



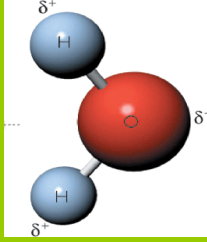
Transporte

de agua

en las

Plantas

AGUA



Peso Molecular de Hidrocarburos

Gaseosos: Metano (16,3), Etano (44), Propano (58), Amoniac (17), CO₂ (44)

Líquidos: n-Pentano (72), n-Hexano (86), n-Heptano (100), n-Octano (114)

Sólidos: nonadecano (268)

Otras sustancias: Agua (18), Alcohol metílico (32), Acido fórmico (46), Acido acético (60) >>>> >>>>> LÍQUIDAS



Enlaces de Puente H

Constantes físicas

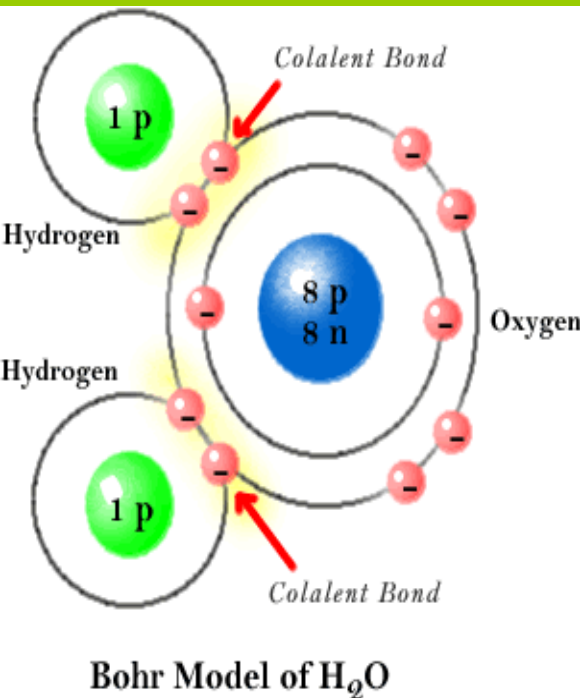
Calor específico: energía necesaria para elevar 1°C la temperatura de una sustancia.

Calor latente de vaporización: energía requerida para convertir 1 g de agua en estado líquido al estado de vapor, a la misma temperatura.

Calor latente de fusión: energía requerida para transformar 1 g de agua en estado sólido, a 0°C, al estado líquido.

Viscosidad: resistencia a fluir.

Constante dieléctrica: Medida de la capacidad de neutralizar cargas eléctricas.



FUNCIONES



- *Componente (70-90 %)
- *Disolvente
- *Reactivo
- *Producto
- *Medio de transporte
- *Sostén
- *Expansión celular

Función del agua >> capacidad de realizar trabajo >> Potencial químico $\mu_i = R T \ln a_i$

Una medida de la máxima energía disponible en un sistema, para ser convertida en trabajo, a T^0 y P cte. es >>> **energía libre de Gibbs - G**

El “cambio” de energía libre de una sustancia i se denomina > **Potencial Químico - μ_i**

Potencial Hídrico = es el cambio de energía libre del agua

$$\Psi_w = \frac{\mu_0 - \mu_i}{V}$$

$V = \text{Vol. molar agua} = 18 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$

Potencial Hídrico = $\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_m + \Psi_g$

Ψ_s : Potencial de soluto = Presión osmótica π

Ψ_p : Potencial de pared = Presión de turgencia

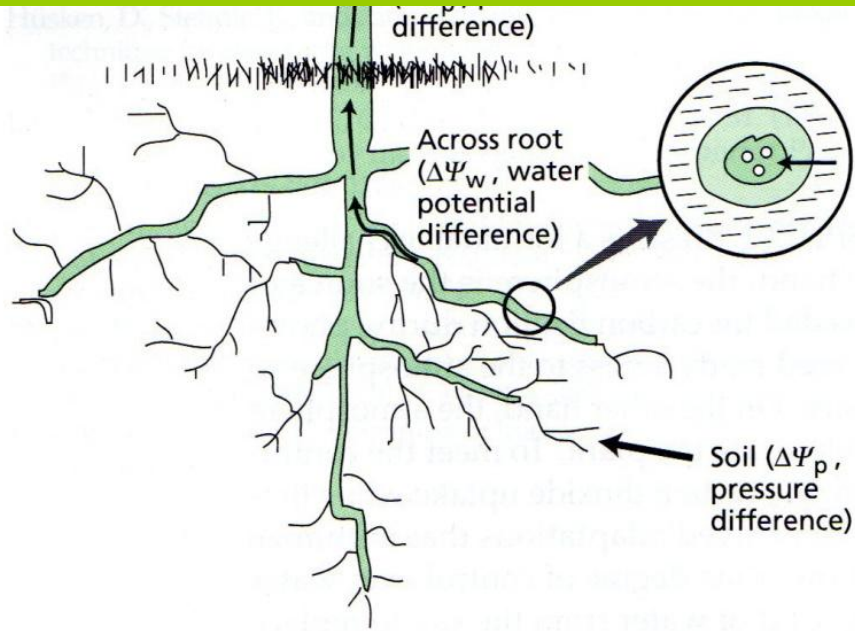
Ψ_m : Potencial matricio

Ψ_g : Potencial gravitacional

$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$$

Absorción y transporte de agua

Disponibilidad de agua para la planta



Agua gravitacional: corresponde al agua que en un suelo saturado de agua, rellena los espacios de aire transitoriamente y se pierde por infiltración, por acción de la gravedad.

Agua capilar: es la fracción de agua del suelo más importante para la dinámica de las plantas.

Corresponde al agua retenida por las superficies y fuerzas capilares del suelo, luego del drenaje del agua gravitacional.

Agua de imbibición o higroscópica: se debe a la retención de agua por acción de los coloides del suelo. Normalmente no es significativa.

Vapor de agua: es la fase gaseosa, en equilibrio con la fase líquida, que rellena los espacios de aire libre entre las partículas del suelo.

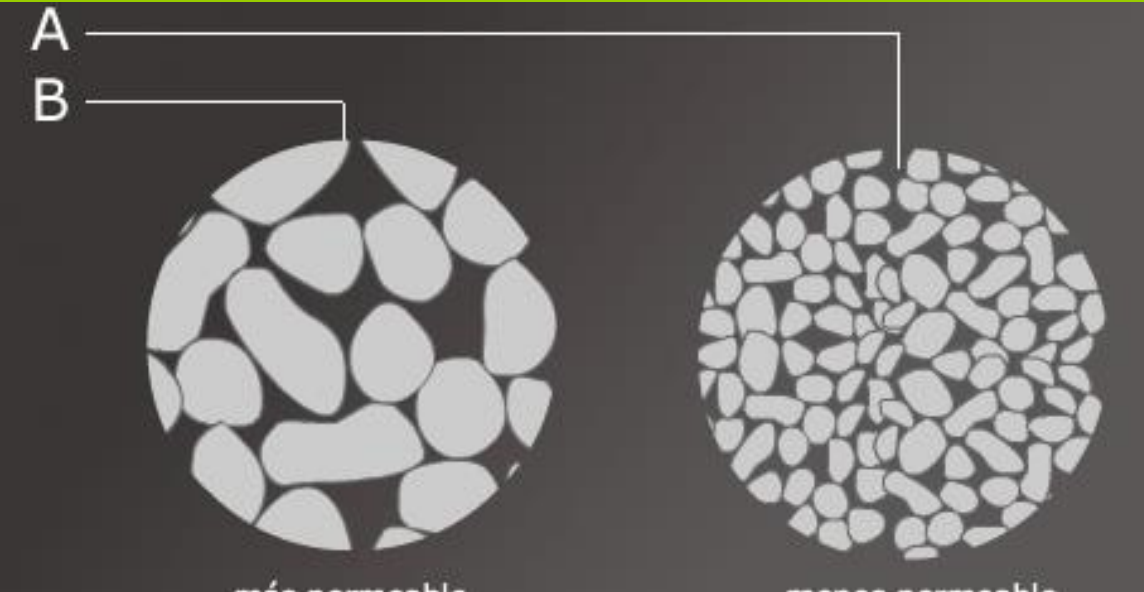
CAPACIDAD DE CAMPO: es el contenido de agua de un suelo saturado, que ha drenado libremente

PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE: es el contenido hídrico del suelo en el que las hojas marchitas no pueden ya recuperarse, a pesar de estar en una atmósfera saturada de humedad.

DISPONIBILIDAD DE AGUA: CC - PMP



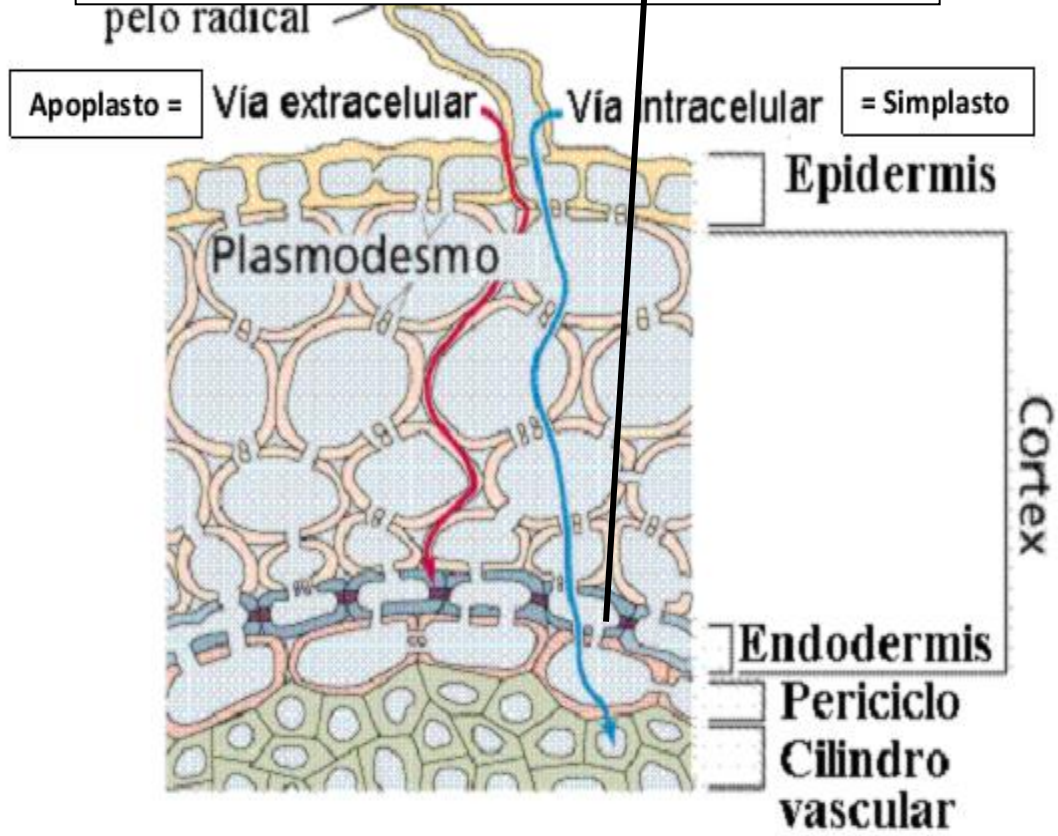
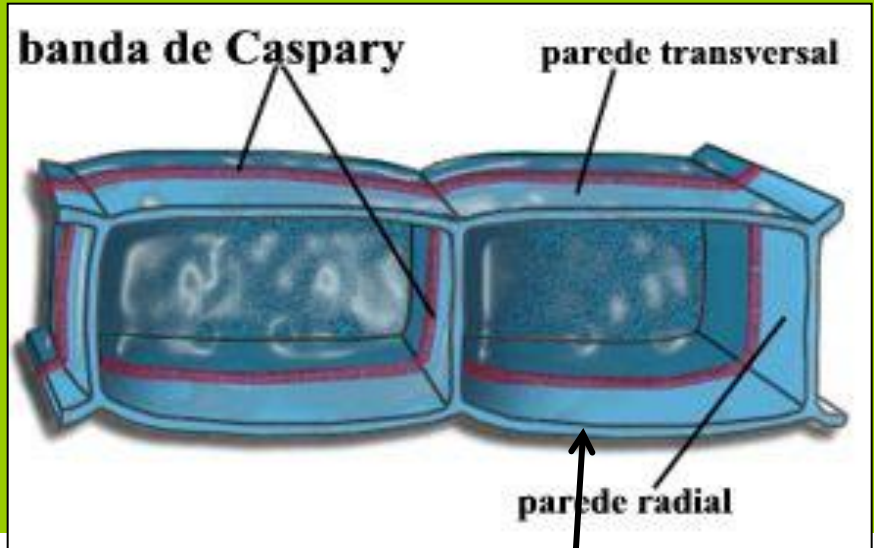
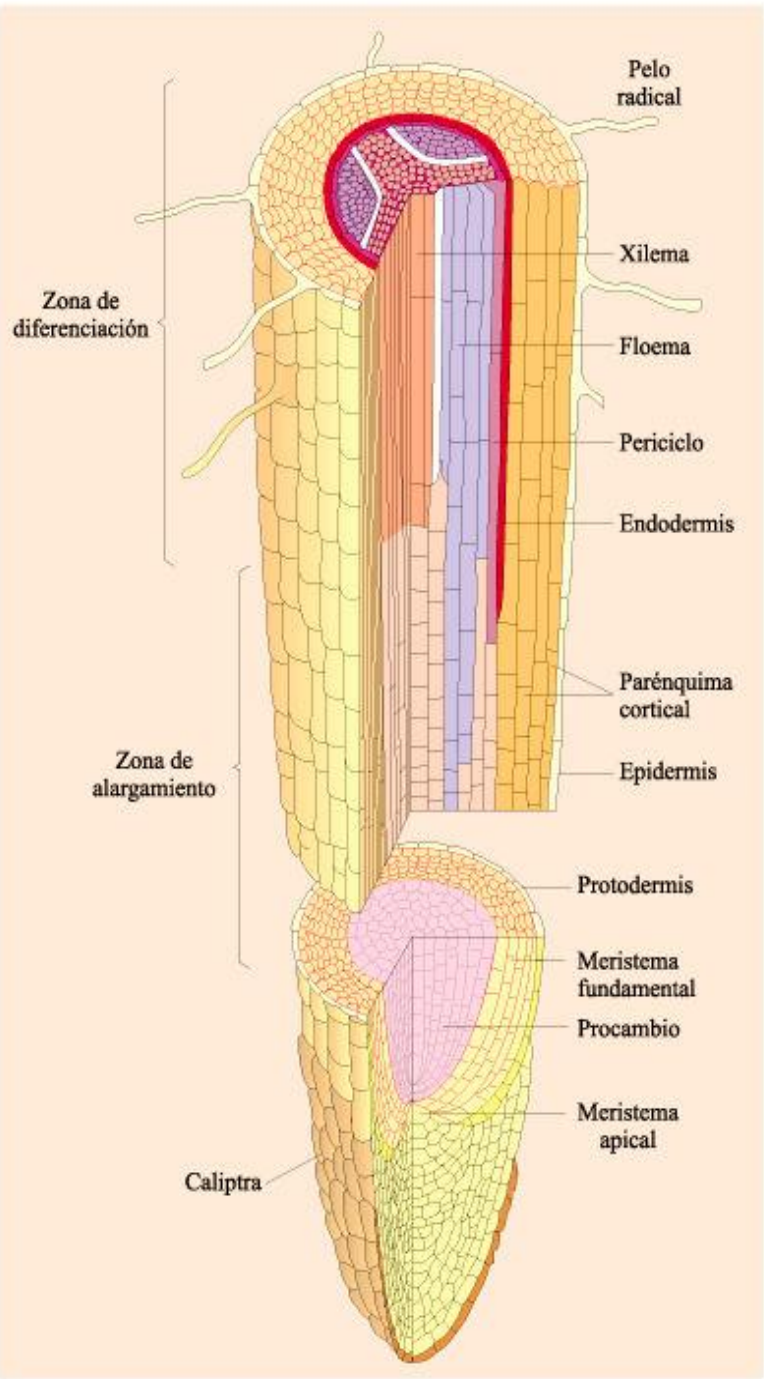
Porosidad. Es el volumen de espacios abiertos (poros) que hay entre los granos del suelo. Define el volumen de agua que puede ser retenida, dando así volumen al suelo.



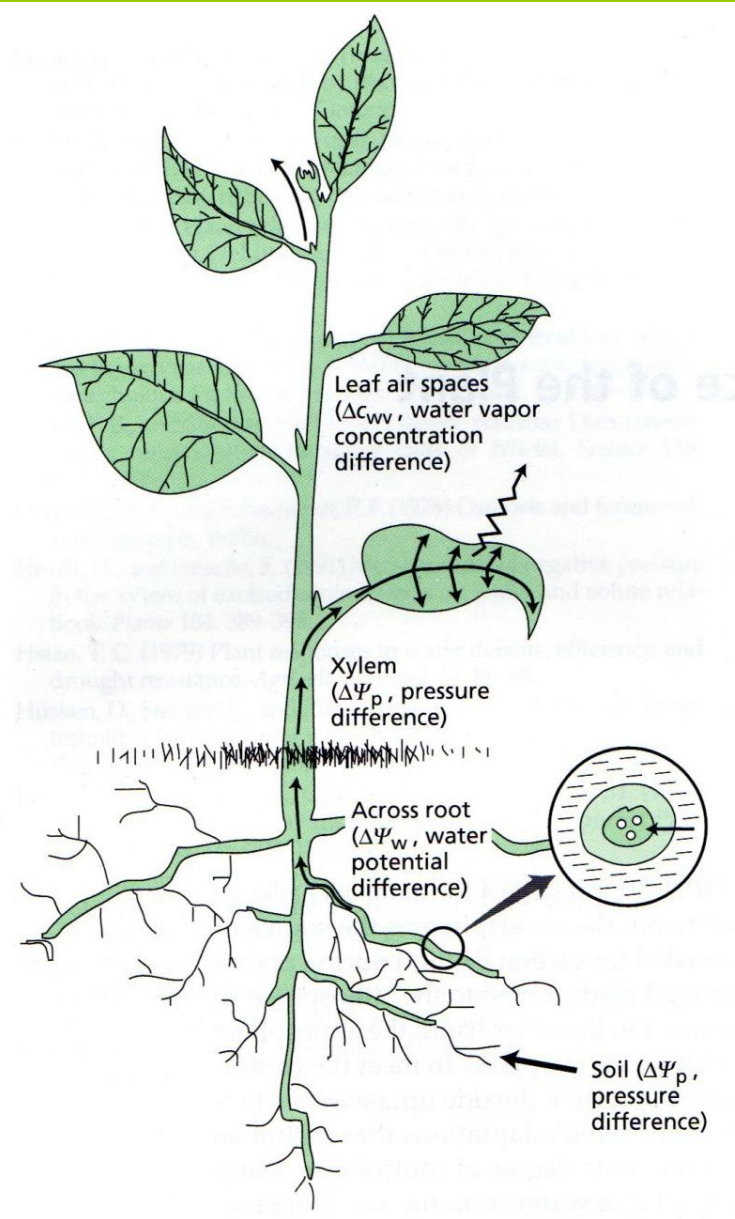
B- Grano mayor tamaño
 Poros mayor tamaño
 Σ superficie poros menor
 Menor porosidad

A- Grano menor tamaño
 Poros menor tamaño
 Σ superficie poros mayor
 Mayor porosidad

Potencial Hídrico = $\Psi_{\omega} = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_m + \Psi_g \gg \Psi_{\omega} = \Psi_s + \Psi_m$



Función de la Transpiración



1-Refrigeración de las hojas:

Se absorben **0,5 cal.cm⁻² hoja. min⁻¹** de más de lo que se puede perder.

El 50 % de este exceso se pierde por **convección** y **conducción** a otras partes de la planta.

El 50 % restante **0,25 cal.cm⁻² hoja. min⁻¹** se utilizarían para evaporar agua **0,4 μmol. cm⁻² hoja. seg⁻¹**

2-Movilización y concentración de nutrientes

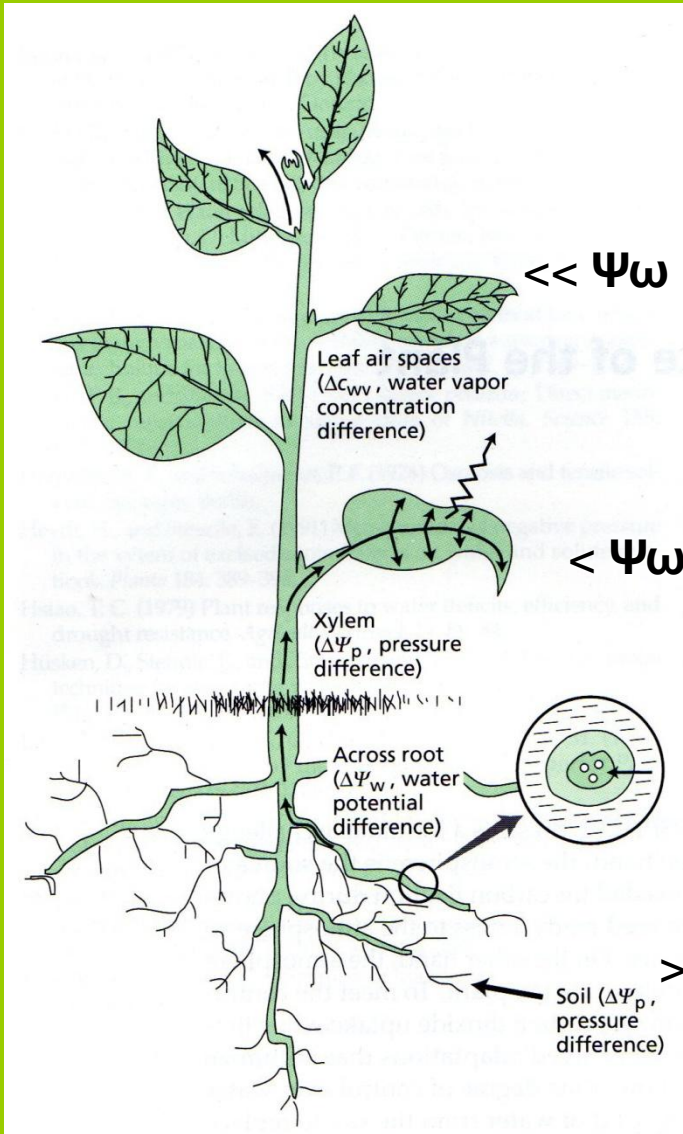
$$\mu_i = R T \ln a_i$$

$$\Psi_w = \frac{\mu_0 - \mu_i}{V}$$

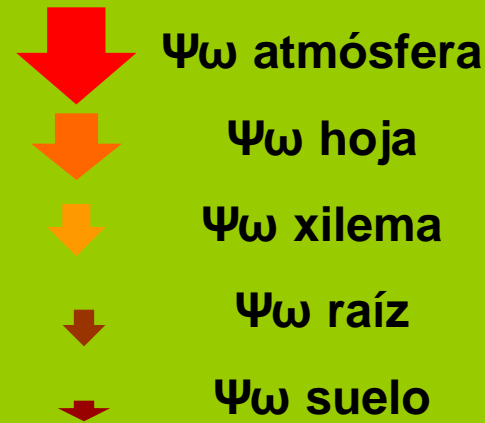
$$\Psi_w \text{ atmosférico} = \frac{R \cdot T}{V H_2O} \ln \frac{HR}{100}$$

- 100% > $\Psi_w 0$
- 99% > $\Psi_w -1,35 \text{ MPa}$
- 90% > $\Psi_w -14,2 \text{ MPa}$

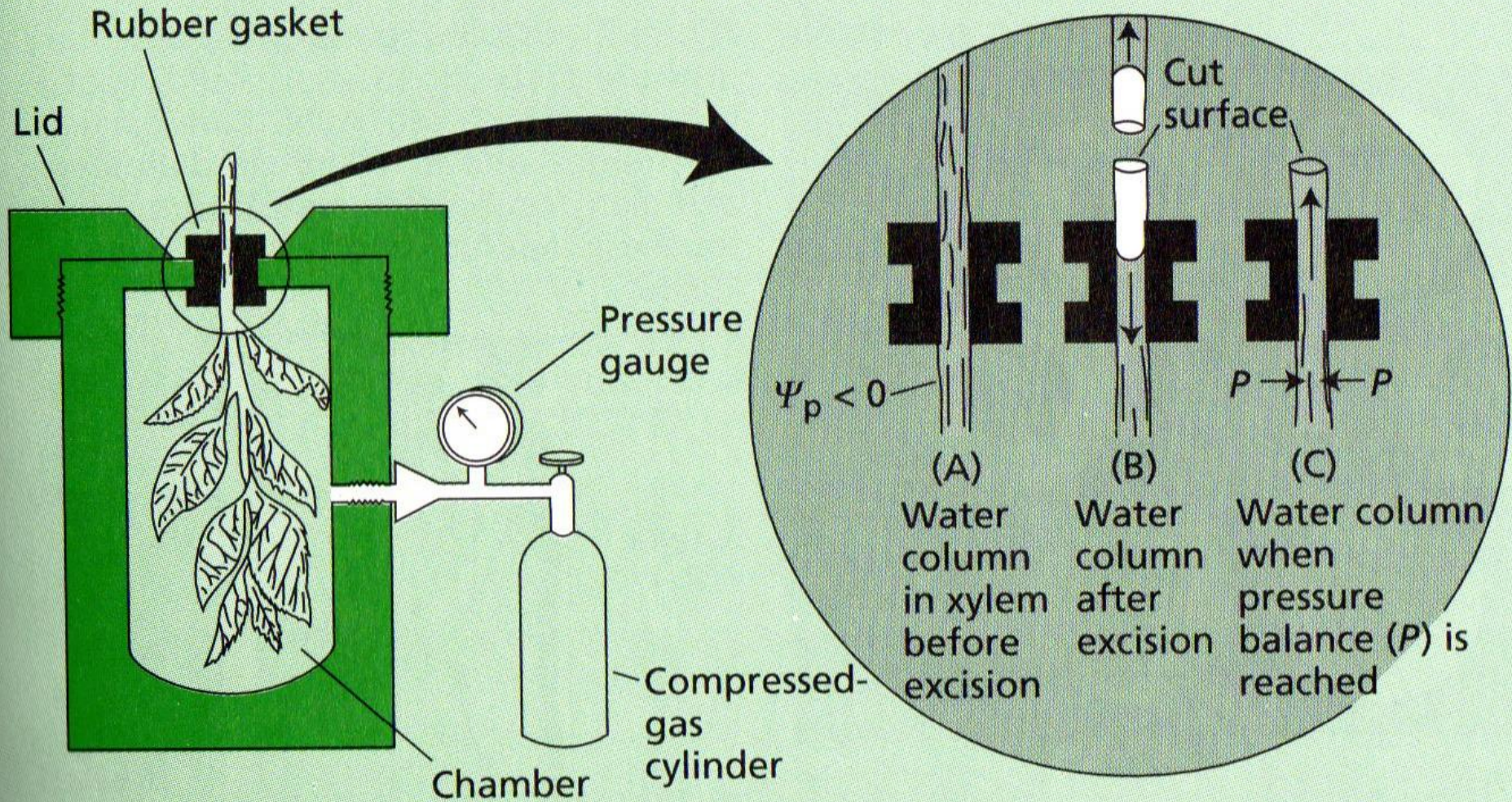
TEORÍA COHESO-TENSO-TRANSPIRATORIA



La pérdida de agua a la atmósfera, a través de los estomas, produce un déficit hídrico en las células del mesófilo $\gg \downarrow \Psi_w$. Este déficit se propaga de célula en célula hasta llegar a los conductos del xilema. La naturaleza **capilar** de estos vasos, la acción de **cohesión de las moléculas de agua entre si**, la **adhesión de ellas a las paredes** de los vasos del xilema, junto con el déficit hídrico, provocan una **tensión** (presión negativa) capaz de elevar la columna de agua en forma continua desde la raíz a las hojas.



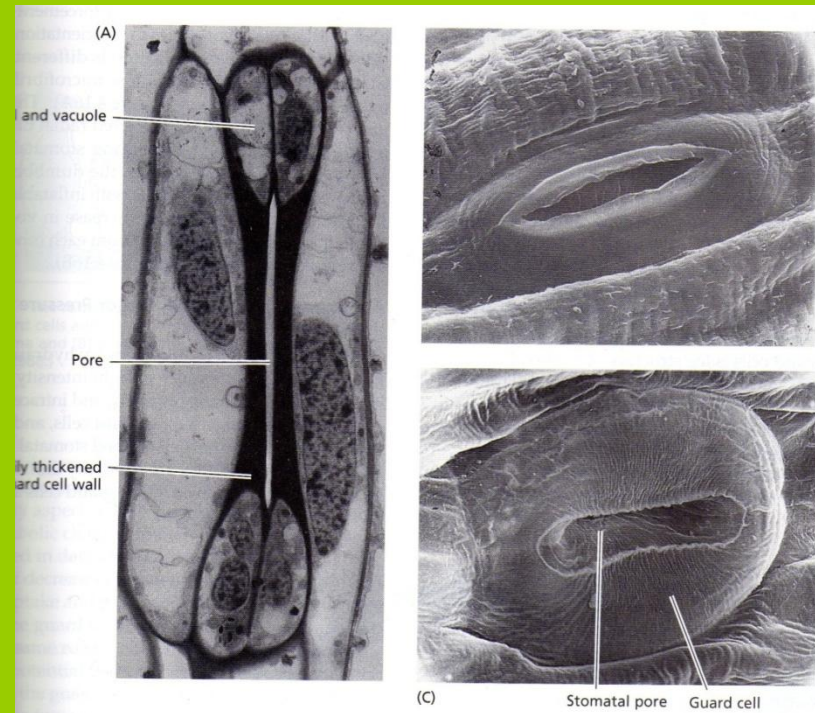
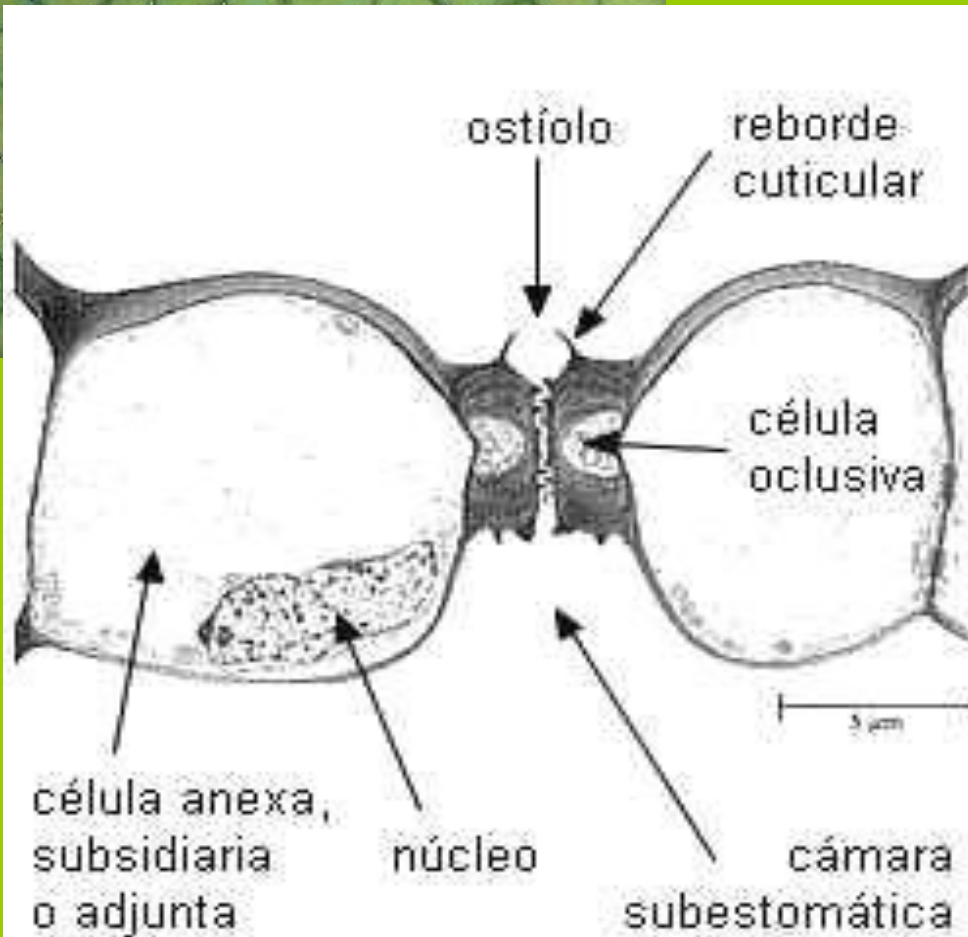
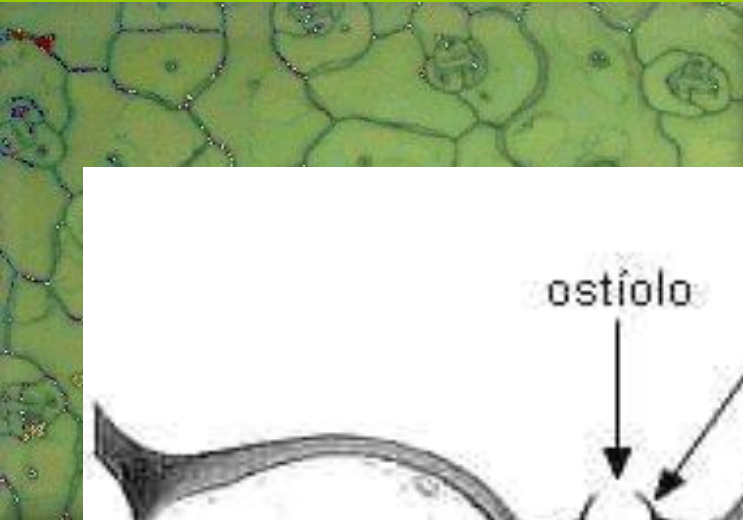
BOMBA DE SCHOLANDER



Planta de maíz pierde 200 kg de agua por transpiración, durante su ciclo de vida.

Árbol de envergadura media puede perder, durante un mes de verano, 5000 kg agua.

Bosque pierde 500 kg de agua. $m^{-1}.año^{-1}$



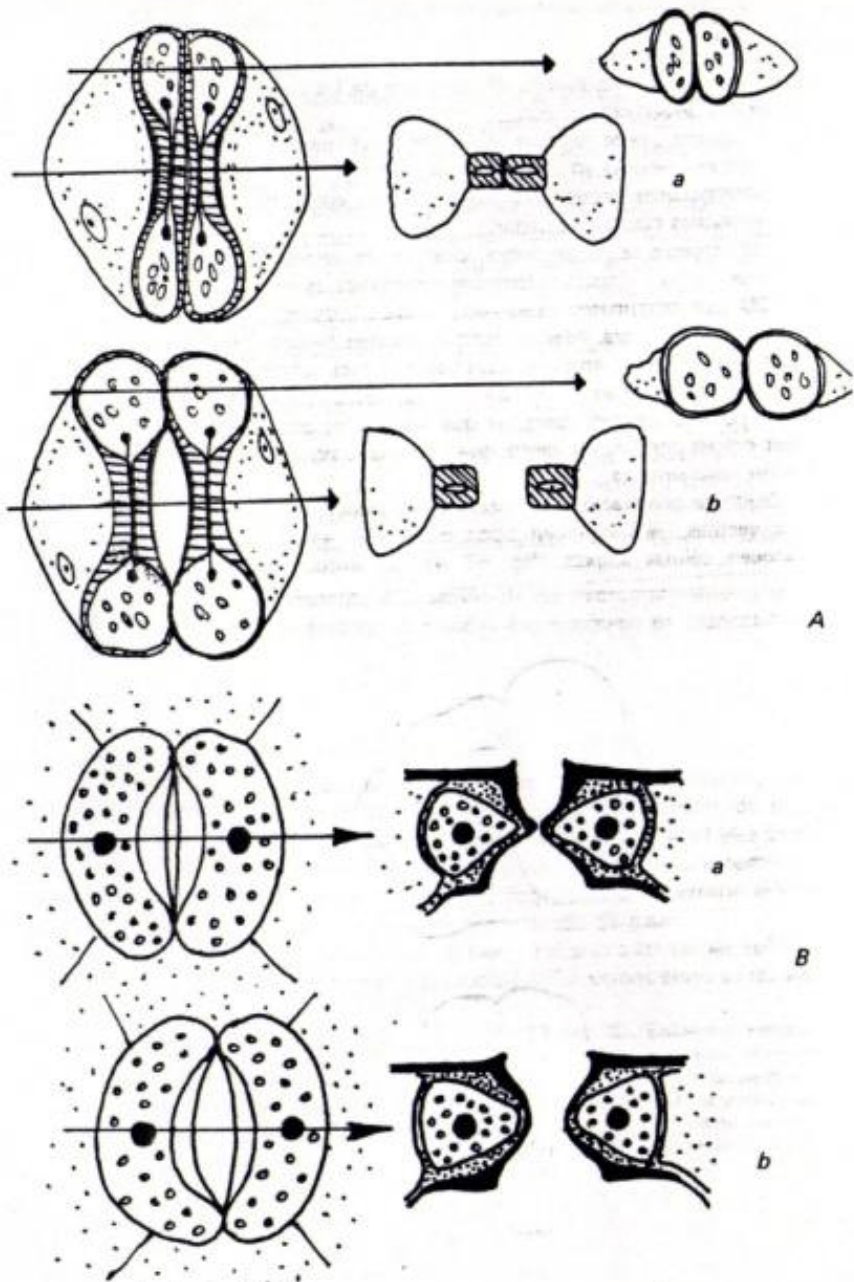
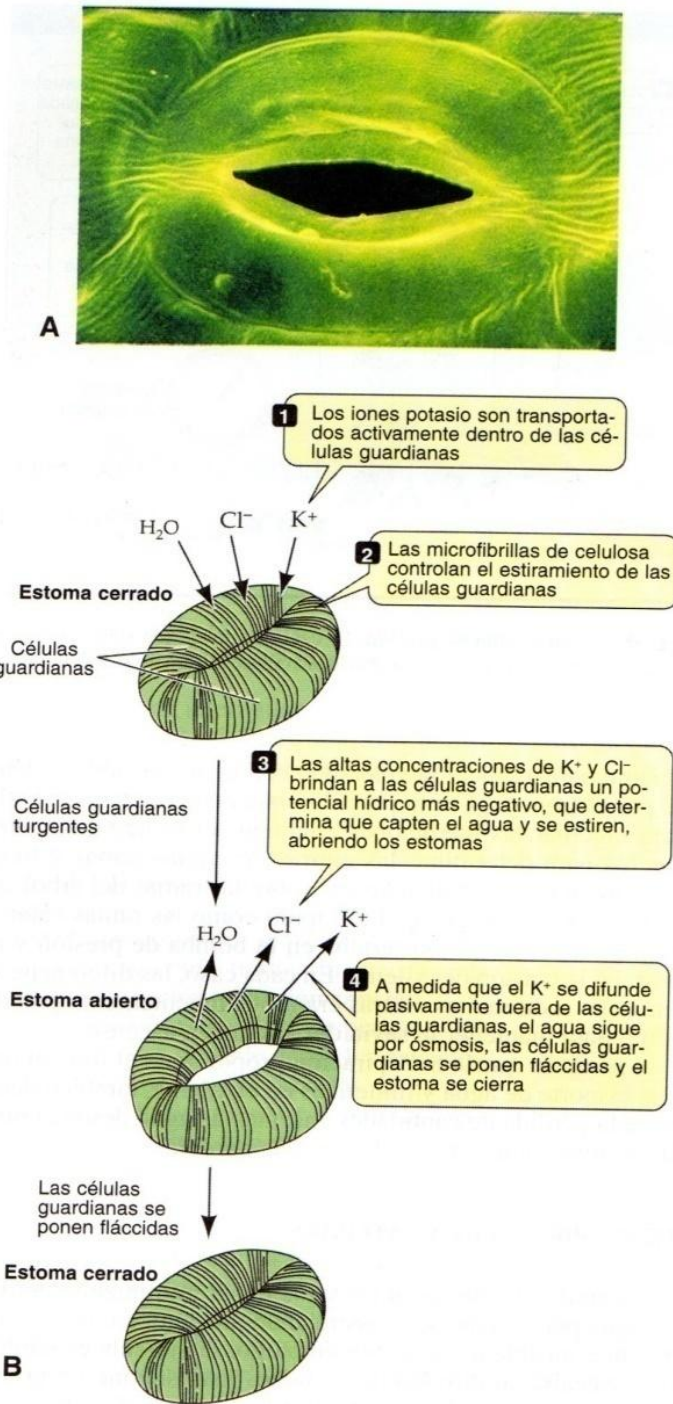
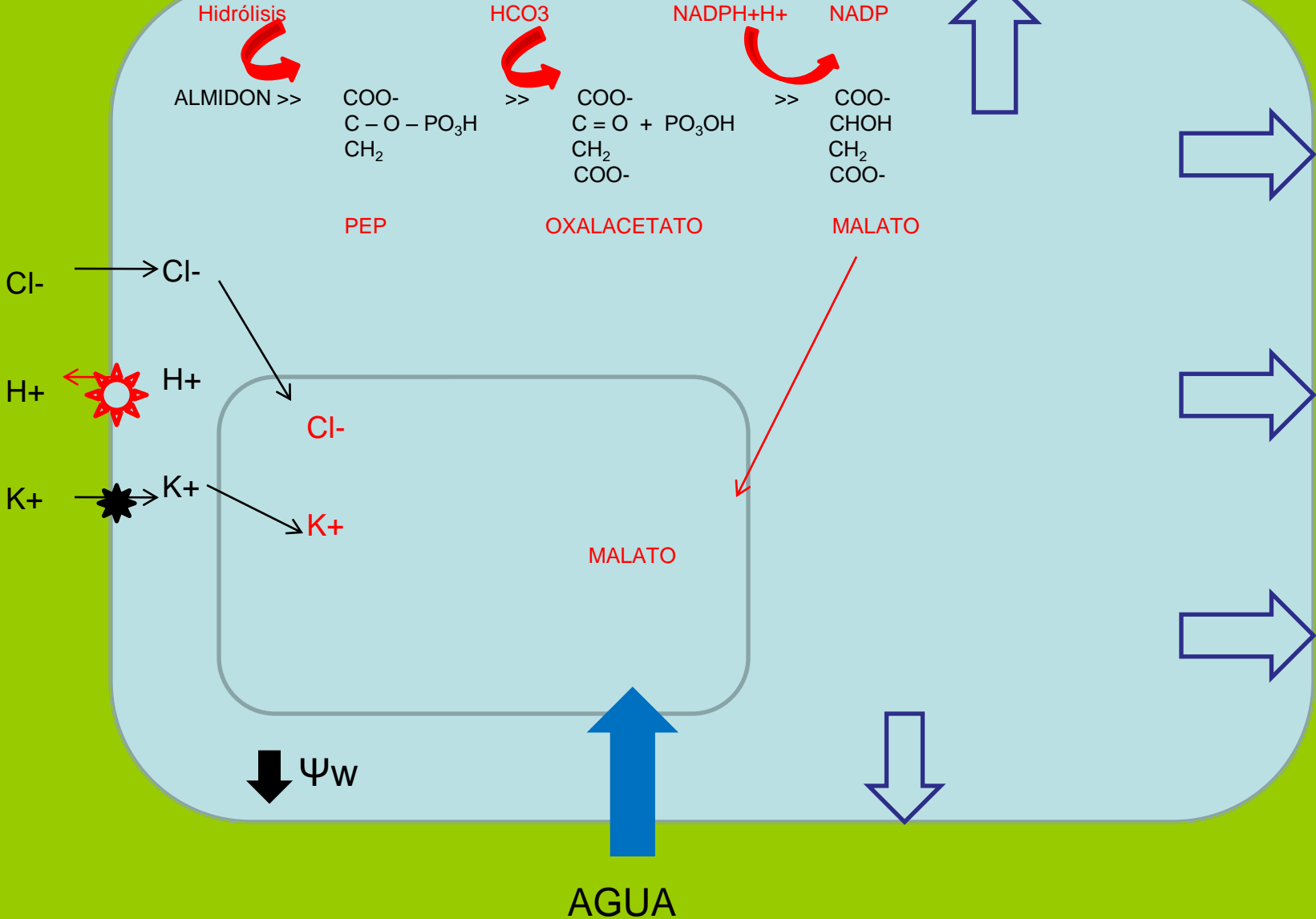


Figura 54. Morfología y tipos de movimientos en las células oclusivas de los estomas. Referencias: A tipo *gramíneas*; B, tipo *dicotiledóneas*. a, estoma cerrado; b, estoma abierto.



CELULA GUARDA

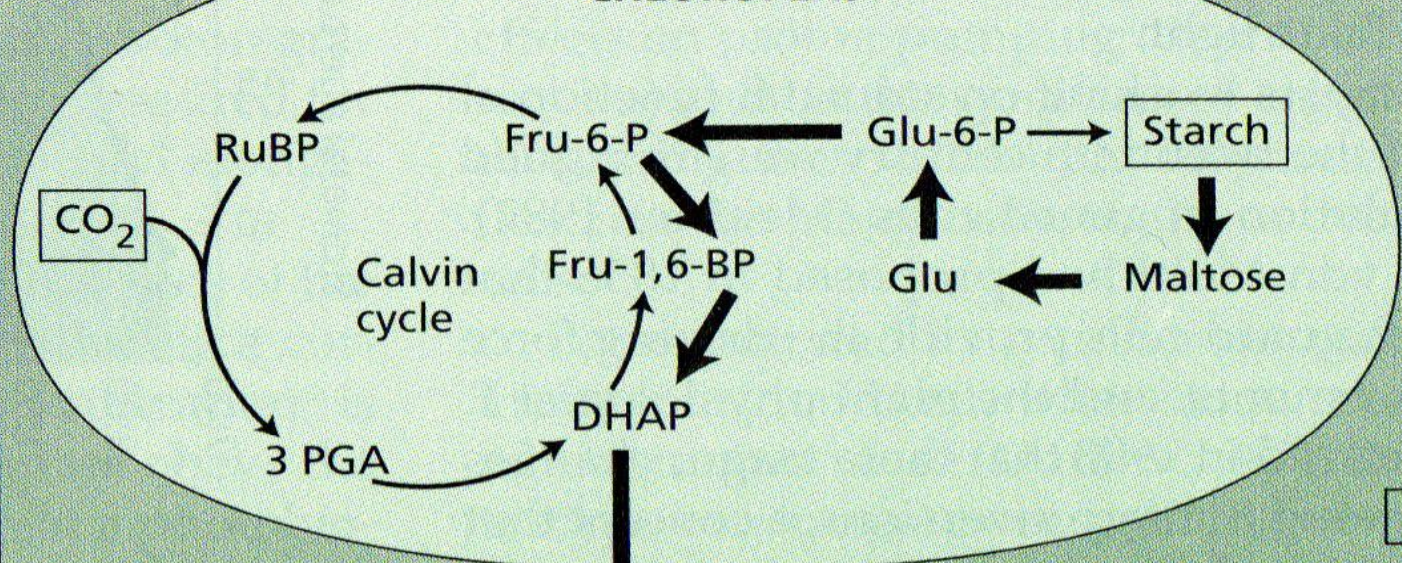


LUZ AZUL

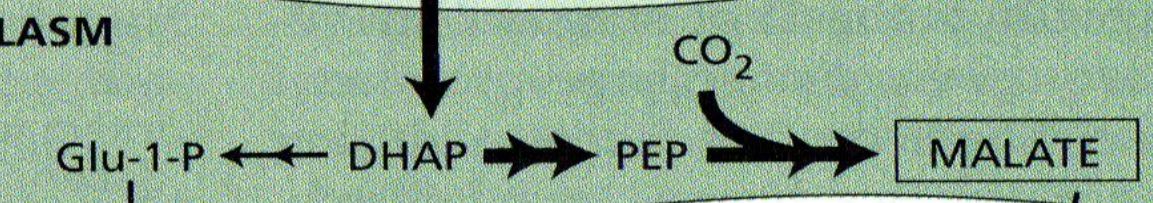


(A)

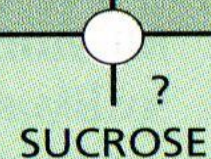
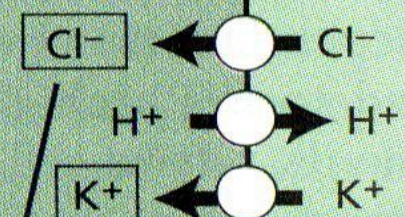
CHLOROPLAST



CYTOPLASM



VACUOLE

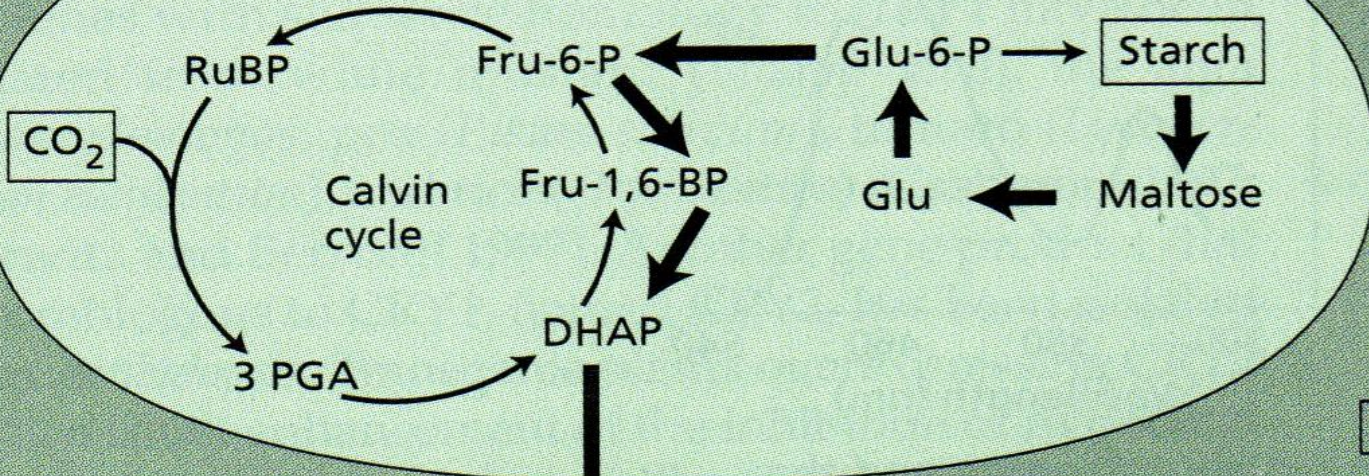


LUZ ROJA

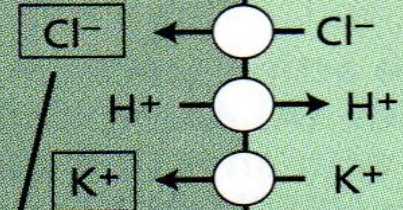
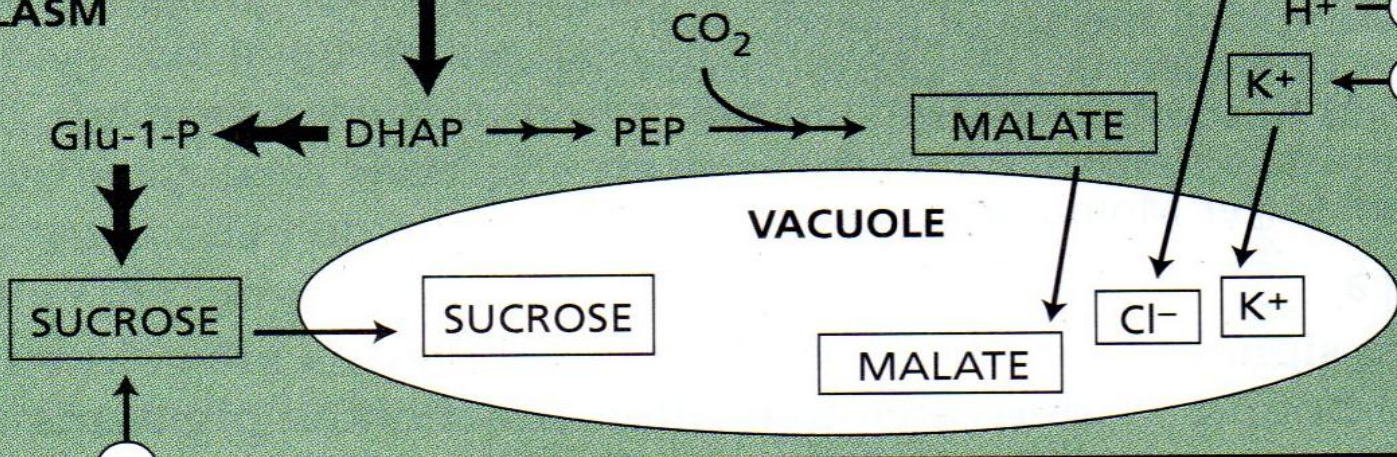


(B)

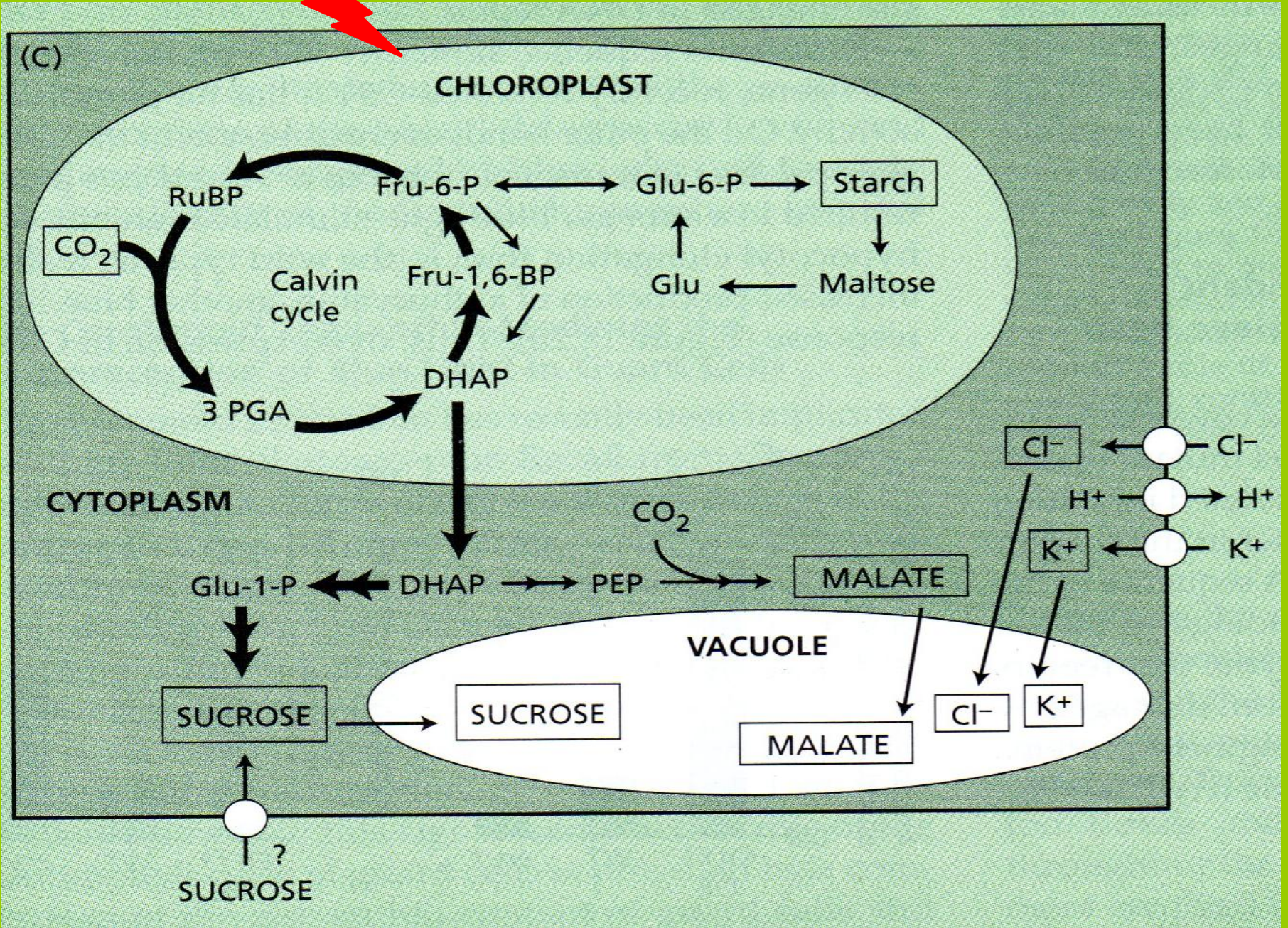
CHLOROPLAST

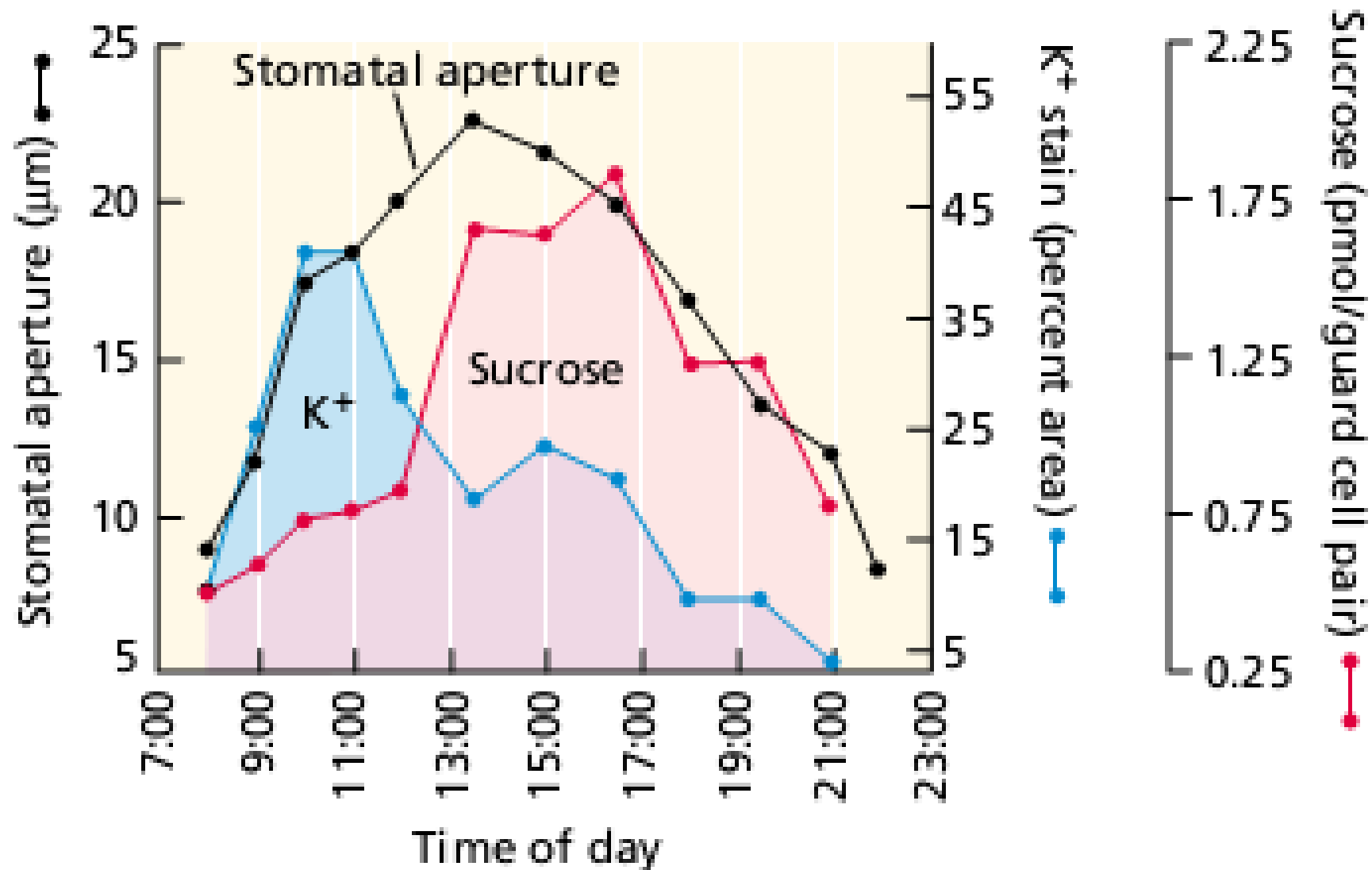


CYTOPLASM

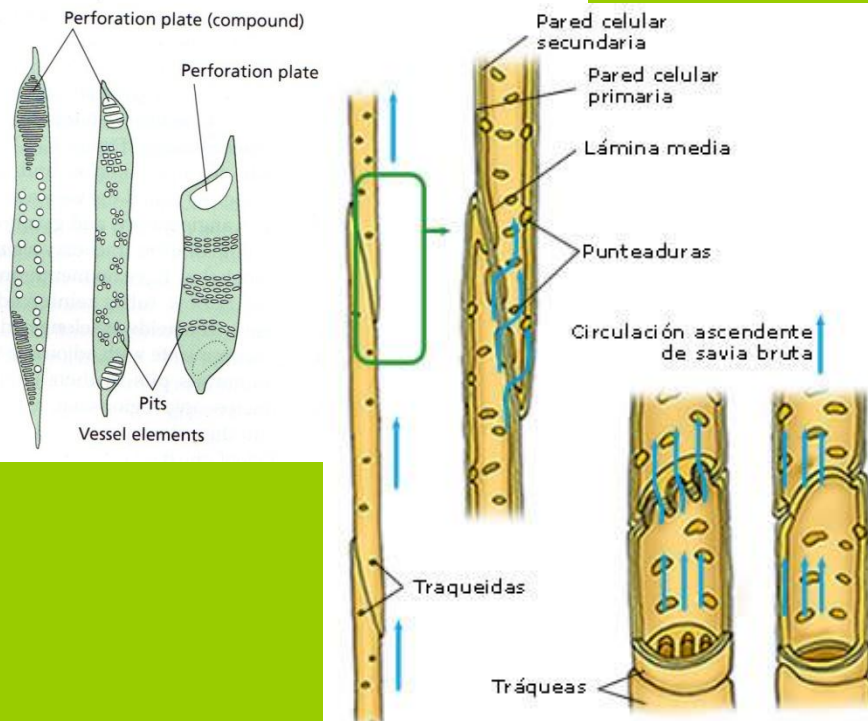
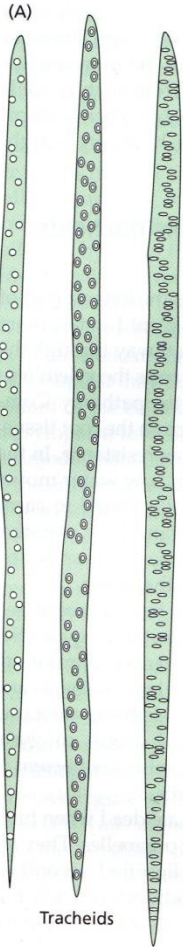


LUZ ROJA





Transporte vascular de agua



$$J_v = L \cdot \frac{\Delta \Psi_p}{\Delta x} = \frac{\pi r^4}{8 \eta} \cdot \frac{\Delta \Psi_p}{\Delta x}$$

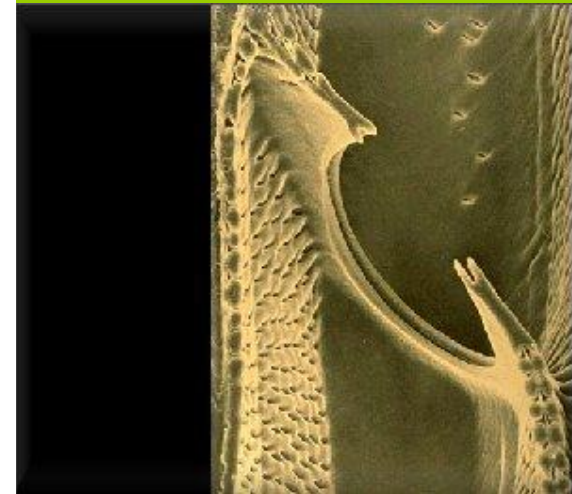
J_v : Flujo hidráulico

L : Conductividad hidráulica

r : Radio del capilar

η : Viscosidad del líquido

x : Distancia recorrida



Factores que afectan la velocidad de transpiración

*Humedad atmosférica

*Humedad del suelo

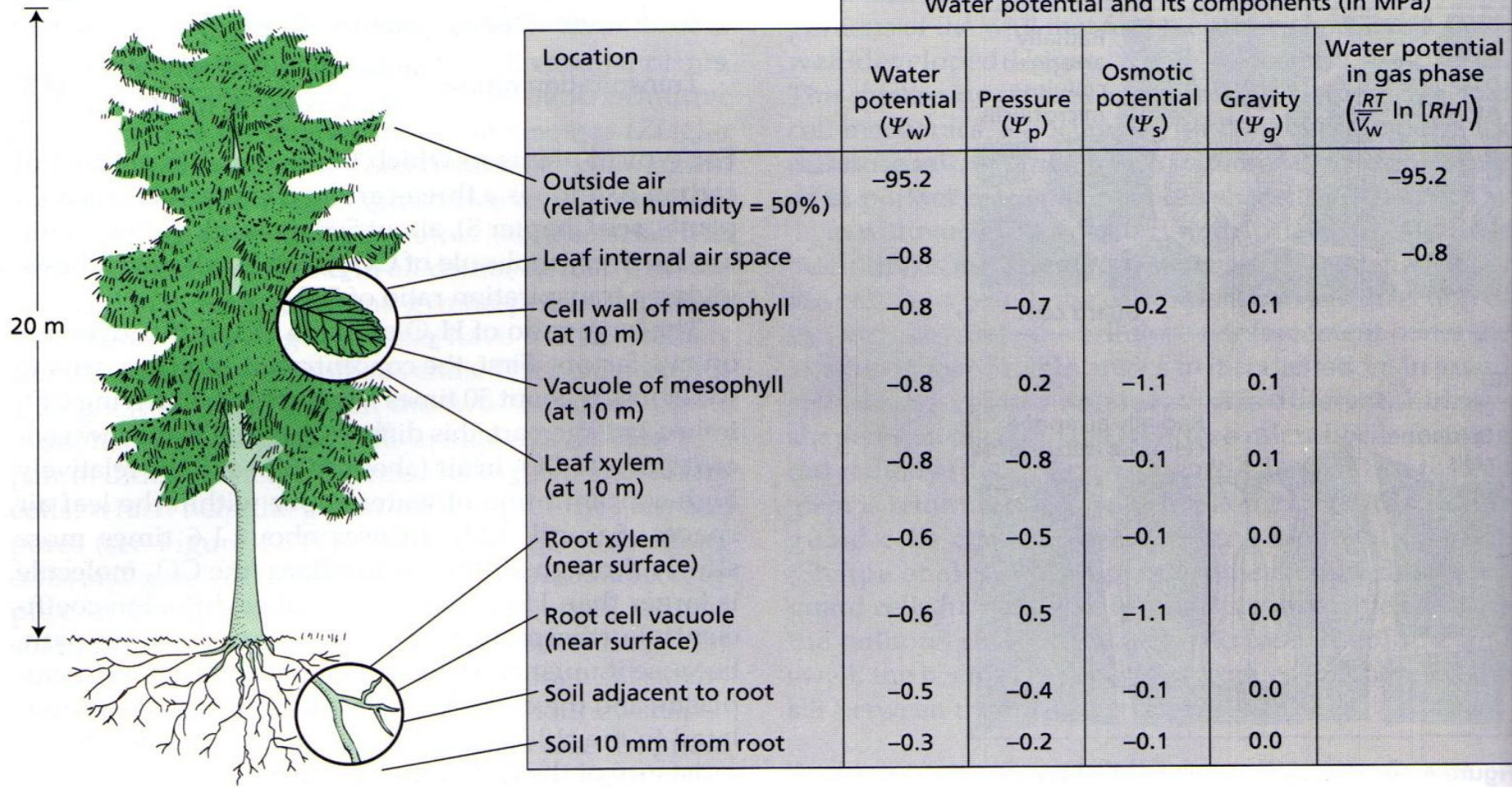
*Iluminación

*Temperatura

*Concentración atmosférica O₂

*Velocidad del viento

*Concentración atmosférica CO₂



Caracteres xeromorfos

*Estomas hundidos

*Hojas transformadas en espinas

*Menor relación superficie/volumen

*Mayor sensibilidad estomática

*Abundancia de pelos

*Cutícula gruesa

*Estomas pequeños

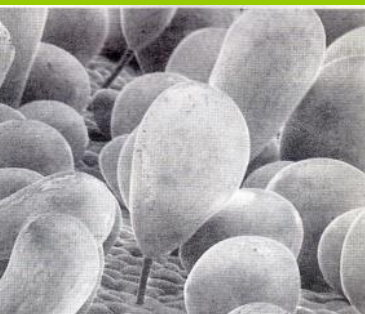
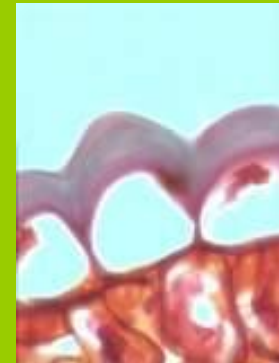
*Sistema radicular extenso

*Hojas pequeñas

*Hojas enrolladas

*Menor densidad estomática

*Tolerancia a bajos Ψ_w



Clasificación de las plantas de Zonas Áridas

Plantas que evaden la sequía (efímeras)

Plantas que previenen la sequía (suculentas)

Plantas que resisten la sequía sin modificar su Ψ_w (reducen la pérdida de agua)

Plantas que resisten la sequía bajando su Ψ_w (ajuste osmótico)

Valores medidos de Ψ_w rondan -0,2 MPa en poroto, -10 MPa en especies xerófitas

Los valores de Ψ_s que se han medido en especies xerófitas: ej: *Limonium*, *Atriplex*,
-16 / -20 MPa.

Ajuste osmótico: iones inorgánicos, carbohidratos, ácidos orgánicos.

El incremento de solutos puede deberse a una absorción de los mismos del medio ambiente [en las especies halófilas con iones Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-}] o por síntesis de sustancias osmóticamente activas, como por ejemplo: sacarosa, fructosa, prolina, glicinbetaína y/o ácidos orgánicos.



Existe una fuerte asociación entre la capacidad de ajuste osmótico y la mayor supervivencia y/o capacidad de rendir bajo condiciones de estrés hídrico.

