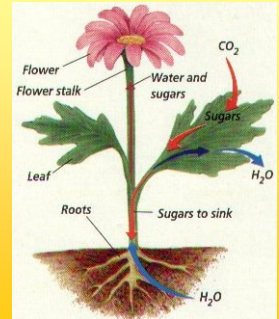


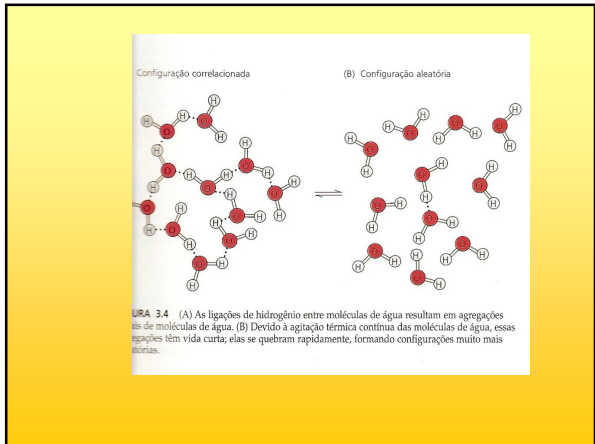
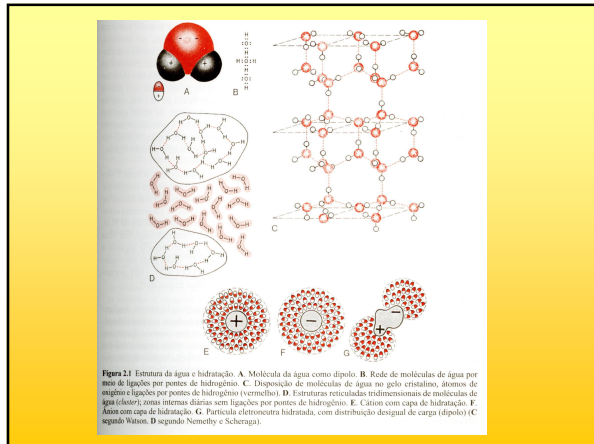
# FISIOLOGIA VEGETAL

# Relações Hídricas na estrutura vegetal

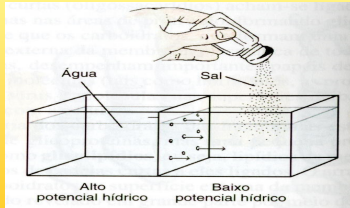


- ### Fenômenos relacionados com a água:
- Transpiração
  - Absorção e transporte de água
  - Transporte de açúcares
  - Nutrição mineral
  - Pigmentos
  - Crescimento e desenvolvimento
  - Fotomorfogênese
  - Fotoperiodismo
  - Germinação

- ### Propriedades da água
- Alto calor específico
  - Alto calor de vaporização
  - Adesão e coesão
  - Elevada tensão superficial
  - Poder de solvente



- Água – constante movimentação (exceto no gelo)
- Movimento – diferenças de energia potencial (água – potencial hídrico)
- Potencial hídrico maior → Potencial hídrico menor
- Potencial hídrico – afetado pelo soluto



## POTENCIAL HÍDRICO

É a energia com a qual a água se deslocará (movimento) ou participará de reações.

- O valor do potencial hídrico da água no estado padrão recebeu por convenção o valor ZERO

$$\psi = 0 \text{ (estado padrão da água).}$$

- O estado padrão da água é, por convenção, **ÁGUA PURA E LIVRE CONTIDA EM RESERVATÓRIO, À PRESSÃO E TEMPERATURA AMBIENTE.**

- **Unidades de  $\psi$**  : Atmosferas, bars e Pascal

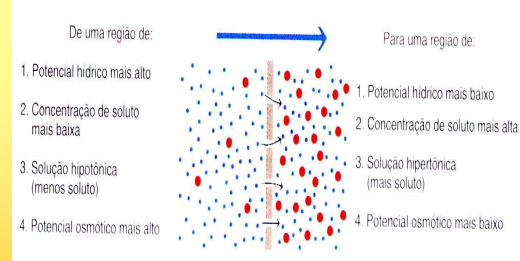
## Transportes

- Difusão
- Osmose
- Plasmólise
- Embebição

### Osmose

passagem de água seguindo um gradiente de concentração através de uma membrana semipermeável

**Soluções isotônicas – mesmo potencial hídrico**  
**Solução hipotônica – potencial hídrico mais alto**  
**Solução hipertônica – potencial hídrico mais baixo**



Pressão de turgor – importante no suporte de partes não-lenhosas da planta

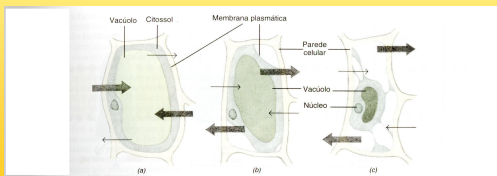
$$\text{Solo } (\psi = -5.6) \rightarrow \text{Planta} \rightarrow \text{Ar } (\psi = -700)$$

$$\psi \text{ do ar} = -700$$

## Plasmólise

Fenômeno de descolamento de membranas.

- Parede celular impermeável ao soluto – célula perde água; o soluto não ocupa o apoplasto, membrana puxa a parede, então a célula arrebenta.
- A plasmólise é difícil de acontecer, pois a planta normalmente tem um  $\psi$  mais negativo (por isso ela ganha água)



4.9 Plasmólise numa célula epidérmica foliar. (a) Sob condições normais, a membrana plasmática do protoplasto está em estreito contato com a parede celular. (b) Quando a célula é colocada numa solução de açúcar mais diluída, a água passa para fora da célula, para o meio hipertônico, e protoplasto se contraí ligeiramente e a membrana plasmática se afasta da parede celular. (c) Quando é imersa numa solução de açúcar mais concentrada, a célula perde mais quantidade de água e o protoplasto se contraí ainda mais. Como a água do vacúolo é perdida, o seu conteúdo se torna mais concentrado. As espessuras das setas indicam as quantidades relativas de água entrando ou saindo da célula.

## Embebição

- Ocorre nas sementes – processo essencial para a germinação
- Semente madura – 5 a 20% de água
- Absorção de água – aumento de tamanho – aumento de pressão interna
- Regulação da entrada de água - tegumento



## Movimento da água na planta

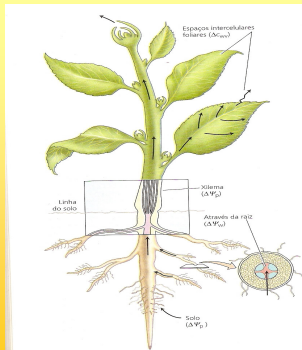


FIGURA 4.1 Principais forças propulsores do movimento de água do solo através da planta para a atmosfera: diferenças em concentração de vapor de água ( $\Delta W_v$ ), pressão hidrostática ( $\Delta W_p$ ) e potencial hídrico ( $\Delta W_s$ ).

## Produtividade a partir da disponibilidade de água

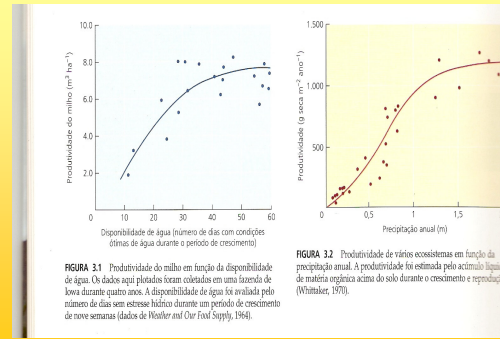


FIGURA 3.1 Produtividade do milho em função da disponibilidade de água. Os dados aqui plotados foram coletados em uma fazenda de Iowa durante quatro anos. A disponibilidade de água foi avaliada pelo número de dias em estresse hídrico durante um período de crescimento de nove semanas (dados de Weiler and Our Food Supply, 1984).

FIGURA 3.2 Produtividade de vários ecossistemas em função da precipitação anual. A produtividade foi estimada pelo acúmulo líquido de matéria orgânica acima do solo durante o crescimento e reprodução (Whittaker, 1970).

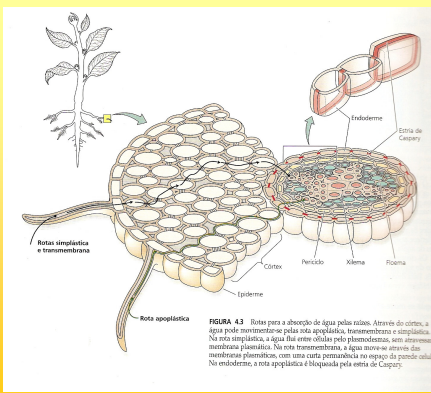
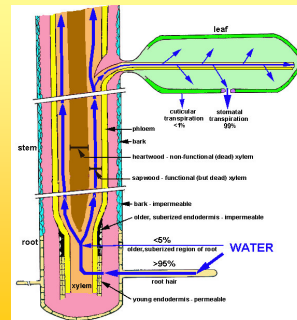


FIGURA 4.3 Rotas para a absorção de água pelas raízes. Através do córtex, a água pode movimentar-se pela rota apoplástica, transmembrana e simplástica. Na rota simplástica, a água flui entre células pelo plasmodesmos, sem atravessar membranas plasmáticas. Na rota transmembrana, a água move-se através das membranas plasmáticas, com uma saída permeável no espaço da parede celular. No endodermis, a rota apoplástica é bloqueada pela cutícula da Caspary.

## TRANSPIRAÇÃO VEGETAL



- É a eliminação de água na forma de vapor através das folhas, principal superfície de contato do vegetal com o ambiente.

- Ocorre pelos Estômatos (cerca de 99%) e pela cutícula de cutina da epiderme(1%).

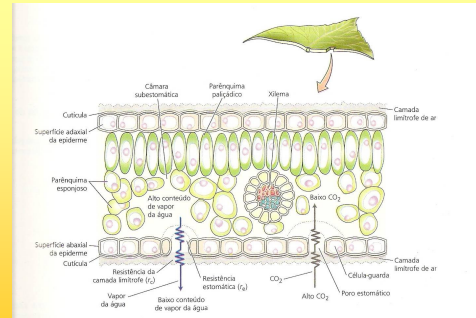
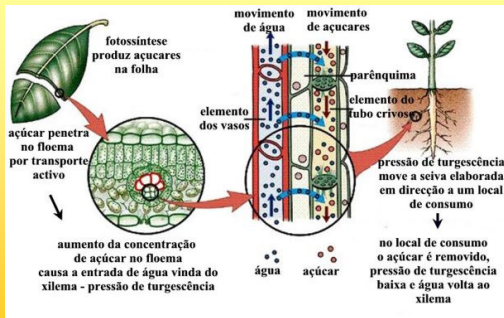


FIGURA 4.10 Trajetória da água pela folha. A água é puxada do xilema para os paredes celulares do mesófilo, de onde evapora para os espaços intercelulares dentro da folha. O vapor de água difunde-se, então, pelas espículas intercelulares da folha, através do poro estomático e da camada limite de ar parada situada junto à superfície foliar. O  $\text{CO}_2$  difunde-se na direção oposta, ao longo de seu gradiente de concentração (baixa no ar mais úmido no interior).

### Transpiration – Evaporation of Water from Leaf Surfaces

Water from xylem enters air spaces of the leaf and also diffuses into mesophyll cells.

Water exits the leaf by **diffusion** mainly through **stomata**, which open and close in response to environmental and internal signals.

A small amount of water (<5%) can also diffuse through the epidermis.

Transpiration cools the leaf due to evaporative cooling.

## ESTÔMATOS

- **FUNÇÕES** : transpiração e trocas gasosas durante a respiração (entra  $O_2$ , sai  $CO_2$ ) e fotossíntese (entra  $CO_2$ , sai  $O_2$ ).

A diferença de potencial osmótico ( $\psi\pi$ ) da célula estomática e da célula anexa comanda a abertura e o fechamento do ostíolo

$\psi\pi$  estomática  $\rightarrow H_2O \rightarrow \psi\pi$  anexa  $\Rightarrow$  perde água - flacidez (-negativo) (+negativo)

$\psi\pi$  estomática  $\leftarrow H_2O \leftarrow \psi\pi$  anexa  $\Rightarrow$  ganha água - turgidez (+negativo) (-negativo)

Células estomáticas flácidas: Poro Fechado  
Células estomáticas túrgidas: Poro Aberto

## ESTÔMATOS

- São anexos epidérmicos das folhas constituídos por duas células-guardas ou estomáticas repletas de cloroplastos, que delimitam entre elas uma fenda chamada ostíolo. Ao lado aparecem duas ou mais células conhecidas por anexas, companheiras ou subsidiárias. O ostíolo abre-se, no interior da folha, numa grande cavidade denominada câmara subestomática.

## ESTÔMATO - estrutura

**A)** Parede espessada, Parede delgada, Água sob pressão

**B)** Célula guarda, Célula subsidiária

microfibrilas de celulose, turgescência, plasmólise

estoma fechado, estoma aberto, estoma fechado

### Control of Stomatal Opening and Closing

Guard cells take up potassium ions ( $K^+$ ) by **active transport** (which requires ATP). This causes water to enter the cell by **osmosis**.

**Stoma opening**  
Guard cell walls are unevenly thickened and have **radially oriented cellulose microfibrils**. This causes the cells to bow as they become turgid. The stomate opens.

**Stoma closing**  
When  $K^+$  ions are pumped out of the cell, water follows by osmosis and the stomate closes.

### XILEMA(LENHO) : tecido morto de condução e sustentação

### XILEMA(LENHO) : CONDUÇÃO DE SEIVA BRUTA OU INORGÂNICA

- SEIVA BRUTA : água+sais
- SENTIDO : raiz → folhas
- TEORIA de DIXON ou COESÃO TENSÃO

**TRANSPIRAÇÃO** :folhas exercerem uma força de sucção que garante a ascensão de uma coluna de água no interior do xilema desde as raízes, conforme ocorre a transpiração.

### Transpiração

evaporação de água para o ar diminui o potencial hídrico na folha

### Coesão

coluna de água no xilema é mantida por coesão das moléculas de água nos elementos dos vasos

### Tensão

baixo potencial hídrico na raiz provoca a entrada de água do solo, que se desloca por osmose até à medula

TEORIA de DIXON ou COESÃO TENSÃO TRANSPIRAÇÃO

Outside air  $\Psi$  = -10.0 to -100.0 MPa  
 Leaf  $\Psi$  (air spaces) = -7.0 MPa  
 Leaf  $\Psi$  (cell walls) = -1.0 MPa  
 Trunk xylem  $\Psi$  = -0.8 MPa  
 Root xylem  $\Psi$  = -0.6 MPa  
 Soil  $\Psi$  = -0.3 MPa

Water potential gradient

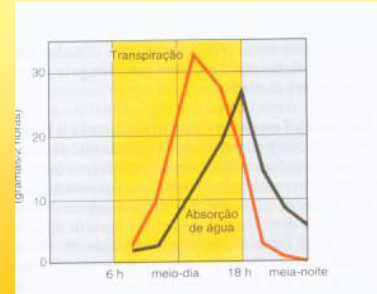
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

### Coesão e adesão das moléculas de água



- A transpiração é fundamental, mas deve ocorrer de modo a permitir a sobrevivência da planta, pois o excesso de perda d'água na forma de vapor pode matá-la. O fechamento dos estômatos atua nesse sentido.

### Taxa de transpiração



### O movimento dos estômatos e os fatores ambientais

Luz

CO<sub>2</sub>

Temperatura

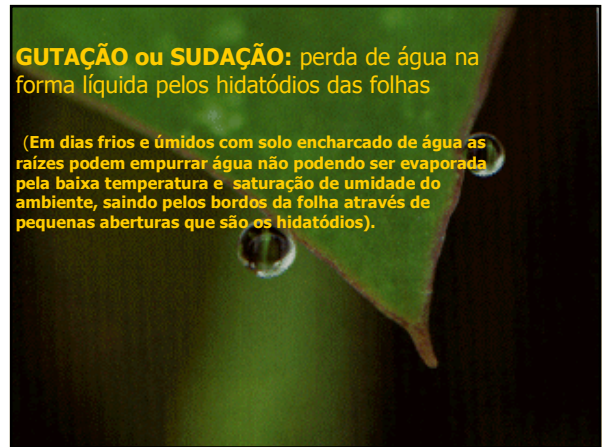
Stress hídrico

Umidade

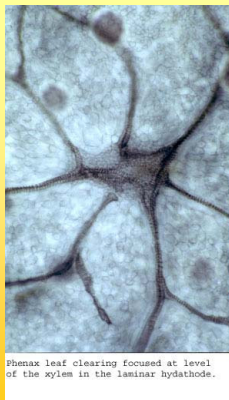
Vento

**GUTAÇÃO ou SUDAÇÃO:** perda de água na forma líquida pelos hidatódios das folhas

(Em dias frios e úmidos com solo encharcado de água as raízes podem empurrar água não podendo ser evaporada pela baixa temperatura e saturação de umidade do ambiente, saindo pelos bordos da folha através de pequenas aberturas que são os hidatódios).



Hidatódeos



Phenax leaf clearing focused at level of the xylem in the laminar hydathode.

Gutação



FIGURA 4.5 Gutação em folhas de morangueiro (*Fragaria grandiflora*). De manhã cedo, as folhas secretam gotículas de água pelos hidatódios, localizados nas margens das folhas. Flores jovens também podem exibir gutação (fotografia cedida por R. Aloni).