

TRANSPIRAÇÃO

META

Apresentar os tipos de transpiração nas plantas.

OBJETIVO

Ao final da aula, o aluno deverá reconhecer e diferenciar os tipos e mecanismos de transpiração nas plantas.

PRÉ-REQUISITO

Conhecer os processos de difusão e osmose nas células vegetais, assim como os conceitos de coesão, tensão e adesão.



Fonte: <http://www.flores-online.com>

INTRODUÇÃO

De toda a água absorvida pelo sistema radicular, apenas uma pequena fração fica retida na planta. A maior parte é evaporada pela parte aérea para o ar circundante. Verificou-se que, numa planta de milho, cerca de 98% da água absorvida é evaporada pela planta, 1,8% é retida na planta e apenas 0,2% é utilizada na fotossíntese.

A esta perda de água pelas plantas, na forma de vapor, dá-se o nome de transpiração, a qual pode ser definida, também, como a evaporação da água das superfícies celulares para os espaços intercelulares e destes, através dos estômatos, para a atmosfera. Tem sido estimado que somente cerca de 5% da perda de água da folha ocorre através da cutícula. O restante da perda de água ocorre por difusão através dos poros do aparelho estomático, os quais são geralmente mais abundantes na superfície abaxial (inferior) da folha.

A cutícula que cobre a superfície exposta da planta serve como uma barreira efetiva para evitar a perda de água e, assim, protege a planta da dessecação. Os estômatos, por sua vez, acoplam a absorção de CO₂ (fotossíntese) com a perda de água na forma de vapor (transpiração).



Fotografia mostrando o fenômeno da evapotranspiração na floresta amazônica. A evapotranspiração é a quantidade de água que se evapora diretamente de seu estado líquido ou sólido mais a que evapora dos seres vivos, especialmente das plantas (Fonte: <http://farm1.static.flickr.com>).

IMPORTÂNCIA

A perda de água, na forma de vapor, que a planta experimenta na transpiração não parece ser um processo “lógico” em organismos que habitam um meio essencialmente seco, como é o meio terrestre. Assim, levanta-se a questão de saber qual é a vantagem seletiva da transpiração.

É evidente que as plantas terrestres precisam absorver CO₂ da atmosfera, e é possível que o mecanismo estomático tenha evoluído nesse sentido, sendo a transpiração, aparentemente, um “mal necessário”. No entanto, verificou-se que, em certos casos, a transpiração tem uma importância fisiológica indiscutível:

No transporte de nutrientes minerais: os minerais que são absorvidos pelas raízes movem-se para a parte aérea no fluxo transpiracional. Embora também haja movimento de sais minerais em plantas que não transpiram, não há dúvidas que o fluxo transpiracional permite que a absorção de sais minerais a partir do solo se processe a uma taxa mais elevada.

Turgidez ótima: verificou-se, experimentalmente, que as plantas num ambiente de 100% de humidade relativa não crescem tão bem quanto em situações em que existe uma certa transpiração. Pensa-se que existe uma turgidez ótima acima e abaixo da qual as funções celulares das plantas são menos eficientes. Se as plantas não podem transpirar, as células tornam-se demasiados túrgidas e não crescem à mesma taxa que quando existe uma certa carência hídrica.

Arrefecimento das folhas: na natureza, a transpiração desempenha um papel muito importante no arrefecimento das folhas. A evaporação da água é um processo muito importante no arrefecimento de qualquer corpo. Quando 1g de água se evapora a 20°C absorve 2,45kJ do ambiente (calor latente de vaporização). As plantas evaporam grandes quantidades de água para a atmosfera e, assim, dissipam grandes quantidades de energia.

TIPOS DE TRANSPIRAÇÃO

A transpiração nas plantas pode ser cuticular, lenticular e estomática. A primeira é uma interface líquido-vapor na qual ocorre a evaporação. As outras duas são uma via estrutural para o movimento do vapor que existe entre um espaço já preenchido com vapor de água e a atmosfera. Muitas modificações foram necessárias para que as plantas se adaptassem à vida no ambiente terrestre. Dentre essas adaptações, está o surgimento de um sistema condutor de água a longa distância, através do qual uma significativa massa d'água pode circular diariamente por um vegetal. Assim, surgiu o xilema com uma anatomia altamente especializada de modo a oferecer a menor resistência ao transporte da água.

A TRANSPIRAÇÃO CUTICULAR

Nas paredes exteriores das células da epiderme de todos os órgãos da parte aérea de plantas herbáceas, nas folhas e caules jovens das restantes plantas, existe uma estrutura chamada cutícula. A cutícula apresenta duas zonas: a mais exterior e que constitui a cutícula propriamente dita, formada essencialmente por cutina; e a camada cuticular, constituída por placas de celulose e cutina. Na cutícula propriamente dita podem existir depósitos de ceras e cristais de outras substâncias lipídicas.

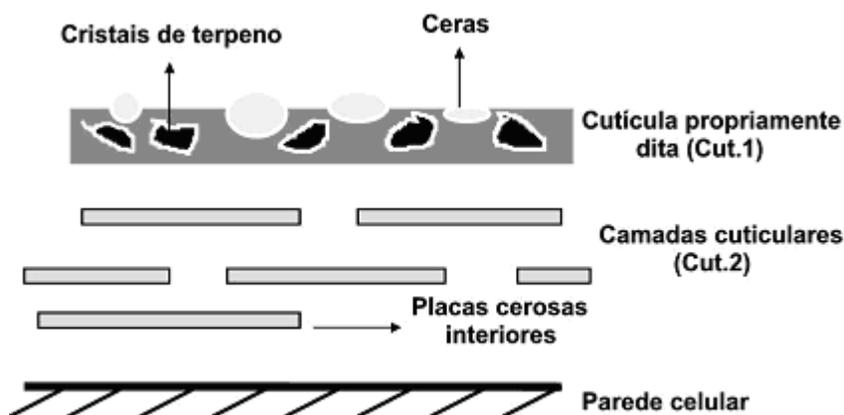


Figura 1 - Estrutura da Cutícula Adaptado Mazliak (1975) (Taiz & Zeiger, 1998).

A camada cuticular pode conter quantidades variáveis de água, dependendo da hidratação da cutícula. Assim, a transpiração cuticular ocorre a uma taxa que depende não só do déficit de vapor de água da atmosfera, mas também da área da superfície da água exposta ao ar.

A perda de água pela cutícula é geralmente muito pequena, com exceção das plantas sem estômatos funcionais, como musgos.

A TRANSPIRAÇÃO LENTICULAR

Na grande maioria das plantas, existem zonas da periderme, quer dos caules, quer das raízes, em que as células têm um arranjo menos estruturado, podendo ou não ter as paredes suberizadas. A essas zonas dá-se o nome de lentículas.

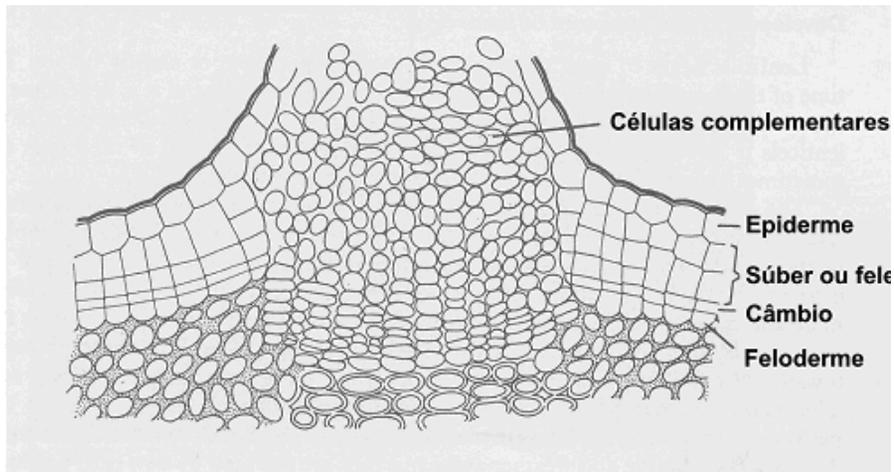


Figura 2 - Esquema de uma Lentícula (HOPKINS,2000).

As células, de maiores dimensões, do tecido complementar apresentam numerosos espaços intercelulares o que leva a pensar que a função das lentículas está relacionada com as trocas gasosas, embora a sua importância a nível da planta, como um todo, seja aparentemente diminuta.

A TRANSPIRAÇÃO ESTOMÁTICA

A transpiração estomática consiste na saída de vapor de água da planta, através dos estomas situados na epiderme duma folha ou caule verde e representa um dos processos de maior importância na interação entre a planta e o ambiente. Por essa razão, e porque quando consideramos a transpiração como um todo, a componente estomática é largamente dominante, passaremos a tratar a transpiração como se fosse apenas estomática.

FISIOLOGIA DOS ESTÔMATOS

A palavra estômato é proveniente do grego e originalmente significa boca. O poro estomático é formado entre duas células-guarda, que são células especializadas da epiderme. Essas células podem ser de dois tipos: elípticas (em forma de rim), e de gramíneas (em forma de alter). Muitas vezes utiliza-se, incorretamente, o termo estômato para designar não apenas o poro, mas também as células guarda e outras células adjacentes que formam o complexo estomático. Se as células adjacentes são morfologicamente diferentes das restantes células da epiderme chamam-se células subsidiárias; se são semelhantes, denominam-se células vizinhas. As células-guarda só

apresentam plasmodesmos entre elas e não apresentam qualquer tipo de conexão com as restantes células do complexo estomático. Assim, todos os compostos importados para o seu interior têm de atravessar a membrana plasmática. Esta característica do complexo estomático é extremamente importante em termos fisiológicos.

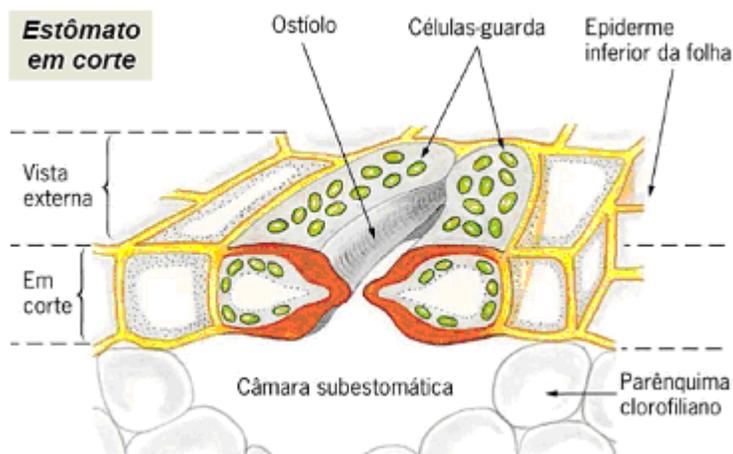


Figura 3 - Esquema de corte de Estômato (RAVEN, 2001).

Além dos estômatos, a epiderme não apresenta espaços intercelulares. As paredes mais exteriores da epiderme e das células-guarda apresentam cutícula que continua numa forma mais fina nas paredes ventral e laterais das células-guarda, e nas paredes interiores das células da epiderme que limitam uma câmara subestomática.

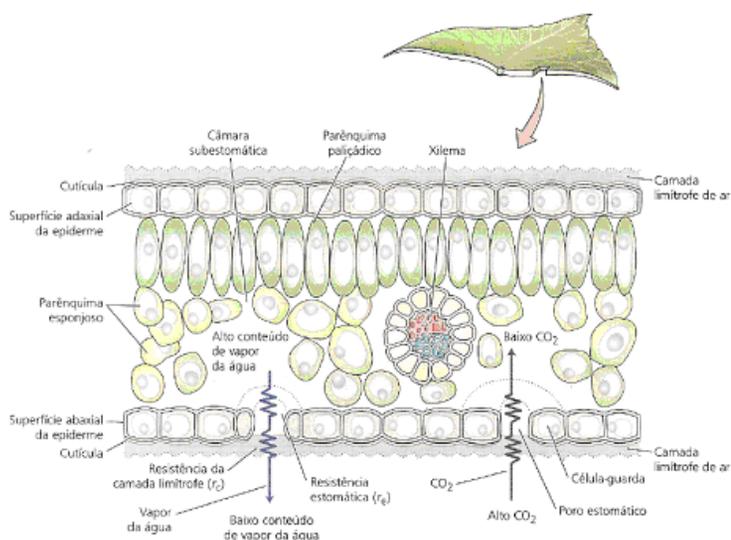


Figura 4 - A estrutura da folha mostrando a presença da cutícula e de estômatos na

MECANISMO DE ABERTURA E FECHAMENTO DOS ESTÔMATOS

As células-guarda, as células subsidiárias e o poro (ostíolo) formam o complexo estomático (Figura 5).

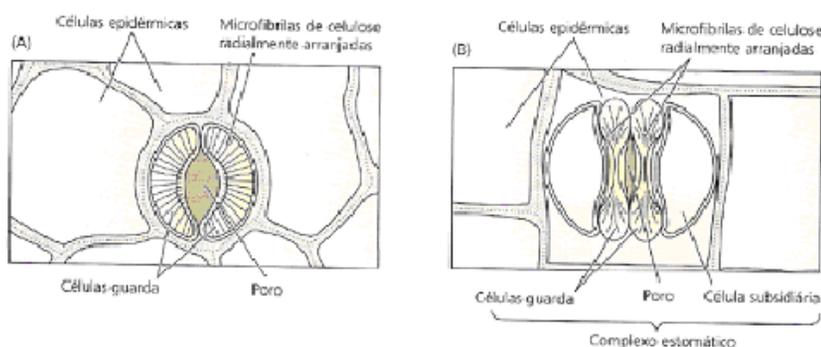


Figura 5 - Um diagrama mostrando dois tipos de células-guarda (Taiz & Zeiger, 1998).

As células-guarda são células epidérmicas que mostram organização especializada da estrutura da parede celular, as quais são importantes no mecanismo de abertura e fechamento estomático. Por exemplo, as extremidades das células-guarda de gramíneas possuem paredes delgadas, enquanto, a região mediana possui parede bem espessa.

Em adição, as células-guarda de mono e dicotiledôneas possuem as chamadas micelas radiais, cintas de microfibrilas de celulose, que envolvem as células-guarda. Estas células são menores e, também, são mais ricas em organelas (cloroplastos, retículo endoplasmático, mitocôndrias etc.), do que as demais células da epiderme. Todas estas características parecem contribuir para o movimento estomático.

O mecanismo fisiológico que provoca a abertura estomática está ligado diretamente à absorção de água pelas células-guarda. Quando as folhas são expostas à luz ou ao ar livre de CO_2 , ocorre um aumento significativo na concentração de K^+ nestas células. Paralelamente, outros solutos, inclusive solutos orgânicos sintetizados nestas células, também se acumulam. Isto causa um decréscimo no Ψ_s e, conseqüentemente, no Ψ_w . Com isso, a água move-se para dentro das células-guarda provocando aumento na sua turgescência. O aumento na turgescência, associado ao espessamento diferenciado das paredes celulares e ao arranjo radial das microfibrilas de celulose, leva à abertura estomática.

De modo contrário, quando as plantas são submetidas a estresse hídrico, ocorre o efluxo (saída) de K^+ e de outros íons das células-guarda, produzindo um aumento no Ψ_s e, conseqüentemente, no Ψ_w destas células.

Com isso, as células-guarda perdem água para a sua vizinhança, levando a um decréscimo na sua turgescência e, finalmente, o estômato fecha. Este processo parece ser regulado pelo ácido abscísico (hormônio vegetal). O papel do ABA no fechamento estomático, em plantas sob deficiência hídrica.

CONCLUSÃO

Caro(a) aluno(a), nesta aula abordamos temas que levam a assimilar os aspectos relacionados com a transpiração. Demonstrou-se que 90% da água absorvida pelas raízes são eliminados para o ar sob a forma de vapor d'água. Apresentamos, ainda, que a intensidade de transpiração é afetada por fatores tais como: concentração de gás carbônico nos espaços intercelulares, luz, temperatura, umidade atmosférica, correntes de ar e disponibilidade de água no solo.

Abordamos os tipos de transpiração ocorridos nas plantas, que se classificam em cuticular, lenticular e estomática.

O mecanismo fisiológico que provoca a abertura estomática está ligado diretamente à absorção de água pelas células-guarda. Alterações na turgescência das células-guarda controlam o movimento de abertura e fechamento dos estômatos.

RESUMO

Nesta aula, você pode observar o mecanismo de transpiração nas plantas caracterizado pela eliminação de água na forma de vapor.

À perda de água pelas plantas, na forma de vapor, dá-se o nome de transpiração, a qual pode ser definida, também, como a evaporação da água das superfícies celulares para os espaços intercelulares e destes, através dos estômatos, para a atmosfera. Tem sido estimado que somente cerca de 5% da perda de água da folha ocorrem através da cutícula. O restante da perda de água ocorre por difusão através dos poros do aparelho estomático, os quais são geralmente mais abundantes na superfície inferior da folha.

É evidente que as plantas terrestres precisam absorver CO₂ da atmosfera, e é possível que o mecanismo estomático tenha evoluído nesse sentido, sendo a transpiração, aparentemente, um “mal necessário”. No entanto, verificou-se que, em certos casos, a transpiração tem uma importância fisiológica indiscutível no transporte de nutrientes minerais; na turgidez ótima e no arrefecimento das folhas.

A transpiração nas plantas pode ser cuticular, lenticular e estomática. A primeira é uma interface líquido-vapor na qual ocorre a evaporação, as outras duas são uma via estrutural para o movimento do vapor que existe



entre um espaço já preenchido com vapor de água e a atmosfera. Muitas modificações foram necessárias para que as plantas se adaptassem à vida no ambiente terrestre. Dentre essas adaptações, está o surgimento de um sistema condutor de água a longa distância, através do qual uma significativa massa d'água pode circular diariamente por um vegetal. Assim, surgiu o xilema com uma anatomia altamente especializada de modo a oferecer a menor resistência ao transporte da água.

O mecanismo fisiológico que provoca a abertura estomática está ligado diretamente à absorção de água pelas células-guarda. Quando as folhas são expostas à luz ou ao ar livre de CO_2 , ocorre um aumento significativo na concentração de K^+ nestas células.

ATIVIDADES

1. Uma importante adaptação desenvolvida pelas plantas terrestres foi a capacidade de diminuir a perda de água através de um revestimento impermeável e rápido fechamento dos estômatos. No entanto, uma planta não pode sobreviver se seus estômatos estiverem fechados. Justifique esta última afirmação, mencionando duas razões fundamentais para os estômatos se manterem fechados.



COMENTÁRIO SOBRE A ATIVIDADE

Questão 1- As plantas desenvolveram um certo número de adaptações especiais para limitar a evaporação, porém todas essas especializações impedem o suprimento de dióxido de carbono. A transpiração é extremamente dispendiosa para a planta, especialmente quando o suprimento de água se encontra limitado e a captação de dióxido de carbono é absolutamente essencial para a fotossíntese.

PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, iremos estudar a fotossíntese.





AUTOAVALIAÇÃO

1. Quais os efeitos benéficos da transpiração?
2. Quais os tipos de transpiração?
3. Descreva as estruturas estomáticas.
4. Estima-se que uma única planta de milho com 0,4 Kg de peso seco absorve de 130 a 180 L de água ao longo da sua vida. Sabendo que apenas cerca de 2% de toda água absorvida é utilizada na fotossíntese e em outras atividades metabólicas, qual o destino do excedente de água?
5. Descreva os mecanismos de abertura e fechamento dos estômatos.

REFERÊNCIAS

- FERREIRA, L. G. R. **Fisiologia vegetal**: relações hídricas. 1 ed. Fortaleza: Edições UFC, 1992.
- HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000.
- RAVEN, P. H., EVERT, R. F., EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Editora Artmed, 2004.