caso das sequoias e de qualquer outra planta de grande porte com vasos condutores de seiva, o transporte da água até o topo é explicado pela teoria da coesão-tensão de Dixon.

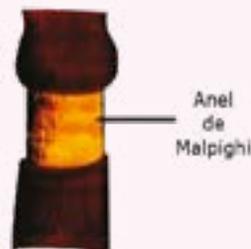
De acordo com essa teoria, o transporte da água no interior das sequoias é decorrente, principalmente,

- A) do bombeamento feito por vasos pulsáteis das raízes.
- B) do aumento da temperatura das folhas e do tronco.
- C) da perda de água nas folhas por transpiração.
- D) da entrada contínua de água pelas raízes.
- E) da movimentação das folhas pelo vento.

- 04.** (UFPI) Ao observamos uma mangueira, um cajueiro ou outra árvore qualquer, podemos imaginar como todas as folhas recebem água e seiva provenientes das raízes. O principal fenômeno responsável pela subida da água até as folhas é a

- A) transpiração. D) fotossíntese.
- B) evaporação. E) abscisão.
- C) respiração.

- 05.** (USF-SP-2017) A seguir, você pode observar a imagem de um anel de Malpighi.



Disponível em: <<http://fisiologiavegetal.webnode.com.br/condu%C3%A7%C3%A3o%20da%20seiva/>>.

Acesso em: 23 set. 2016.

Muitos fruticultores retiram um anel em torno de galhos da planta. Qual é a razão de tal procedimento?

- A) Provocar a morte da planta por causar o rompimento do xilema, o que inviabiliza o transporte da seiva bruta.
- B) Provocar a morte da planta por causar o rompimento do floema, o que impede a subida da seiva bruta.
- C) Aumentar a concentração de açúcares na região acima do corte com a finalidade de produzir frutos maiores e mais doces.
- D) Impedir a chegada da seiva elaborada às células da raiz, o que resulta em galhos maiores e frutos livres de parasitos.
- E) Provocar o desenvolvimento dos óvulos das flores para formar frutos partenocárpicos.

06.



(CEFET-MG) Algumas plantas captam o gás carbônico durante a noite, convertendo-o em ácido málico que fica armazenado nos vacúolos de suas células. Pela manhã, os estômatos fecham-se e as trocas gasosas entre a planta e o ar atmosférico são praticamente interrompidas.

A vantagem fisiológica dessa captação noturna é

- A) aumentar a conversão desse gás em oxigênio.
- B) minimizar a perda de CO<sub>2</sub> durante a respiração.
- C) reduzir o risco de desidratação durante o dia.
- D) intensificar a síntese de carboidratos durante a noite.
- E) diminuir a degradação das moléculas de clorofila pela luz.

07.



(FUVEST-SP-2017) As moléculas de glicídios produzidas a partir da fotossíntese são utilizadas no local da produção ou transportadas, pelo floema, para utilização em outras partes da planta; são, ainda, convertidas em substância de reserva, que é armazenada.

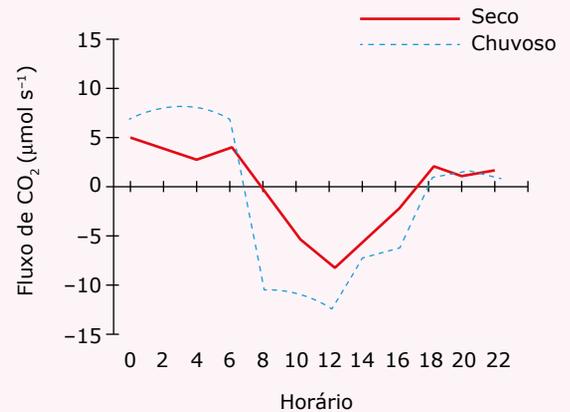
Aponte a alternativa que, corretamente, descreve o processo de transporte e o local de armazenamento dessas substâncias na planta.

	Transporte		Armazenamento
	Entrada no floema	Fluxo no floema	
A)	transporte ativo	unidirecional ↓	apenas nos órgãos subterrâneos
B)	transporte ativo	unidirecional ↓	em todos os órgãos
C)	transporte ativo	bidirecional ↓↑	em todos os órgãos
D)	transporte passivo	bidirecional ↓↑	em todos os órgãos
E)	transporte passivo	unidirecional ↓	apenas nos órgãos subterrâneos

08.



(Unicamp-SP-2016) A concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera em uma floresta varia ao longo de um dia e está intimamente associada com a fisiologia (fotossíntese e respiração) das espécies presentes. A concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera também varia em função da disponibilidade de água no ambiente. Considerando o gráfico a seguir, é correto afirmar que

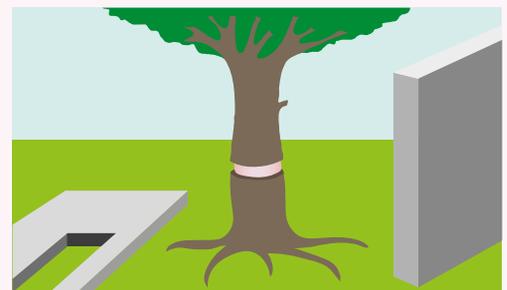


- A) a fotossíntese das plantas é maior no início e no fim do período diurno.
- B) as plantas respiram mais na estação chuvosa.
- C) na estação seca, há um pico de respiração às 12 horas.
- D) as plantas fazem mais fotossíntese e respiram menos na estação chuvosa.

09.



(Cesgranrio) Um cidadão, desejando retirar de seu quintal uma árvore cujas raízes ameaçavam as instalações de uma cisterna, realizou o seguinte processo, esquematizado no desenho a seguir: fez dois cortes paralelos, a uma distância de 10 cm entre si em toda a periferia do caule, retirando deste um anel que consistia em casca e uma pequena porção da parte interna do caule, até o câmbio vascular. A princípio, a árvore não mostrou alterações, pois as folhas não murcharam. No entanto, dias após, as raízes começaram a se atrofiar e o vegetal morreu. Qual das opções a seguir explica corretamente o ocorrido?



- A) Após o corte, as porções superiores do vegetal deixaram de receber água para realização da fotossíntese, visto terem sido seccionados os vasos lenhosos.
- B) Em consequência do ferimento causado no caule da planta, houve perda letal de grande quantidade de seiva (bruta e elaborada).
- C) As porções aéreas deixaram de receber substâncias orgânicas, visto terem sido seccionados tanto os vasos lenhosos como a epiderme.
- D) Tanto o xilema quanto o floema, que são tecidos condutores situados na periferia do caule, foram seccionados.
- E) Com o corte foram seccionados os feixes liberianos, que são vasos condutores da seiva elaborada.

10. (Unesp-2016) Considere o seguinte experimento:



Um experimento simples consiste em mergulhar a extremidade cortada de um ramo de planta de flores com pétalas brancas em uma solução colorida. Após algum tempo, as pétalas dessas flores ficarão coloridas.

LINHARES, Sergio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. *Biologia hoje*. 2011.

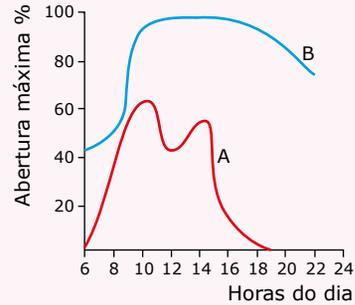
Considere os mecanismos de condução de seiva bruta e seiva elaborada nos vegetais. Nesse experimento, o processo que resultou na mudança da cor das pétalas é análogo à condução de

- A) seiva elaborada, sendo que a evapotranspiração na parte aérea da planta criou uma pressão hidrostática positiva no interior do floema, forçando a elevação da coluna de água com corante até as pétalas das flores.
- B) seiva bruta, sendo que, por transporte ativo, as células da extremidade inferior do xilema absorveram pigmentos do corante, o que aumentou a pressão osmótica nas células dessa região, forçando a passagem de água com corante pelo xilema até as células das pétalas das flores.
- C) seiva elaborada, sendo que, por transporte ativo, as células adjacentes ao floema absorveram a sacarose produzida nas pétalas da flor, o que aumentou a pressão osmótica nessas células, permitindo que, por osmose, absorvessem água com corante do floema.
- D) seiva bruta, sendo que a evapotranspiração na parte aérea da planta criou uma pressão hidrostática negativa no interior do xilema, forçando a elevação da coluna de água com corante até as pétalas das flores.
- E) seiva elaborada, sendo que a solução colorida era hipotônica em relação à osmolaridade da seiva elaborada e, por osmose, a água passou da solução para o interior do floema, forçando a elevação da coluna de água com corante até as pétalas das flores.

11. (UERJ-2017) Os estômatos são estruturas encontradas na maioria dos órgãos aéreos dos vegetais. Situados na epiderme, são formados por duas células-guarda que controlam a abertura de um orifício, o ostíolo. Eles desempenham papel fundamental na fotossíntese, pois permitem as trocas gasosas no vegetal.



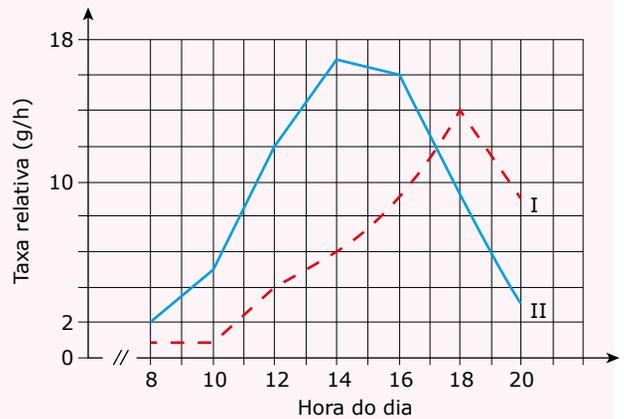
A abertura dos estômatos de duas espécies vegetais, A e B, foi monitorada em duas condições: uma das espécies foi mantida em ambiente quente e seco; a outra em ambiente quente e úmido. Observe, no gráfico, a porcentagem máxima de abertura dos estômatos verificada ao longo de um dia:



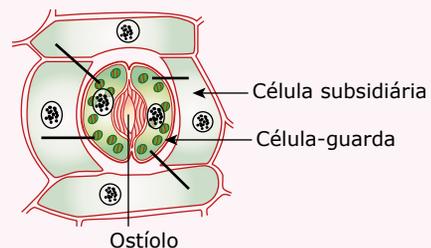
HELLER et al. *Physiologie végétale, I. Nutrition*. Paris: Dunod, 2004.

Identifique a espécie mantida em ambiente quente e úmido. Justifique sua resposta. Indique se a concentração de íons potássio no interior das células-guarda da espécie A será maior ou menor em comparação à da espécie B, às 12 horas. Justifique sua resposta.

12. (FUVEST-SP-2016) No gráfico a seguir, uma das curvas representa a entrada e a outra, a saída de água em uma árvore da Mata Atlântica, ao longo de 12 horas, num dia ensolarado.



- A) Considerando que, em uma planta terrestre, a transpiração é realizada majoritariamente pelos estômatos, identifique a curva que representa a transpiração e a que representa a absorção de água.
- B) Explique como os processos da transpiração e da absorção de água nas plantas se relacionam fisiologicamente.
- C) A seguir, há o esquema de um estômato aberto. Nas quatro barras pretas, coloque setas indicando a direção do fluxo da água entre as células estomáticas, para manter o estômato aberto.



13. (UNIFESP) A hidroponia consiste no cultivo de plantas com as raízes mergulhadas em uma solução nutritiva que circula continuamente por um sistema hidráulico. Nessa solução, além da água, existem alguns elementos químicos que são necessários para as plantas em quantidades relativamente grandes e outros que são necessários em quantidades relativamente pequenas.
- A) Considerando que a planta obtém energia a partir dos produtos da fotossíntese que realiza, por que, então, é preciso uma solução nutritiva em suas raízes?
- B) Cite um dos elementos, além da água, que obrigatoriamente deve estar presente nessa solução nutritiva e que as plantas necessitam em quantidade relativamente grande. Explique qual sua participação na fisiologia da planta.

14. (USCS-SP-2016) A posição e distribuição dos estômatos nas folhas estão relacionados às condições do ambiente em que a planta vive. Os estômatos podem estar presentes apenas na face superior ou apenas na face inferior da folha; igualmente distribuídos por ambas as faces; ou em maior número em uma das faces da folha.
- As fotos apresentam, respectivamente, folhas da vitória-régia, planta aquática típica da Amazônia, e folhas do ipê-amarelo, que ocorre no cerrado brasileiro.

**Vitória-régia (*Victoria amazonica*)**



Disponível em: <<http://www.florestaaguadonorte.com.br>>

**Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysostricha*)**

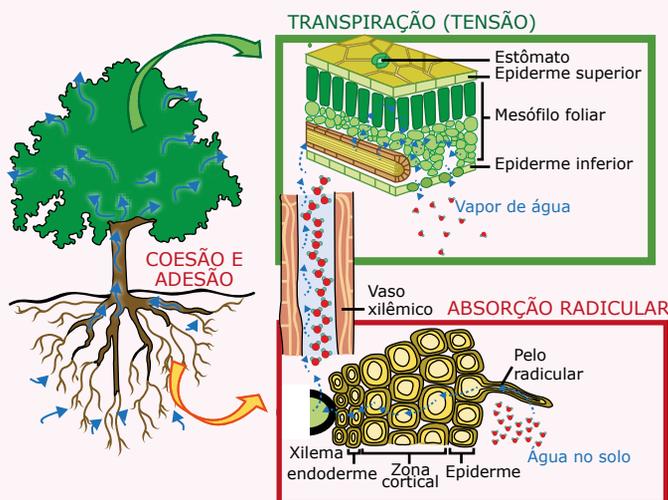


Disponível em: <<http://ecoparquesperry.com.br>>

- A) No caso das folhas da vitória-régia, os estômatos se localizam em sua face superior ou em sua face inferior? Justifique sua resposta.
- B) No caso das folhas do ipê-amarelo, os estômatos se concentram em sua face superior ou em sua face inferior? Justifique sua resposta.

## SEÇÃO ENEM

01. (Enem-2016) A figura ilustra o movimento da seiva xilêmica em uma planta.



CORREIA, S. Teoria da tensão-coesão-adesão. *Revista de Ciência Elementar*, n. 1, 2014 (Adaptação).

Mesmo que essa planta viesse a sofrer ação contínua do vento e sua copa crescesse voltada para baixo, essa seiva continuaria naturalmente seu percurso.

O que garante o transporte dessa seiva é a

- A) gutação.  
 B) gravidade.  
 C) respiração.  
 D) fotossíntese.  
 E) transpiração.
02. (Enem) Alunos de uma escola no Rio de Janeiro são convidados a participar de uma excursão ao Parque Nacional de Jurubatiba. Antes do passeio, eles leem o trecho de uma reportagem publicada em uma revista:
- “Jurubatiba será o primeiro parque nacional em área de restinga, num braço de areia com 31 quilômetros de extensão, formado entre o mar e dezoito lagoas. Numa área de 14 000 hectares, ali vivem jacarés, capivaras, lontras, tamanduás-mirins, além de milhares de aves e de peixes de água doce e salgada. Os peixes de água salgada, na época das cheias, passam para as lagoas, onde encontram abrigo, voltando ao mar na cheia seguinte. Nos terrenos mais baixos, próximo aos lençóis freáticos, as plantas têm água suficiente para aguentar longas secas. Já nas áreas planas, os cactos são um dos poucos vegetais que proliferam, pintando o areal com um verde pálido.”

Depois de ler o texto, os alunos podem supor que, em Jurubatiba, os vegetais que sobrevivem nas áreas planas têm características tais como

- A) quantidade considerável de folhas, para aumentar a área de contato com a umidade do ar nos dias chuvosos.
- B) redução na velocidade da fotossíntese e realização ininterrupta desse processo, durante 24 horas.
- C) caules e folhas cobertos por espessas cutículas que impedem o ressecamento e a consequente perda de água.
- D) redução do calibre dos vasos que conduzem a água e os sais minerais da raiz aos centros produtores do vegetal, para evitar perdas.
- E) crescimento sob a copa de árvores frondosas, que impede o ressecamento e consequente perda de água.

**03.** Ao realizar a transpiração estomática, uma planta perde água sob a forma de vapor. Presentes na superfície das folhas, os estômatos são aberturas microscópicas que possuem um mecanismo de abertura e fechamento. Quando abertos, ocorre a saída de água; quando se fecham, cessa a transpiração estomática. Uma folha retirada de um arbusto apresentou um peso a fresco de 1,20 g. Pesada de 5 em 5 minutos, durante 40 minutos, a folha revelou diferenças de peso, conforme mostra a tabela a seguir:

Minutos	Intervalo entre as pesagens da folha	Diferença de peso em gramas
5	1ª e 2ª pesagens	0,15
10	2ª e 3ª pesagens	0,10
15	3ª e 4ª pesagens	0,07
20	4ª e 5ª pesagens	0,04
25	5ª e 6ª pesagens	0,02
30	6ª e 7ª pesagens	0,02
35	7ª e 8ª pesagens	0,02

VESTIBULAR PUC-SP (Adaptação).

Sabendo-se que a diferença de peso da folha está associada a sua taxa de transpiração, pode-se prever que os estômatos dessa folha completaram seu fechamento

- A) antes da 1ª pesagem.
- B) entre a 1ª e a 3ª pesagem.
- C) entre a 4ª e a 5ª pesagem.
- D) entre a 5ª e a 6ª pesagem.
- E) na 9ª pesagem.

## GABARITO

Meu aproveitamento

### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. B     03. E     05. A
- 02. C     04. A

### Propostos

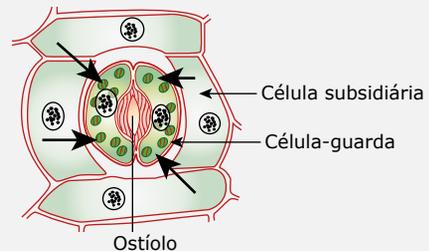
Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. D     04. A     07. C     10. D
- 02. D     05. C     08. B
- 03. C     06. C     09. E
- 11. Espécie: B, pois essa espécie está em um ambiente com grande disponibilidade de água, dessa forma, os estômatos podem permanecer abertos durante todo o dia, uma vez que não precisam se preocupar com a perda de água.

A concentração de íons será menor, pois as células-guarda de A perdem água e potássio, reduzindo a abertura dos estômatos para evitar a perda de água.

12.

- A) A transpiração está representada pela curva II e a absorção de água pela curva I.
- B) O principal mecanismo que provoca a absorção de água pelas raízes e seu transporte pelo xilema é a transpiração. A perda de água nas folhas desloca a coluna de água.
- C)



13.

- A) A solução nutritiva é necessária porque contém os elementos minerais necessários aos processos metabólicos do vegetal.
- B) Entre os elementos minerais que devem ser fornecidos a um vegetal, pode-se citar:
  - nitrogênio, essencial para a síntese de proteínas, ácidos nucleicos, vitaminas, etc.;
  - fósforo, necessário à síntese de ácidos nucleicos e ATP;
  - potássio, fundamental, entre outros fatores, para o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos;
  - magnésio, elemento participante da molécula de clorofila.

14.

- A) Superior. Porque a face superior está sempre submersa.
- B) Inferior. Porque essa é a face sombreada, o que reduz a perda de água pela transpiração.

### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. E     02. C     03. D



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %