



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
Facultad de Ciencias Agrícolas

***Asignatura:***  
*Fisiología Vegetal*  
*IAC304*

***Programa Educativo:***  
*Ingeniero Agrónomo en Floricultura*

***Tema:***  
*“Absorción y Transporte de Agua”*  
*(Unidad II. Tema 2.4)*

2019

- Objetivo
- Introducción
- El agua edáfica
- Medición del agua edáfica
- Absorción de agua por la raíz
- Movimiento suelo-planta-atmósfera
- Factores que afectan la absorción
- Absorción por partes aéreas

Comprender cómo se desplaza el agua por la planta, desde el suelo hasta la atmósfera.

El agua es la sustancia más abundante de los tejidos (80-90%) y necesaria para la existencia del vegetal.

Las plantas absorben y mueven enormes cantidades de agua, durante su ciclo vital, para mantener todas sus células hidratadas. Agua que en su casi totalidad se pierden luego por el proceso de la transpiración.

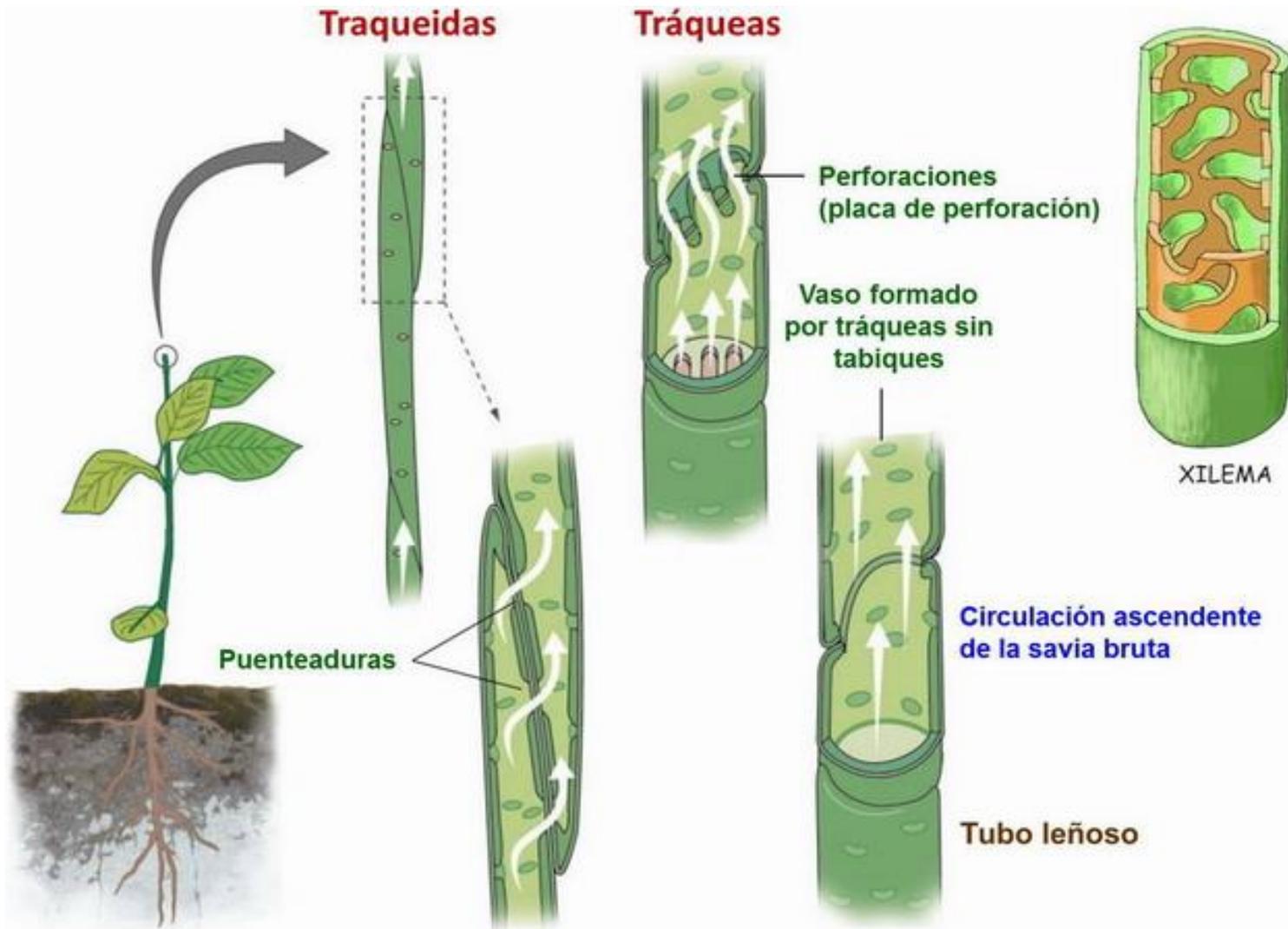
Cuando las hojas empiezan a secarse, las plantas mueven agua a través de un sistema de conductos internos llamado xilema, a través de las raíces y dentro del tallo, hasta llegar finalmente a las hojas.

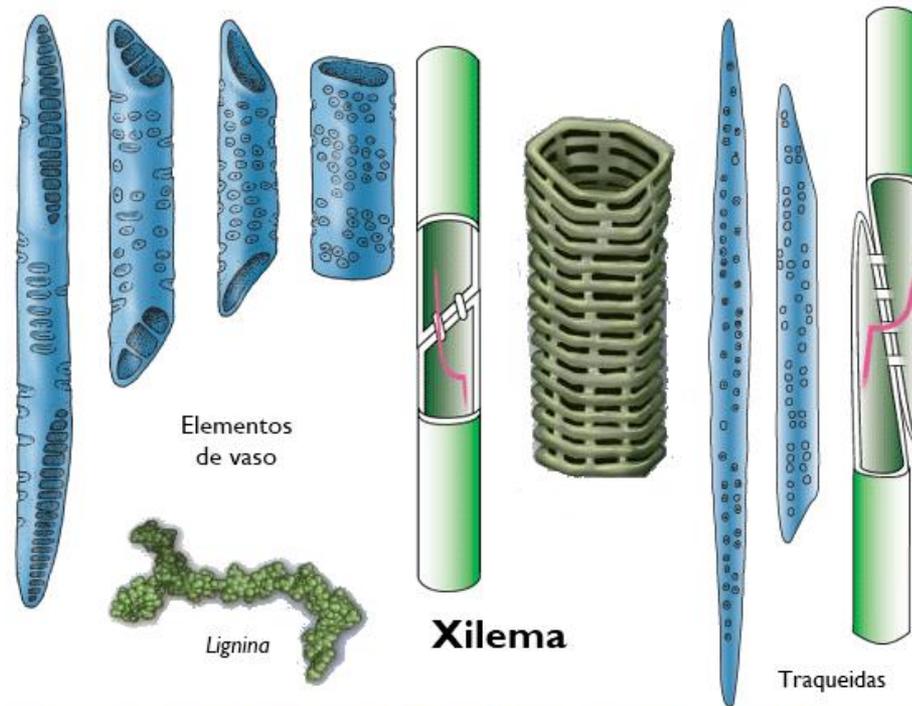
## ***Tejido xilemático:***

***Elementos traqueales (tráqueas y traqueidas).*** Células muertas durante su fase funcional, alargadas, lignificadas. Directamente relacionadas con el transporte de agua en la planta.

***Fibras xilemáticas.*** Células largas, finas, afiladas, con pared gruesa lignificada que tienen la función de soporte.

***Parénquima xilemático.*** Células vivas cuya función es de almacenamiento de sustancias de reserva. Con posible papel en el transporte de agua.





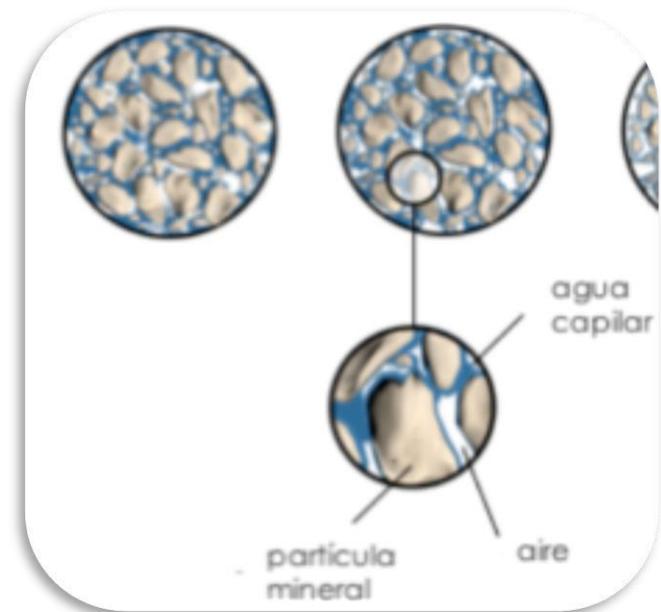
Tipos de agua en el suelo:

**1. Agua Gravitacional.** Llena los espacios grandes y desciende por gravedad o asciende por evaporación, perdiéndose poco después de una lluvia o riego.



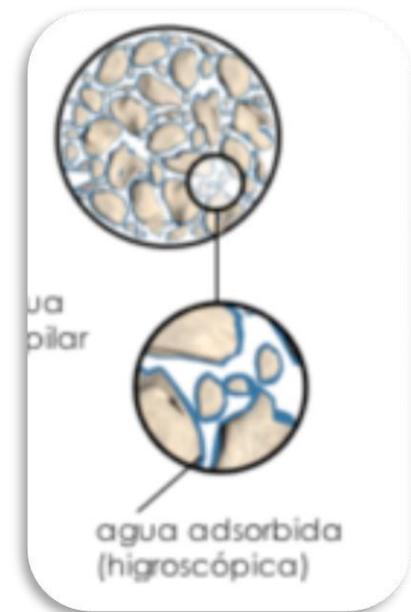
Tipos de agua en el suelo:

**2. Agua Capilar.** Ocupa los poros capilares y es retenida por el suelo con poca fuerza siendo tomada por las plantas con facilidad. Representa el agua útil para la planta.



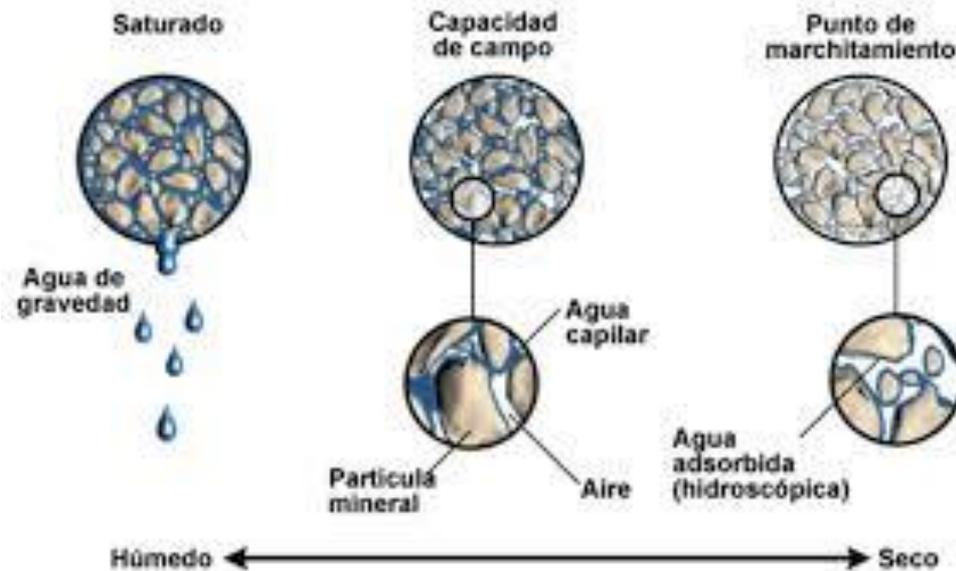
Tipos de agua en el suelo:

**3. Agua Higroscópica.** Está adsorbida a los coloides del suelo y es retenida con fuerza considerable, por lo cual sólo una pequeña fracción puede ser absorbida por las plantas.



El agua del suelo se mide por dos constantes:

**A. Capacidad de Campo.** Es el porcentaje de humedad que queda en el suelo después de haber sido drenado.



El agua del suelo se mide por dos constantes:

***B. Coeficiente de Marchitez.*** Es el porcentaje de agua en peso que tiene un suelo cuando las plantas que en él viven llegan a marchitez permanente. Esta constante se llama también *punto de marchitez permanente* (PMP).

# MEDICIÓN DEL AGUA EDÁFICA

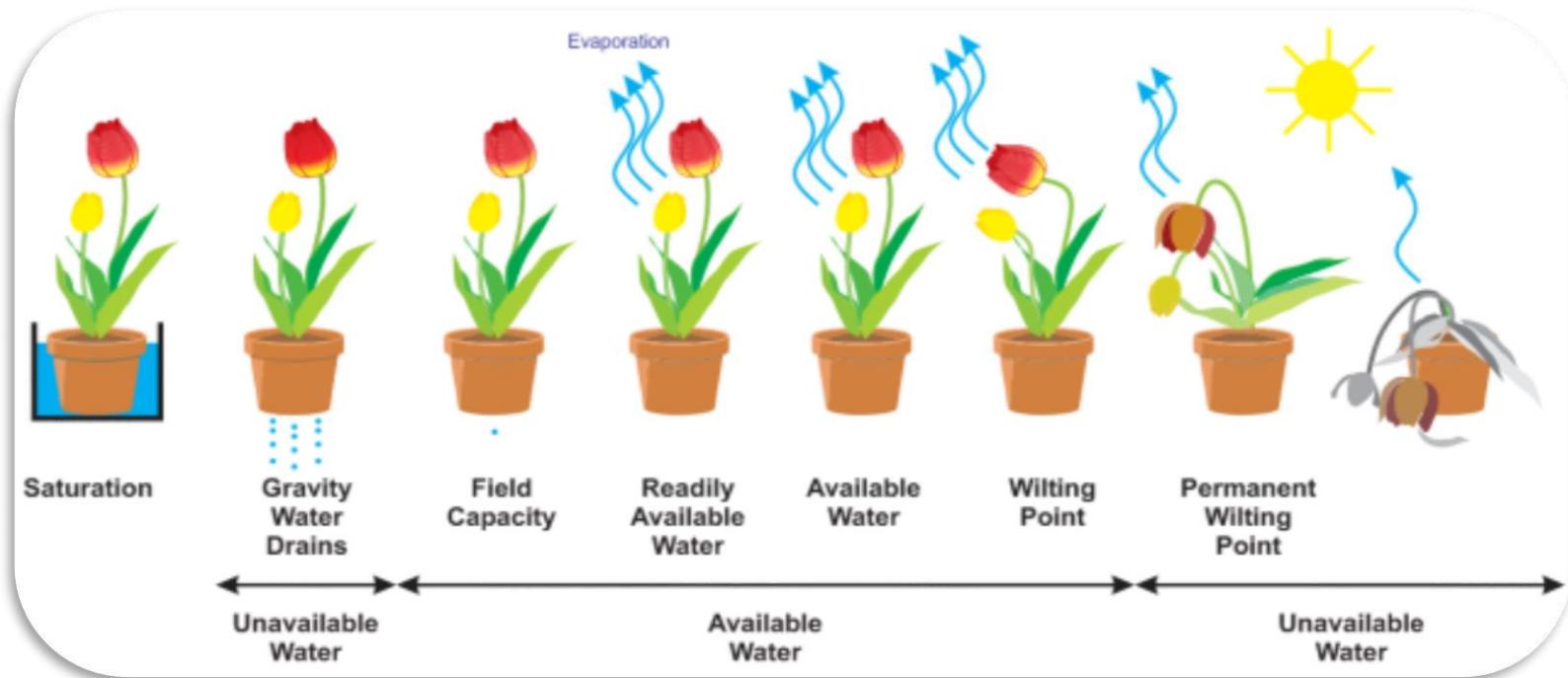
## *Punto de Marchitez Permanente (PMP):*

Es el punto de humedad mínima en el cual una planta no puede seguir extrayendo agua del suelo y no puede recuperarse de la pérdida hídrica aunque la humedad ambiental sea saturada.



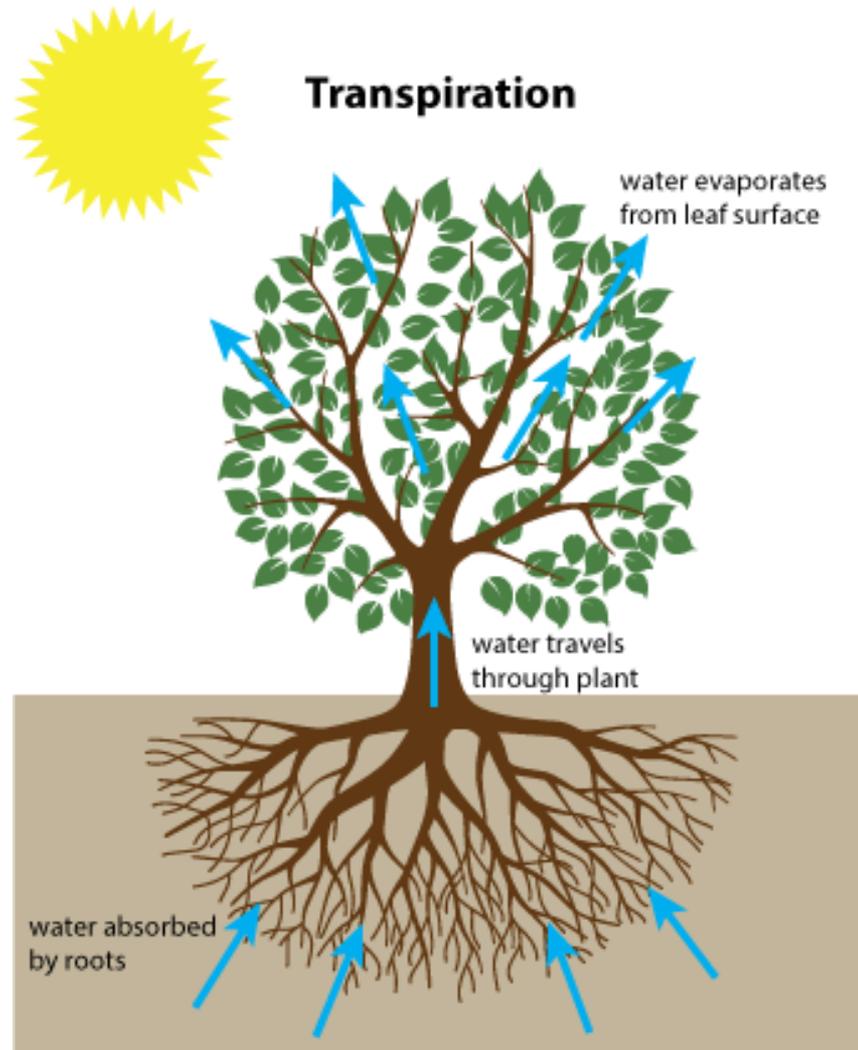
# MEDICIÓN DEL AGUA EDÁFICA

*Punto de Marchitez Permanente (PMP):*



La cantidad de agua que puede guardar el suelo depende de la cantidad de coloides; cuanto más arcilla y materia orgánica posea, mayor cantidad de agua retendrá contra la evaporación y la gravedad, pero también contra la fuerza de adsorción de la planta.

# ABSORCIÓN DE AGUA POR LA RAÍZ



Teorías de absorción del agua por la raíz:

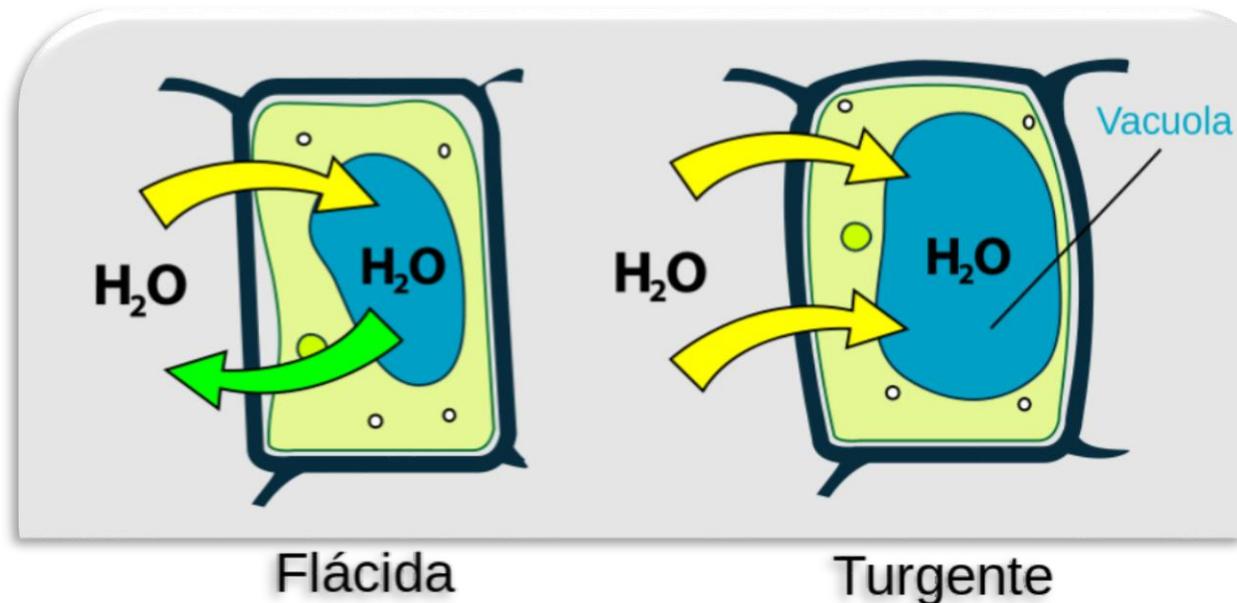
1. ***Absorción Pasiva (ósmosis)***. Forma en que las plantas pueden obtener agua en favor de un gradiente de concentración sin un gasto de energía.
2. ***Absorción Activa***. La absorción sucede contra el gradiente de concentración, lo que significa que las raíces requieren de un gasto de energía metabólica para mover el agua del suelo a las raíces.

Fuerzas que explican la entrada del agua a la raíz:

- 1. *Imbibición***
- 2. *Tensión por transpiración***
- 3. *Acción metabólica***
- 4. *Ósmosis***

Fuerzas que explican la entrada del agua a la raíz:

**1. Imbibición.** Consiste en la absorción de agua por parte de la célula (el coloide protoplásmico es en extremo hidrofílico y absorbe agua en sus micelas con facilidad) ocasionando un hinchamiento de esta, aumentando su peso y su volumen.



Inicialmente este proceso físico (absorción de agua) no depende de la temperatura, una vez los tejidos han sido hidratados la absorción de agua cesa y pasa a ser un proceso fisicoquímico regulado por la temperatura.

La imbibición cesa cuando el incremento del peso llega hasta un 40% y 60% con respecto al peso inicial.

Por lo tanto, la absorción por imbibición no juega un papel importante en la entrada de agua a la raíz de una planta activa, aunque sí es la única fuerza de absorción en el caso de semillas que se hidratan. La imbibición en las plantas es un proceso fisiológico que inicia la germinación.

Fuerzas que explican la entrada del agua a la raíz:

**2. Tensión por Transpiración.** La transpiración de las hojas crea tensión en las células del mesófilo. A causa de esta tensión, el agua resulta literalmente “jalada” desde las raíces hasta las hojas, ayudada por la cohesión y la adhesión. Este mecanismo de flujo de agua funciona por el potencial hídrico y las reglas de la simple difusión.

# ABSORCIÓN POR LA RAÍZ

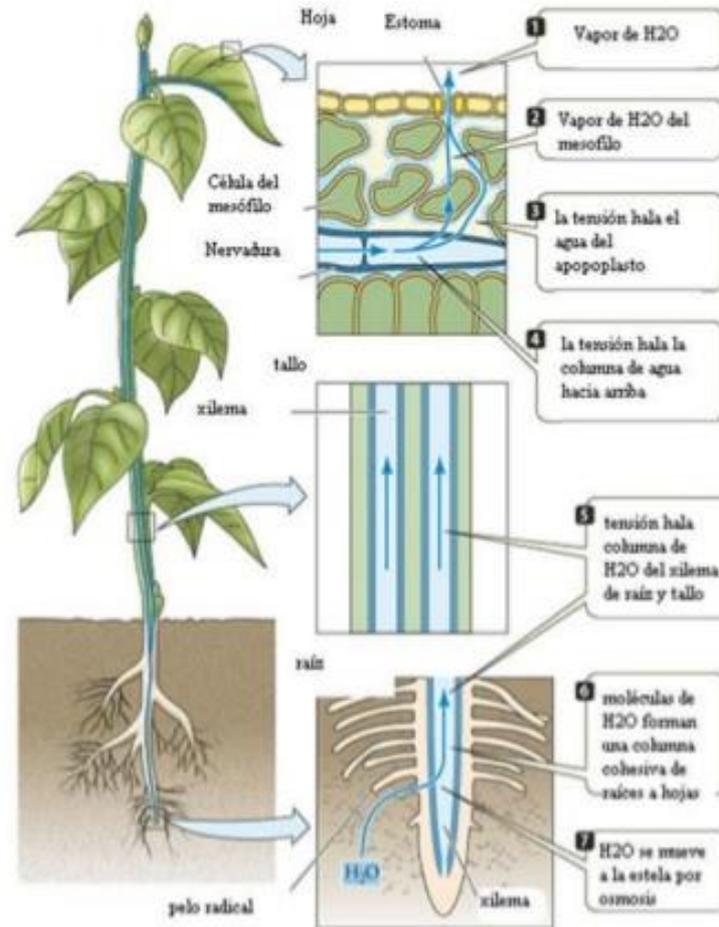
¿Cómo funciona la transpiración?

Evaporación del agua a través de los estomas (evapotranspiración)

Aumento de la concentración de solutos en cámara estomática

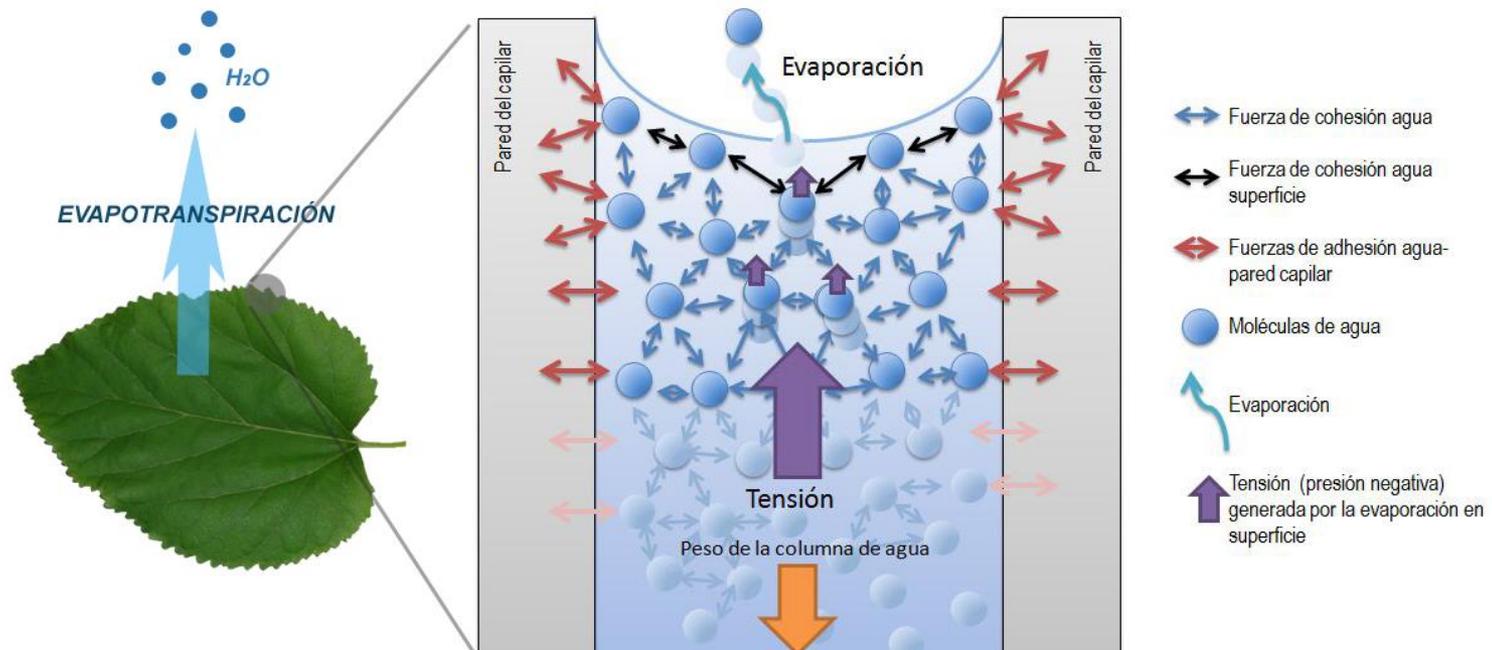
La ósmosis tira del agua de las células próximas, esto produce el bucle: pérdida de agua-aumento de soluto-aumento de ósmosis. Este proceso llega los vasos del xilema (nervios de las hojas)

Tensión que tira de la columna de agua desde las hojas hasta las raíces produciendo el ascenso de las savia bruta.



# ABSORCIÓN POR LA RAÍZ

El agua se pierde constantemente por la transpiración en las hojas. Cuando una molécula de agua se pierde, otra es arrastrada por los procesos de cohesión y adhesión. La transpiración, que utiliza la acción capilar, y la tensión superficial inherente del agua, constituyen el principal mecanismo de movimiento del agua en las plantas.



La planta es capaz de absorber y mover agua contra un gradiente de difusión, para lo cual emplea una parte de la energía respiratoria, pero la cantidad de agua así absorbida es sólo un fracción que no va más allá del 5% del total.

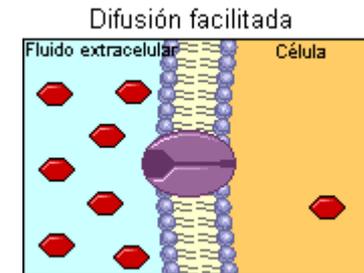
Las giberelinas y auxinas influyen en la absorción del agua al aumentar la elasticidad de la pared celular.

# GRADIENTE DE DIFUSIÓN

La difusión, también conocida como migración, es el nombre científico para la mezcla de los átomos, las moléculas o iones de dos sustancias diferentes en contacto una con la otra. Las sustancias pueden ser gases, líquidos o sólidos, y la difusión es el resultado del movimiento térmico aleatorio de sus partículas.

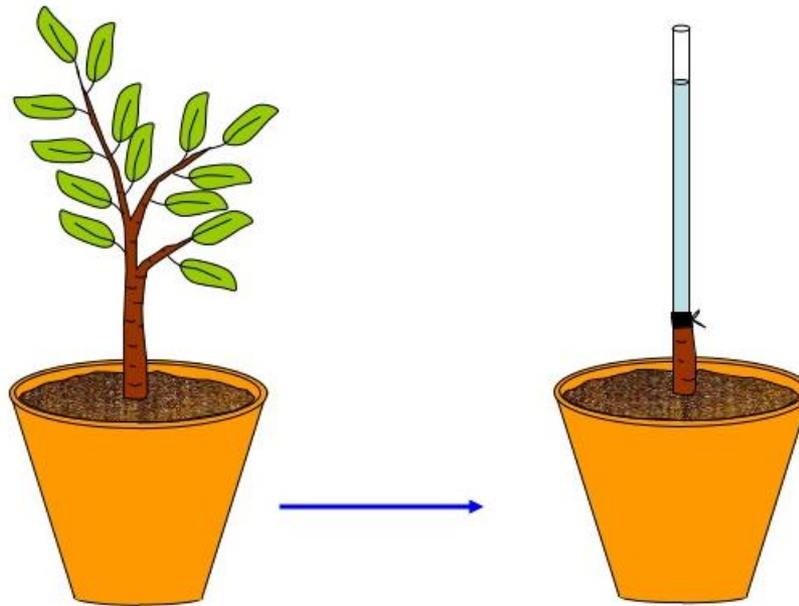
## **Ejemplos**

*Un gradiente de difusión es responsable de muchos fenómenos cotidianos, tales como la dispersión de un vapor en el aire, o la disolución de una sal en agua. Una gota de perfume, por ejemplo, se evapora rápidamente para crear una alta concentración de moléculas de perfume por encima de la gota. Las moléculas de perfume chocan unas con otras, separando las moléculas más y más lejos de la gota inicial, por lo que con el tiempo su concentración se iguala en todo el espacio en el que la gota fue puesta en libertad. Del mismo modo, una pila de sal de mesa (cloruro de sodio) en agua, rápidamente se disocia en iones sodio con carga ( $\text{Na}^+$ ) y cloruro ( $\text{Cl}^-$ ). Los iones se separan gradualmente a partir de una densa concentración hacia las zonas de menor concentración.*



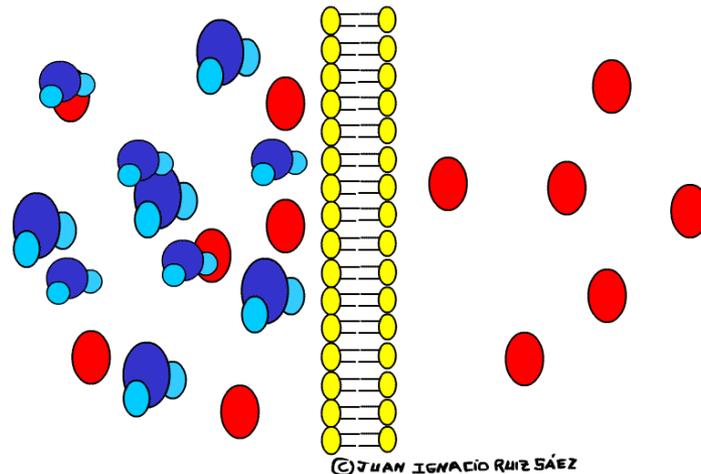
Fuerzas que explican la entrada del agua a la raíz:

**3. Acción metabólica (*Presión de raíz*).** Presión desarrollada en los vasos del xilema como resultado de la actividad metabólica (absorción activa de sales) de las raíces. Presión insuficiente para mover el agua a alturas considerables.



Fuerzas que explican la entrada del agua a la raíz:

**4. Ósmosis.** El agua circula desde el suelo al interior de la raíz a favor de un gradiente de presión osmótica creciente. Es decir, el agua pasa a través de la epidermis de la raíz, del cortex, y penetra en los conductos del xilema debido a que va encontrando concentraciones de soluto crecientes a medida que pasa de las células exteriores de la raíz a las interiores.

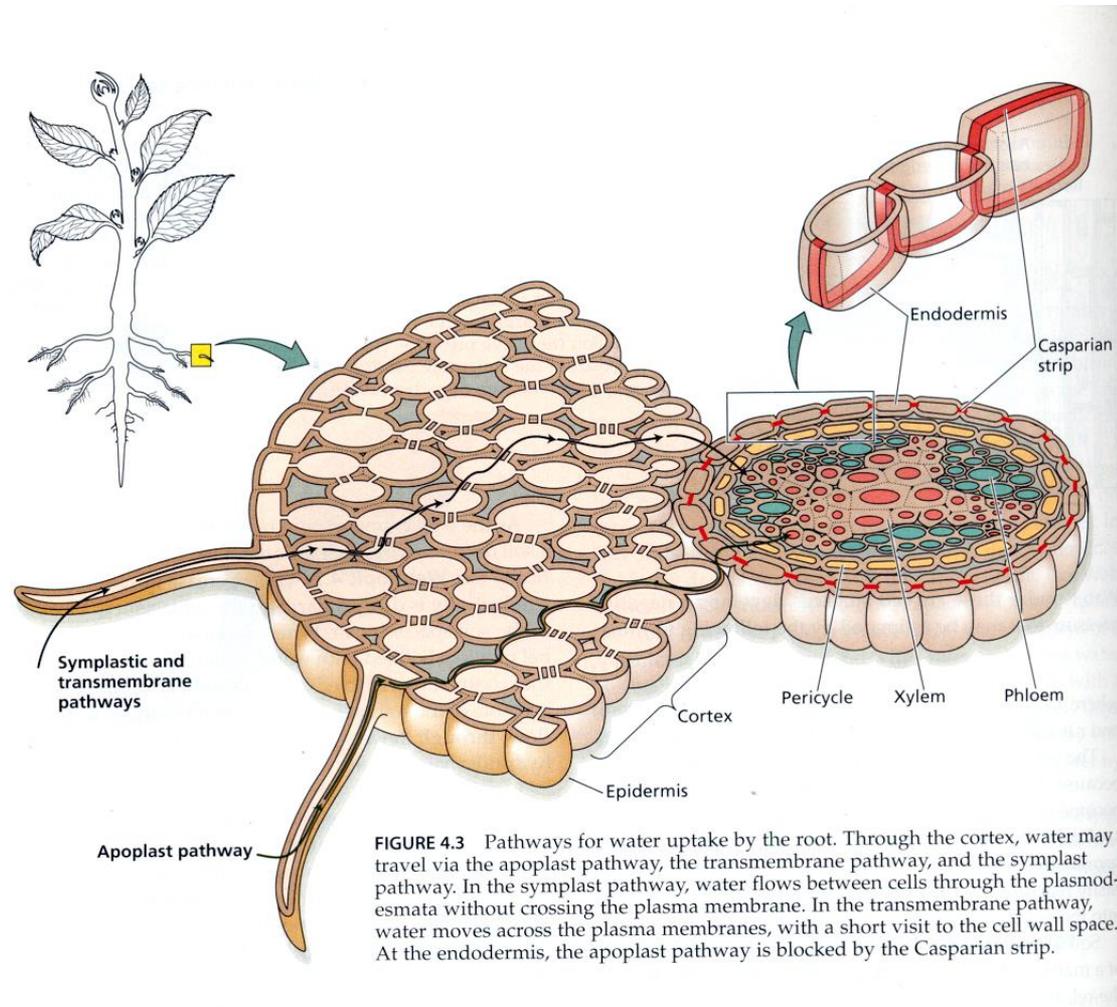


# CAMINO SEGUIDO POR EL AGUA

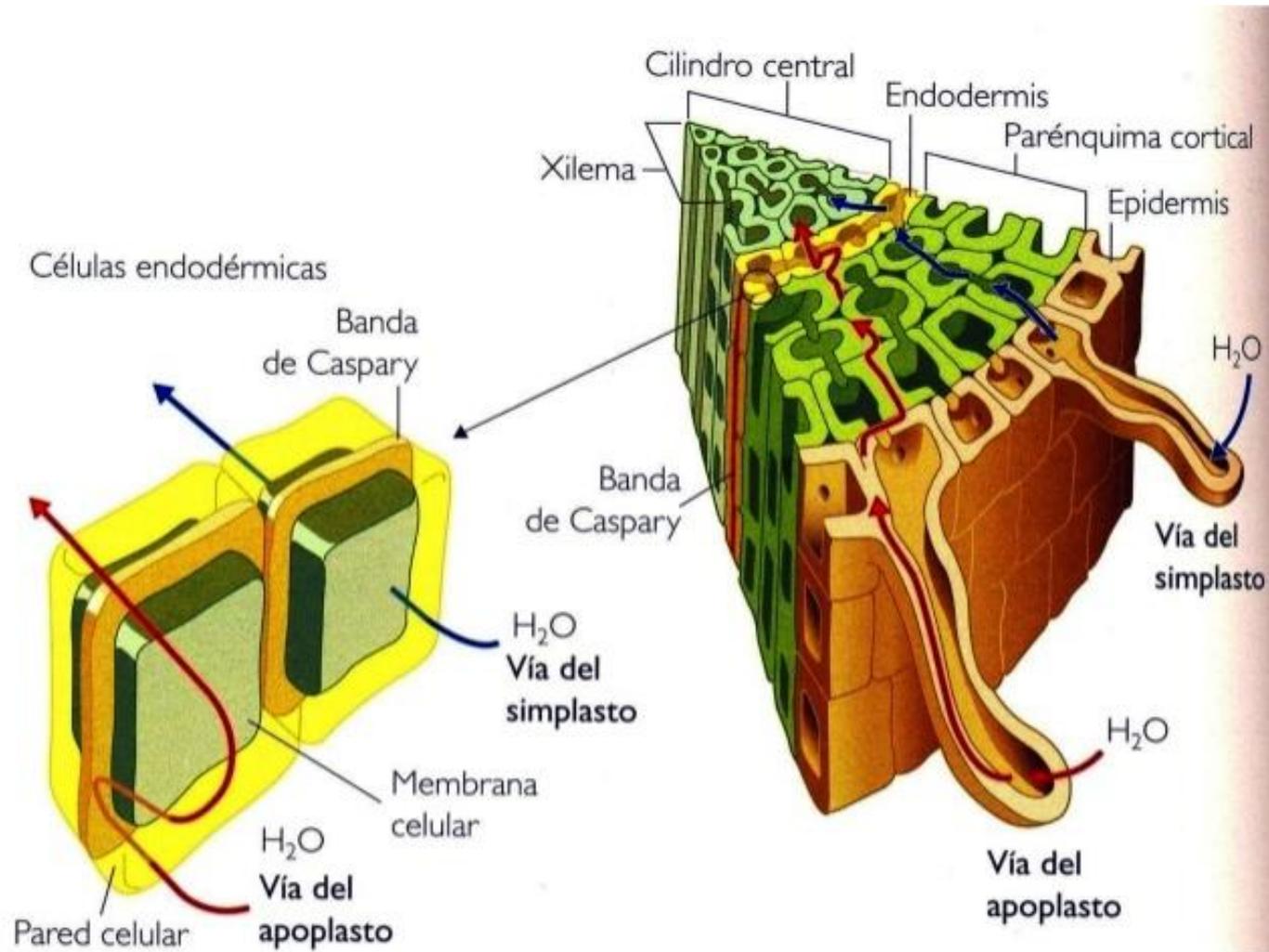
Camino seguido por el agua:

- 1. *Vía Apoplasto.*** Transporte de agua a través de las paredes celulares, los espacios intercelulares entre las células y el xilema.
- 2. *Vía Simplasto.*** Transporte de agua a través del citoplasma celular, unido por los plasmodesmos.

# CAMINO SEGUIDO POR EL AGUA



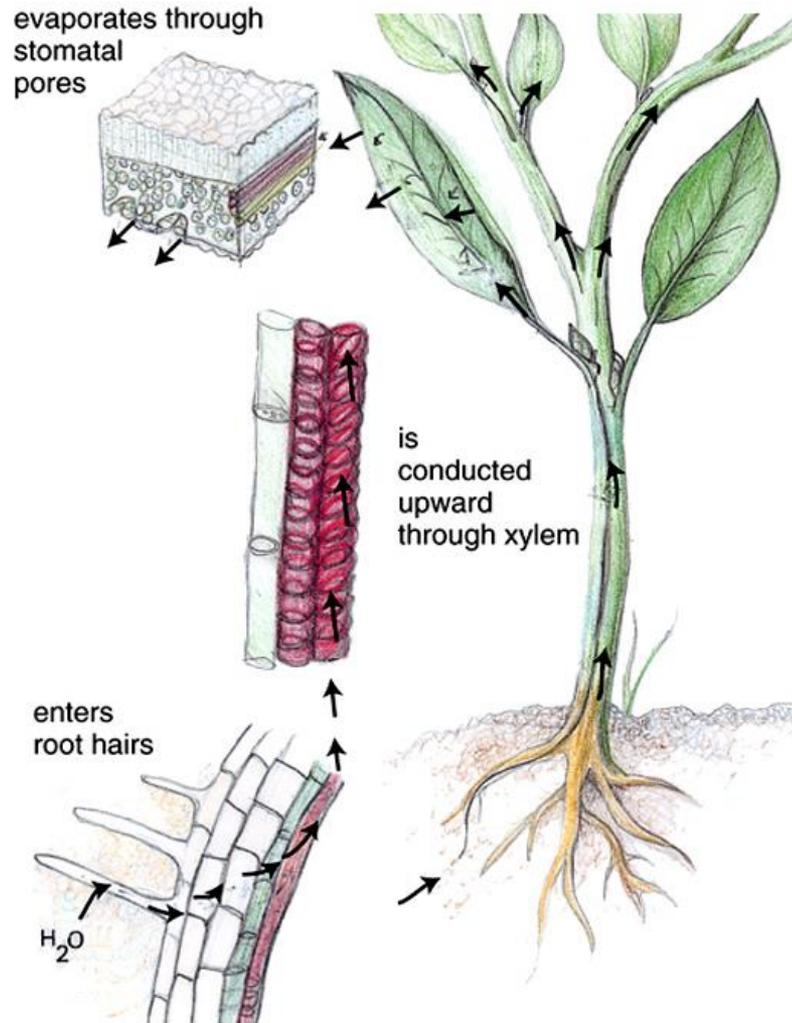
# CAMINO SEGUIDO POR EL AGUA



## *Banda de Caspary:*

Engrosamiento altamente suberizado de las paredes celulares, que impide el paso del agua del exterior al interior, o viceversa, a menos que atraviese las células, esto es, a través de las membranas celulares y el citoplasma.

# MOVIMIENTO SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA



La penetración del agua ocurre por la raíz; básicamente a través de los pelos radiculares. Esta se mueve hasta la endodermis, para posteriormente continuar a través de las paredes celulares, siguiendo el camino apoplástico. El agua y materiales disueltos son forzados a pasar por las membranas celulares y la Banda de Caspary, donde se realiza un proceso selectivo de los iones requeridos por la planta. Desde el tejido vascular, el agua, en su fase líquida, continúa viajando hasta llegar a las células del mesófilo en las hojas; de ahí se difunde a la cavidad subestomatal, donde cambia a la fase gaseosa; por último, es disipada a la atmósfera, debido a que el gradiente de humedad entre la atmósfera y la cavidad estomática es muy grande.

Slayter ha demostrado que el gradiente para el movimiento del agua a través de la planta se presenta en el siguiente orden de magnitud:

suelo -1.0 bars, tallo -10.0 bars, hoja 1-15.0 bars y atmósfera -1000 bars.

Esto demuestra el gran diferencial en el potencial total del agua en la continuidad suelo-planta-atmósfera.

La forma más eficiente para las plantas de regular su contenido hídrico es abrir y cerrar sus estomas, en respuesta a las condiciones ambientales.

Factores que influyen sobre la absorción de agua por la raíces:

## **1. Factores del suelo.**

*Temperatura.* Bajas temperaturas reducen la absorción de agua.

- El agua es más viscosa reduciendo su movilidad.
- Protoplasma menos permeable.

Factores que influyen sobre la absorción de agua por la raíces:

## ***2. Concentración de la solución del suelo.***

*El agua se absorbe gracias al gradiente de déficit de presión existente entre la disolución del suelo y el protoplasma celular de las células de la raíz.*

Factores que influyen sobre la absorción de agua por la raíces:

### ***3. Aireación del suelo.***

*El crecimiento de las raíces y su metabolismo son frenados de modo decisivo en condiciones de baja tensión de oxígeno.*

*Si un suelo queda saturado por un fuerte aguacero o riego y queda sometido inmediatamente después a un sol intenso, las hojas de las plantas aparecerán marchitas por un tiempo limitado. Este fenómeno conocido como "flopping" o desmayo de la planta está provocado por un retardo en la absorción de agua como resultado de la ocupación por el agua de los espacios previamente ocupados por la atmósfera del suelo, lo cual provoca una insuficiente aireación de las raíces.*

Factores que influyen sobre la absorción de agua por la raíces:

#### ***4. Disponibilidad de agua en el suelo.***

*No toda el agua del suelo puede ser absorbida por la planta.*

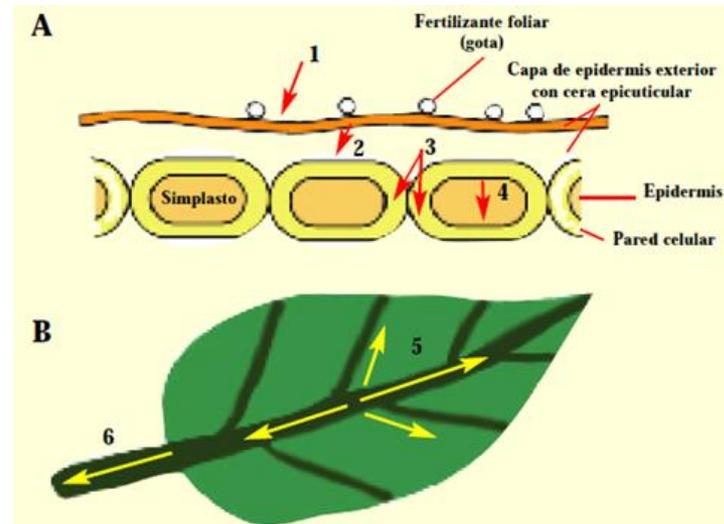
- *Capacidad de Campo*
- *Punto de Marchitez Permanente*

# ABSORCIÓN POR PARTES AÉREAS

# ABSORCIÓN POR PARTES AÉREAS

La absorción de agua tanto en forma líquida como en forma de vapor tiene lugar a pequeña escala a través de las partes aéreas de las plantas aéreas.

La importancia de este fenómeno depende del déficit de presión de difusión de las células foliares y de la permeabilidad de la capa de cutina.



# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANWAR MH., SW HUSSAIN., S BHATTACHARJEE., D. BURRITT., LP TRAN. 2016. Drought Stress Tolerance in Plants. Physiology and Biochemistry. Ed. Springer.
- AZCON-BIETO J. y TALON M. (eds.) (2013). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Interamericana, McGraw-Hill.
- BARCELO J., NICOLÁS G., SABATER B. y SÁNCHEZ-TAMÉS R. (2001). *Fisiología Vegetal*. Editorial Pirámide. Madrid.
- DIAZ DE LA GUARDIA, M. (2004). *Fisiología de las Plantas*. Serv. Publ. Universidad de Córdoba.
- GARCIA FJ., ROSELLO J. y SANTA-MARIA M.P. (2001) *Iniciación a la Fisiología de las Plantas*. Editorial Foro Europa.
- REIGOSA, MJ., PEDROL N. y SANCHEZ, A. (2004). *La ecofisiología vegetal*. Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A., Madrid.
- SALISBURY FB. y ROSS CW. (2000). *Fisiología de las Plantas*. International Thomson Editores Spain- Paraninfo, S.A. Madrid.
- TAIZ L. y ZEIGER E. (2002). *Plant Physiology*. (3ª ed.) Sinauer ASS. Inc. Pub.



# Universidad Autónoma del Estado de México