

9. BIOLOGÍA VEGETAL (13 horas)

Idea fundamental:

La estructura y la función están correlacionadas en el xilema de las plantas.

Presentación realizada a partir de la creada por Aureliano Fernández (IES Martínez Montañas de Sevilla)
<https://sites.google.com/site/iesmmibiologia/>

*IES Santa Clara.
1ºBACHILLER
Dpto Biología y Geología.
<https://biologiageologiaiessantaclarabelenruiz.wordpress.com/bachillerato-internacional/biologia-nivel-superior/>*

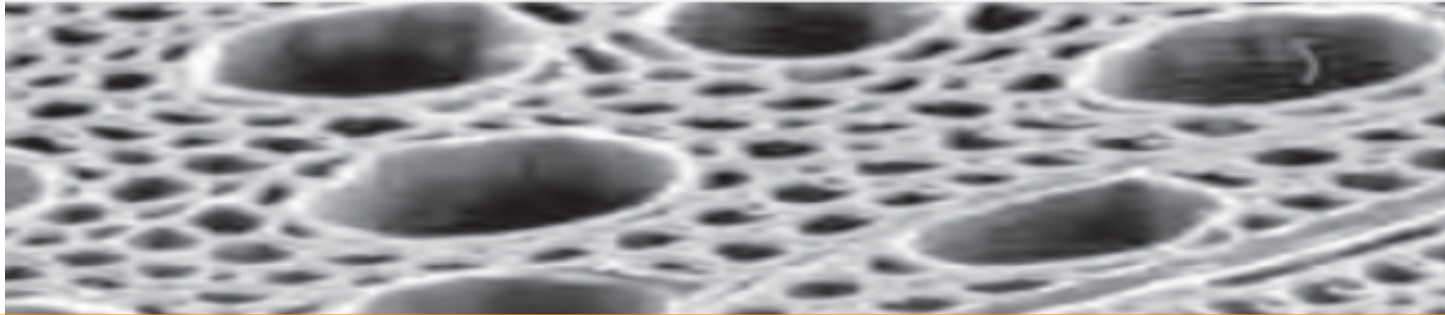
CONTENIDOS

9.1. TRANSPORTE EN EL XILEMA DE LAS PLANTAS.

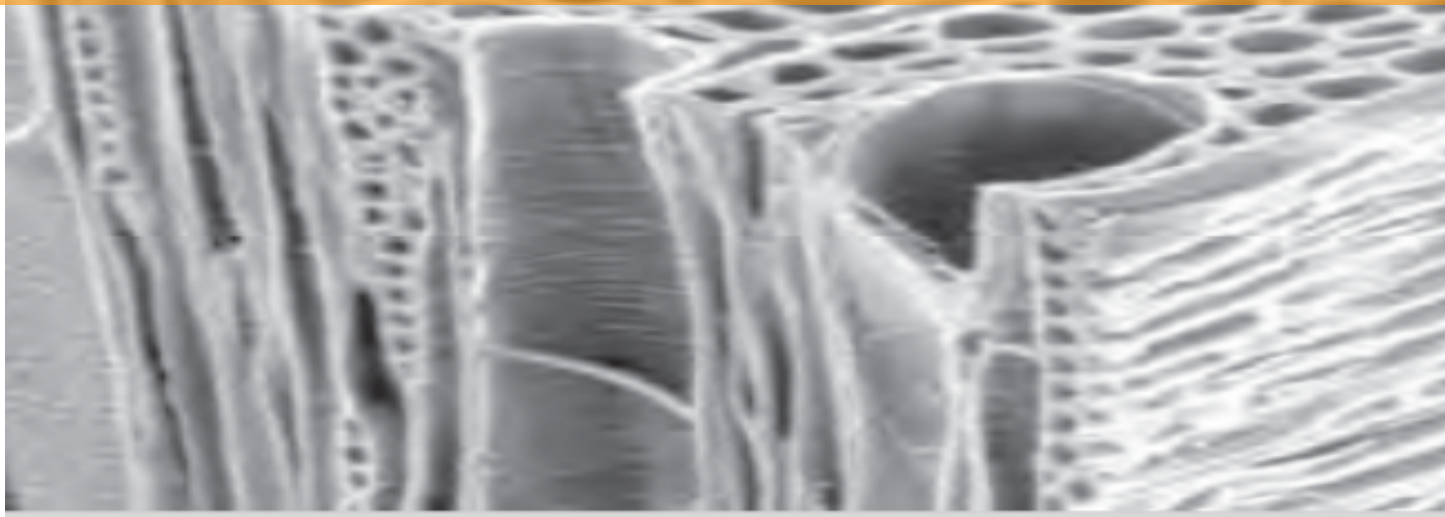
9.2. TRANSPORTE EN EL FLOEMA DE LAS PLANTAS.

9.3. CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.

9.4. REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS.



9.1. TRANSPORTE EN EL XILEMA DE LAS PLANTAS.



*IES Santa Clara.
1ºBACHILLER*

Dpto Biología y Geología.

<https://biologiageologiaiessantaclarabelenruiz.wordpress.com/bachillerato-internacional/biologia-nivel-superior/>

9.1. Transporte en el xilema de las plantas.



Naturaleza de las ciencias

- Uso de modelos como representaciones del mundo real: se pueden investigar los mecanismos implicados en el transporte de agua en el xilema mediante el uso de aparatos y materiales que presenten similitudes estructurales con los tejidos vegetales. (1.10)



Comprensión

- La transpiración es la consecuencia inevitable del intercambio de gases en la hoja.
- Las plantas transportan agua desde las raíces hasta las hojas para reemplazar las pérdidas causadas por transpiración.
- La propiedad cohesiva del agua y la estructura de los vasos del xilema permiten el transporte bajo tensión.
- La propiedad adhesiva del agua y la evaporación generan fuerzas de tensión en las paredes celulares de las hojas.
- La captación activa de iones minerales en las raíces causa la absorción de agua por ósmosis.



Aplicaciones

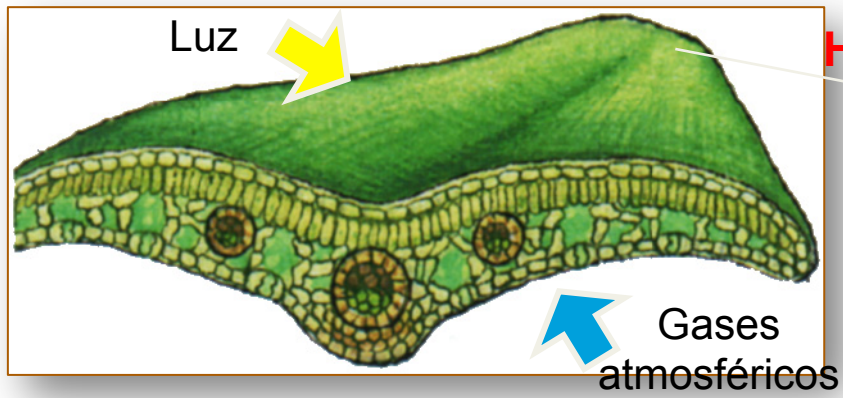
- Adaptaciones de las plantas en los desiertos y en suelos salinos para conservar el agua.
- Modelos de transporte hídrico en el xilema realizados a partir de aparatos sencillos, tales como papel secante o papel de filtro, vasijas de material poroso y tubos capilares.



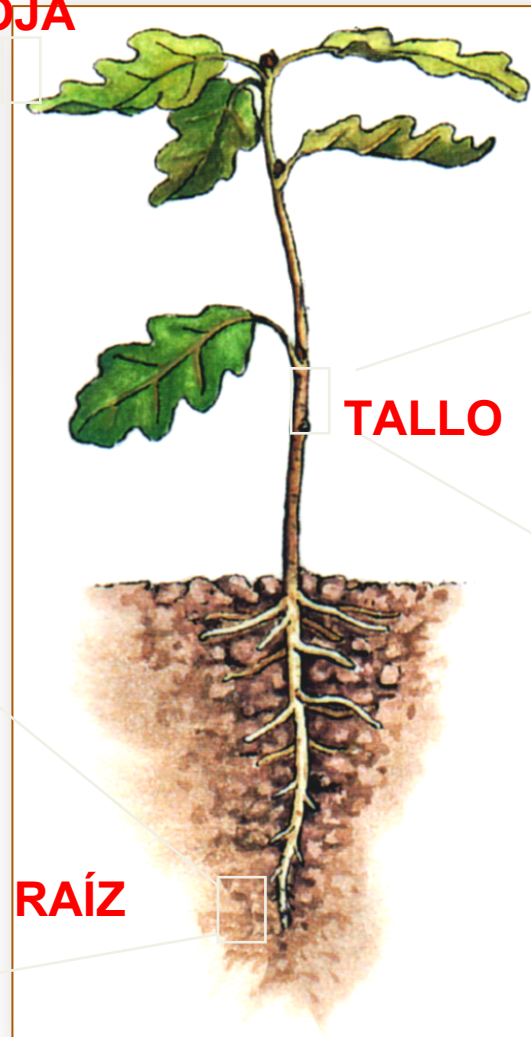
Habilidades

- Dibujo de la estructura de los vasos del xilema primario en secciones de tallos sobre la base de imágenes de microscopio.
- Medición de las tasas de transpiración mediante el uso de potómetros (trabajo práctico 7) .
- Diseño de un experimento para comprobar las hipótesis acerca del efecto de la temperatura o la humedad sobre las tasas de transpiración.

Los vegetales de organización cormofítica tienen estructuras especializadas para la absorción y el transporte de los nutrientes: **raíces**, **hojas** y **tallos**.



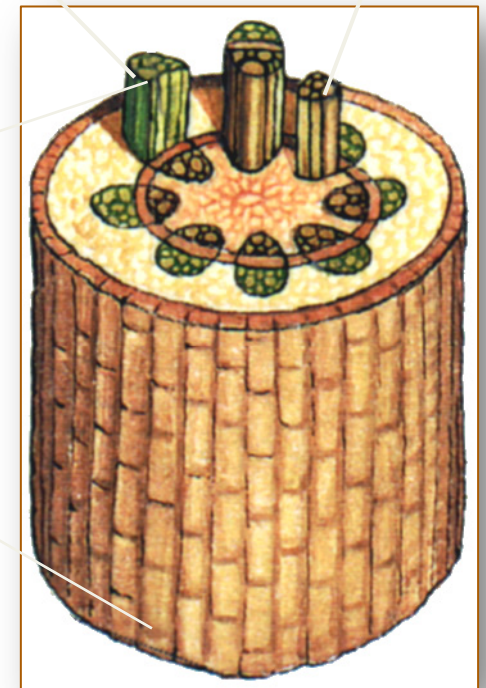
HOJA



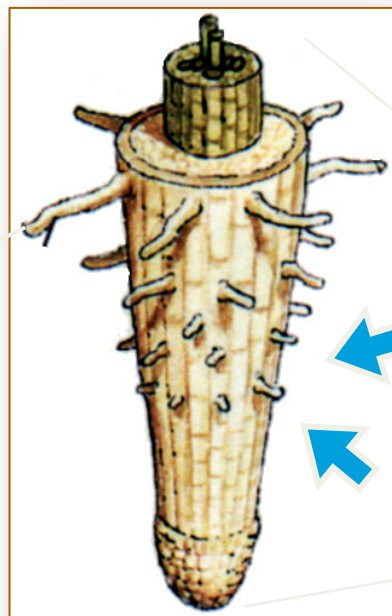
TALLO

RAÍZ

Floema Xilema



Pelos radicales



H₂O

Sales minerales

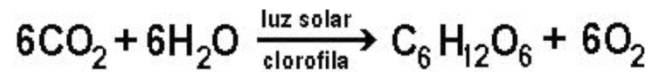


1. Transpiración.

Término clave

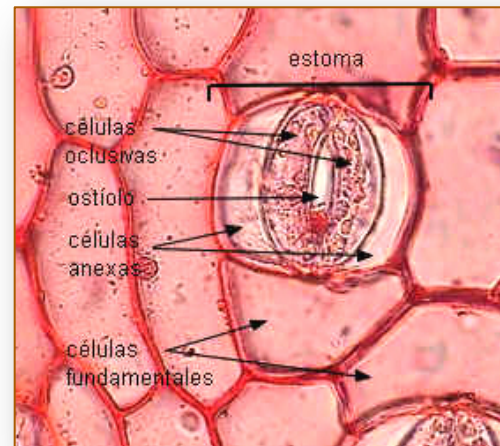
La transpiración es la consecuencia inevitable del intercambio de gases en la hoja

- Las **hojas** de las plantas son el principal órgano de la fotosíntesis.



- La absorción del CO_2 es esencial para la fotosíntesis y la cutícula cerosa de las hojas tiene una permeabilidad muy baja, por lo que se necesitan poros en toda la epidermis: **ESTOMAS**. A través de ellos se produce el intercambio de todos los gases, así que al igual que permite la entrada de CO_2 permite la salida de vapor de H_2O , y esta pérdida de agua es un problema para la planta de difícil solución para las plantas y otros organismos: intercambiar gases sin perder agua.

Transpiración: es la pérdida de vapor de agua de las hojas y tallos de las plantas.



Casi todos los grupos de plantas terrestres tiene estomas, al menos durante una parte de su ciclo vital. La excepción son las hepáticas.

Los estomas solo se encuentran en las hojas y están formados por **dos células oclusivas o guarda**. Cuando a estas células oclusivas llega agua, las células adyacentes se vuelven turgentes y las células oclusivas se curban permitiendo la aparición de un orificio (**ostiolo**) por el cual penetrará el agua. Cuando no hay agua las células pierden agua, se vuelven flácidas y el estoma se cierra.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Célula guarda u oclusiva

Célula epidérmica

Célula epidérmica

Pared interna
de la célula
guarda
engrosada

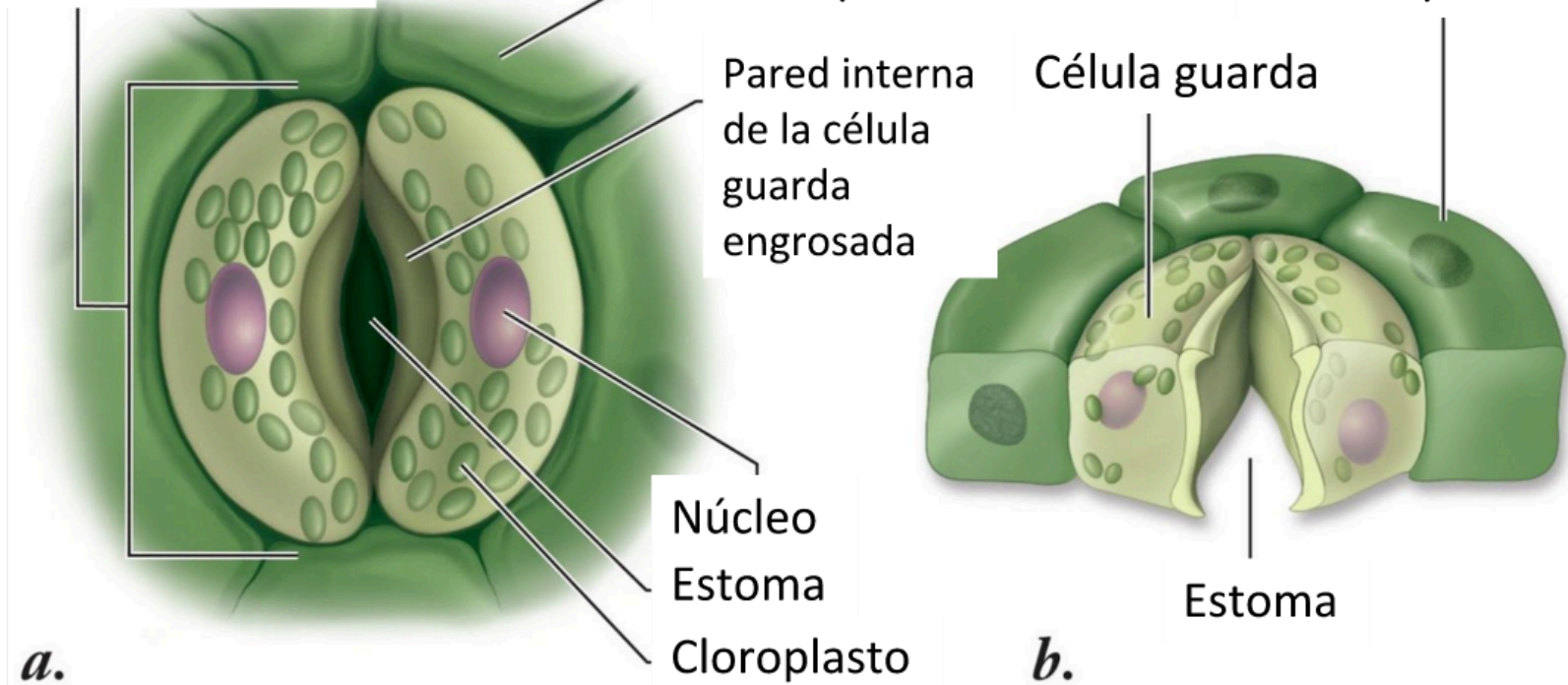
Célula guarda

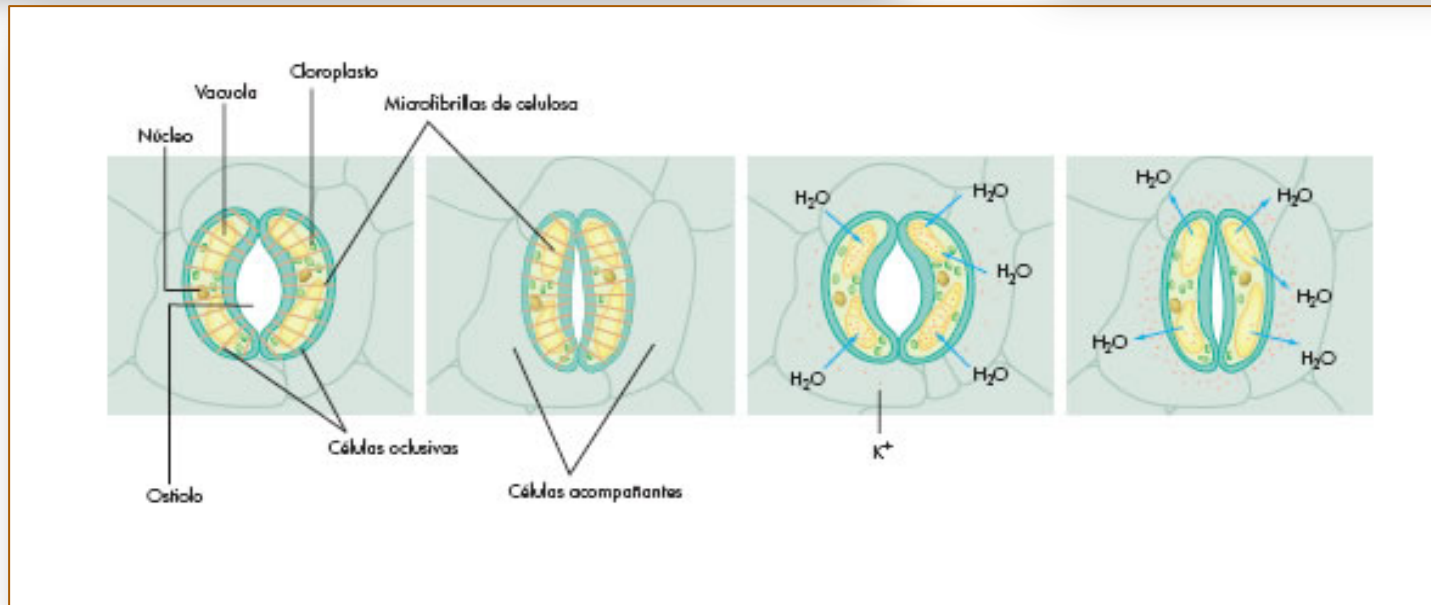
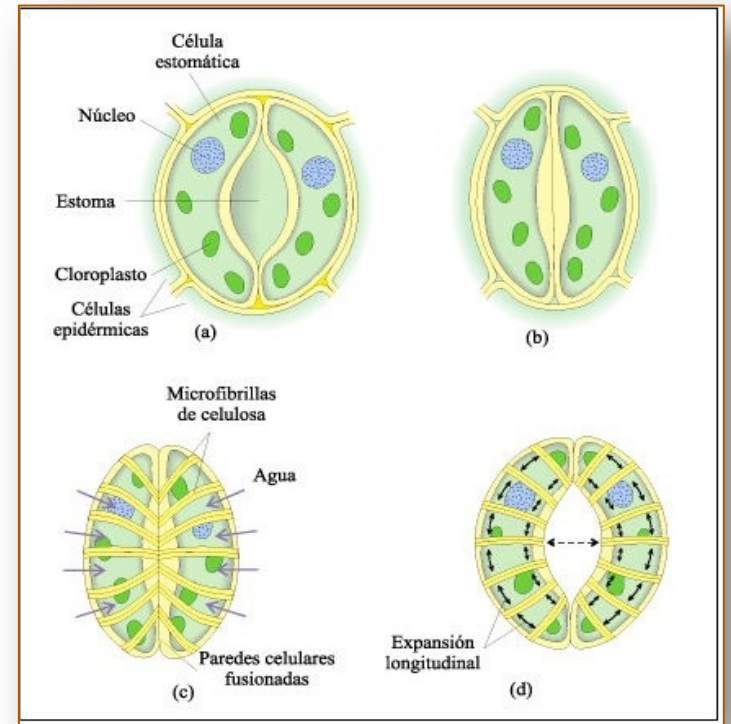
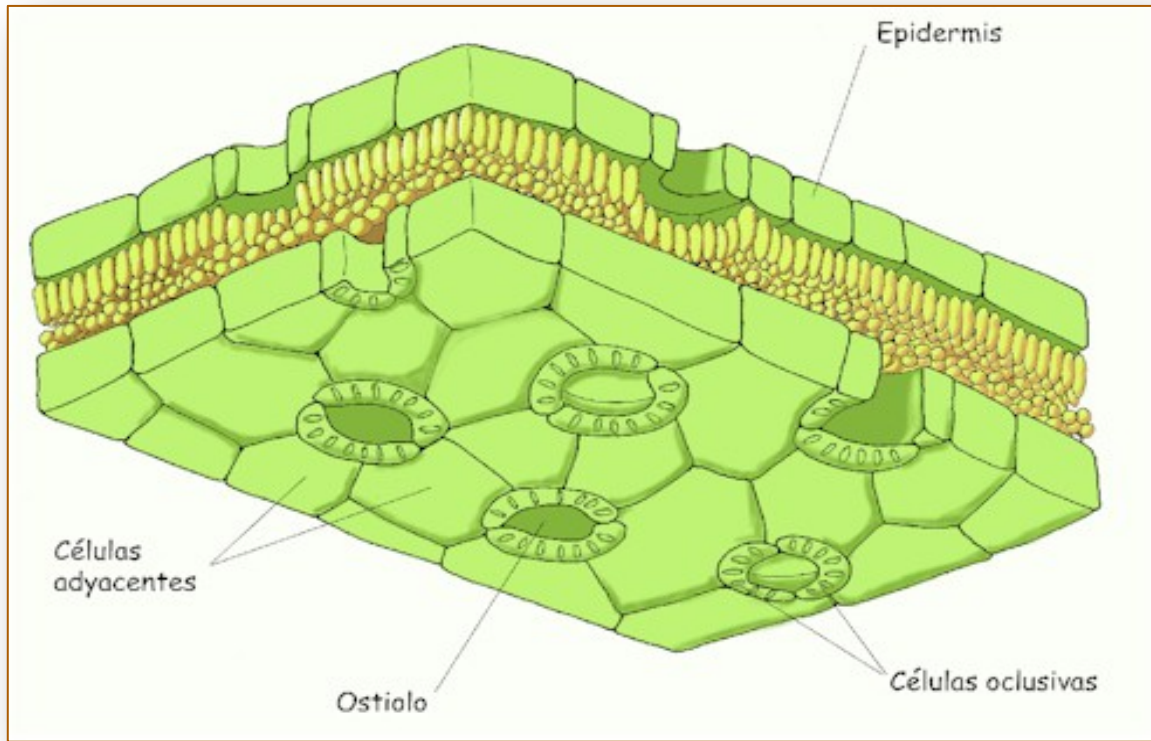
Núcleo
Estoma
Cloroplasto

Estoma

a.

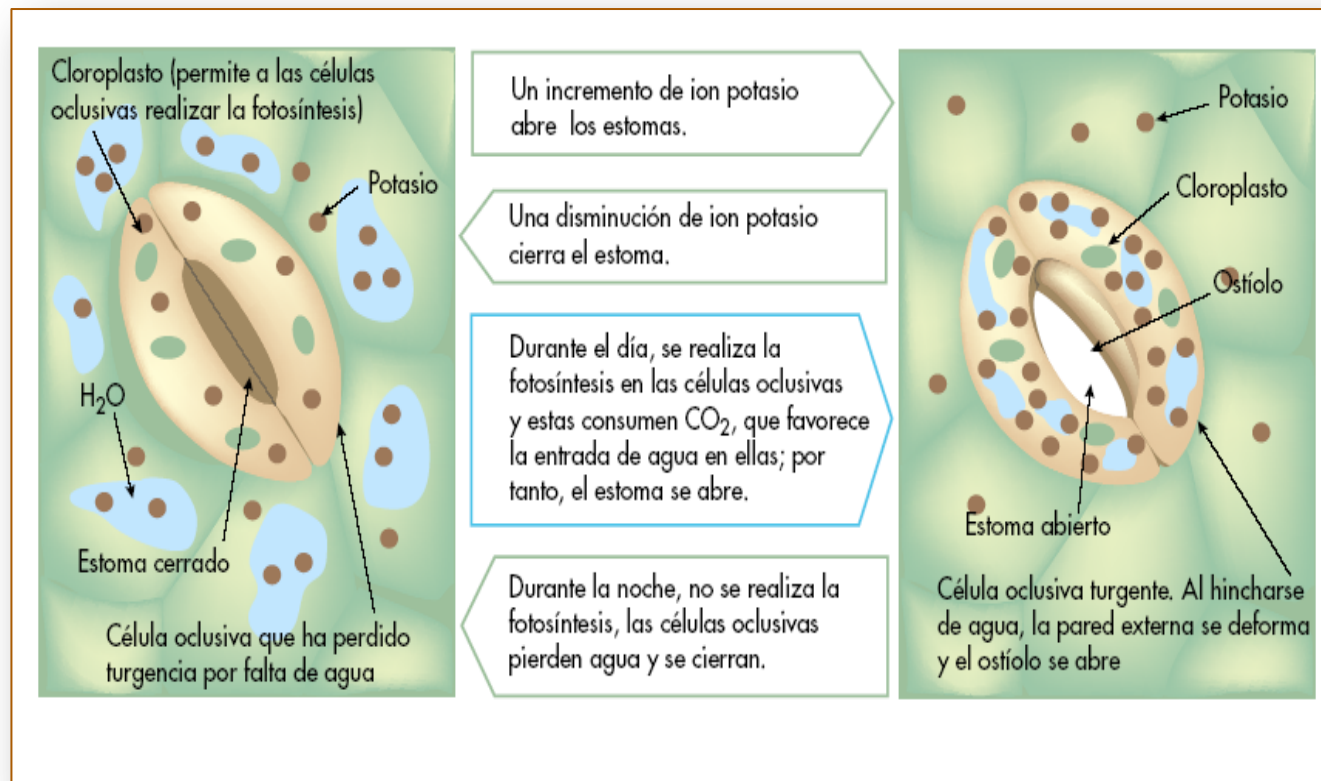
b.



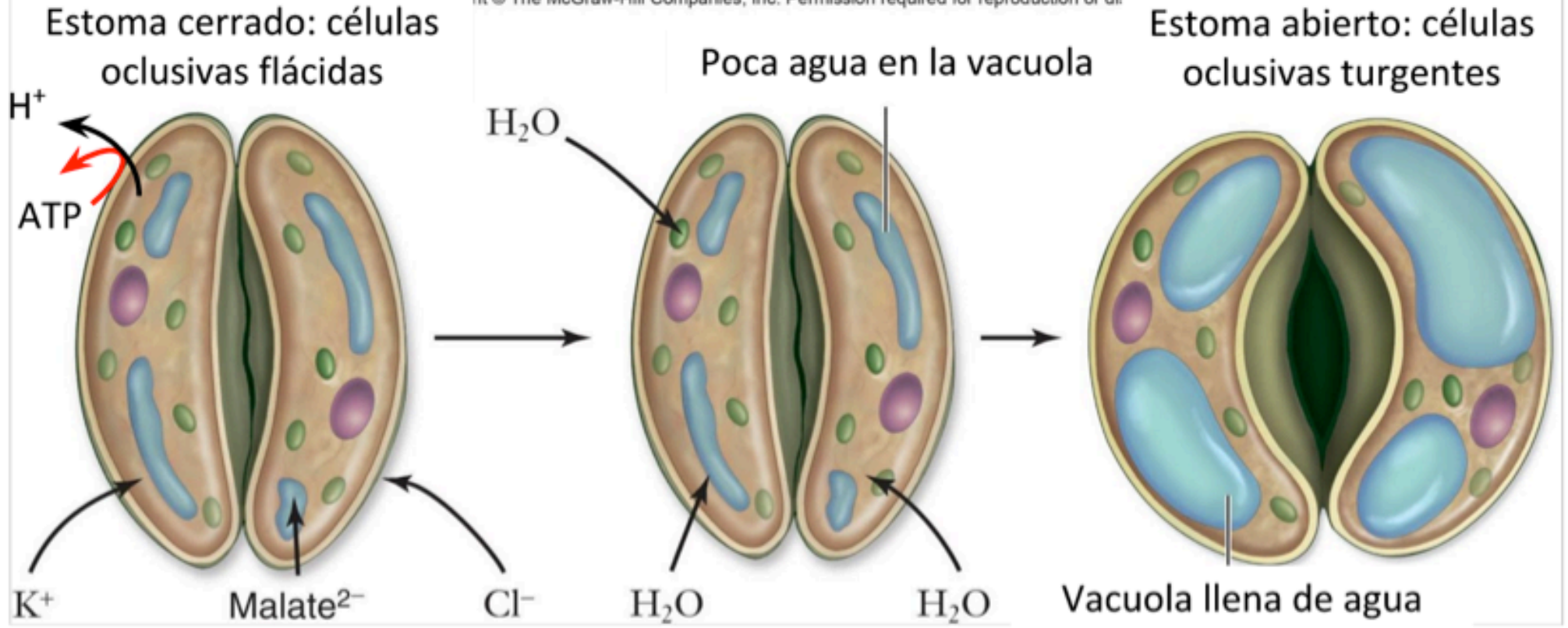


Mecanismo de apertura y cierre de los estomas

- Los cambios de turgencia están relacionados con varios factores:
 - Concentración de iones K^+ .** La entrada de iones de K^+ , Cl^- y malato $^{2-}$, abre los estomas. Al aumentar la concentración de iones en el citoplasma de las células oclusivas el agua entra por ósmosis, las células se vuelven turgentes; el estoma se abre
 - Luz.** Los estomas se abren por el día y se cierran por la noche. Este comportamiento está relacionado con el K^+ y con la concentración de CO_2 .
 - Temperatura.** Solo actúa con altas temperaturas. En estos casos los estomas se cierran para evitar pérdidas de agua.

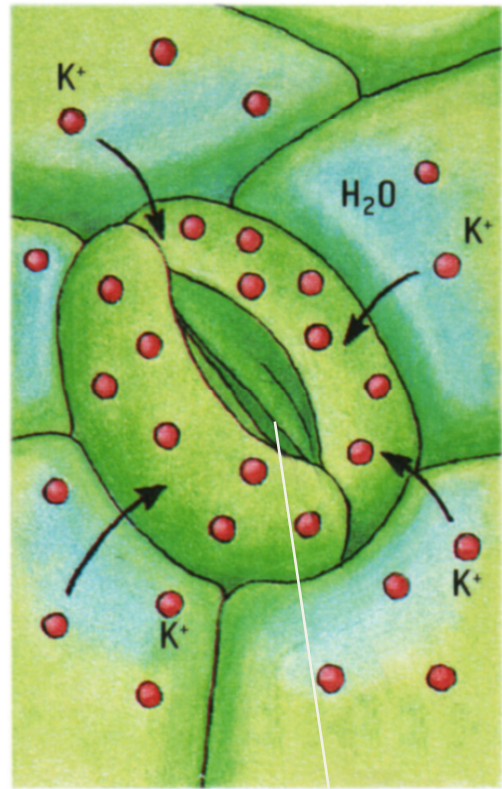


ht © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or di



Mecanismo de apertura y cierre de los estomas

Es debido a los cambios de turgencia de las **células oclusivas** que lo forman. Estos cambios están condicionados por una combinación de diversos factores.



Estoma cerrado

Concentración de iones (K^+ , Cl^- y malato $^{2-}$)

La luz activa la entrada de K^+ , Cl^- y malato $^{2-}$ en las células. Estas captan agua por ósmosis y se hinchan, abriéndose los estomas.

Concentración de CO_2 y luz

Hay luz

La planta realiza la fotosíntesis

Se consume el CO_2

Su concentración disminuye

Se abren los estomas

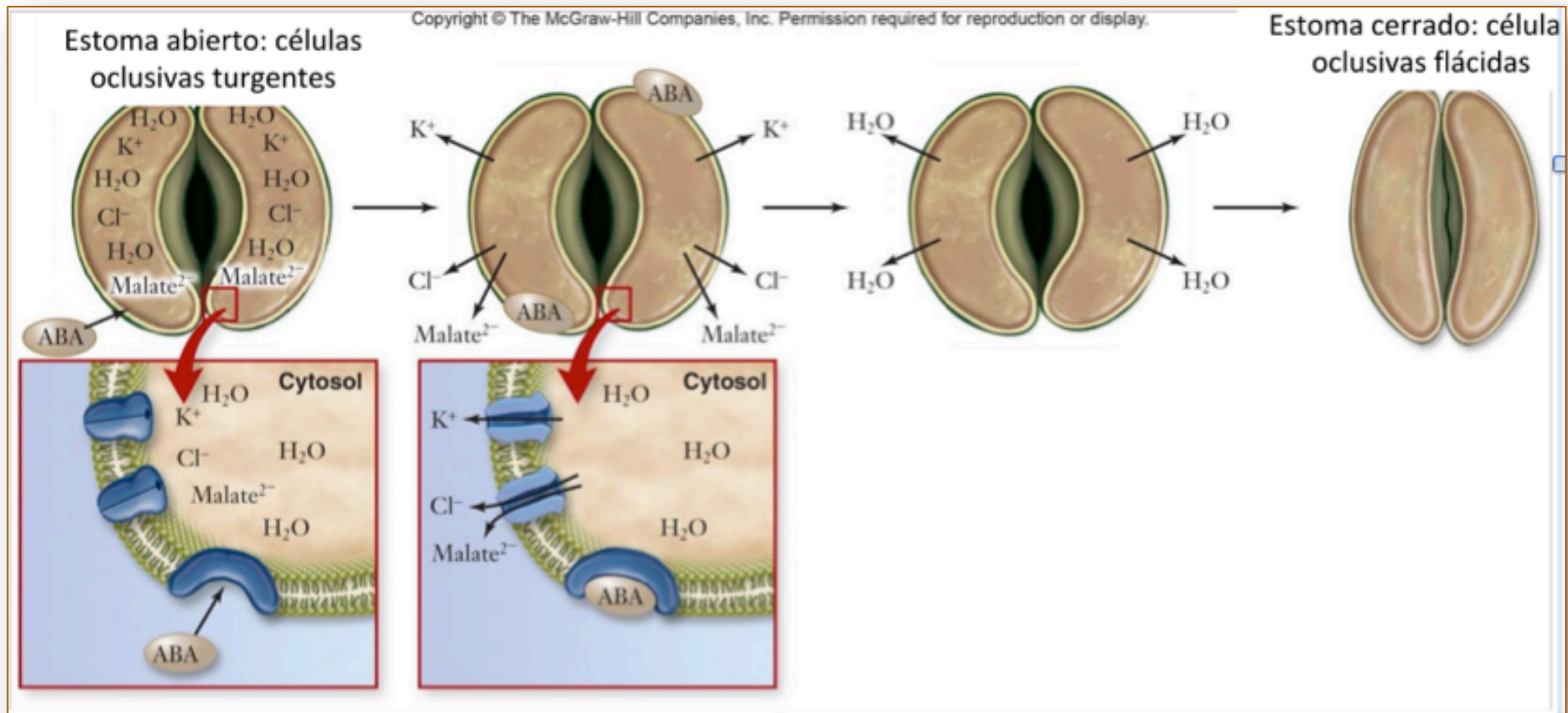


Temperatura

Solo afecta a temperaturas elevadas. Cuando sobrepasa los $35^{\circ}C$, los estomas se cierran.

¿Cómo se cierra un estoma?

El ácido abscísico (ABA), una hormona con diferentes e importantes funciones en las plantas, se une a receptores de membrana en las células oclusivas y abre los canales iónicos, provocando la salida de K^+ , Cl^- y $malato^{2-}$. El citoplasma se vuelve hipotónico y el agua sale por ósmosis. El estoma se cierra.



Transpiration:

Water Movement
Through Plants



Welcome to an animation that will examine how water moves through plants. Plants lose gallons of water every day through the process of transpiration, the evaporation of water from plants through pores in their leaves. Up to 99% of the water absorbed by roots is lost via transpiration through plant leaves. This water loss allows the plant to access CO₂ for photosynthesis and to cool



Plant Parameters			Environmental Conditions			
Cuticle	Stomata	Boundary	Humidity	Temp.	Light	Wind
<input type="range"/>	<input type="range"/>	<input type="range"/>	<input type="range"/>	<input type="range"/>	<input type="range"/>	<input type="range"/>

Credits

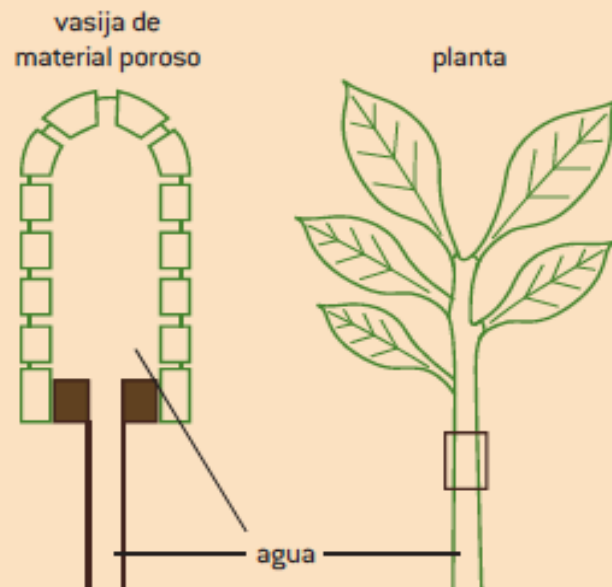


Transcript &
additional
details



Elaboración de modelos del transporte hídrico

Modelos de transporte hídrico en el xilema realizados a partir de aparatos sencillos, tales como papel secante o papel de filtro, vasijas de material poroso y tubos capilares



▲ Figura 2 Se pueden utilizar vasijas de material poroso para crear un modelo de la evaporación de las hojas. Los poros de la vasija se llenan de agua, demostrando adhesión a las moléculas de arcilla del recipiente. A medida que el agua es atraída a la vasija, la cohesión hace que las moléculas de agua suban por el tubo de vidrio.



▲ Figura 3 Tubos capilares sumergidos en agua con colorante y en mercurio. A diferencia del agua, el mercurio no se adhiere al vidrio ni hay cohesión entre los átomos de mercurio, así que el mercurio no sube por el tubo de vidrio.



▲ Figura 4 La capacidad de las fuerzas adhesivas para mover el agua se demuestra en esta imagen. Una toalla de papel doblada con un extremo sumergido en agua transportará agua a un recipiente vacío por acción capilar.

EXAMEN

Resuma el uso de modelos para investigar el transporte de agua en el xilema. [3]

Pregunta	Punto de calificación	Respuestas	Notas	Total
c	a	los modelos permiten estudiar un factor/aspecto independientemente ✓		3 máx.
	b	tubos capilares <de vidrio> para modelizar la adhesión entre el agua y las paredes de los vasos del xilema ✓		
	c	maceta porosa para modelizar el flujo que hay en un vaso del xilema debido a la transpiración de la hoja ✓		
	d	papel secante 0 maceta porosa 0 otro material adecuado para modelizar la adhesión/atracción capilar ✓		

(Más [1] punto adicional como máximo por la calidad de la respuesta)

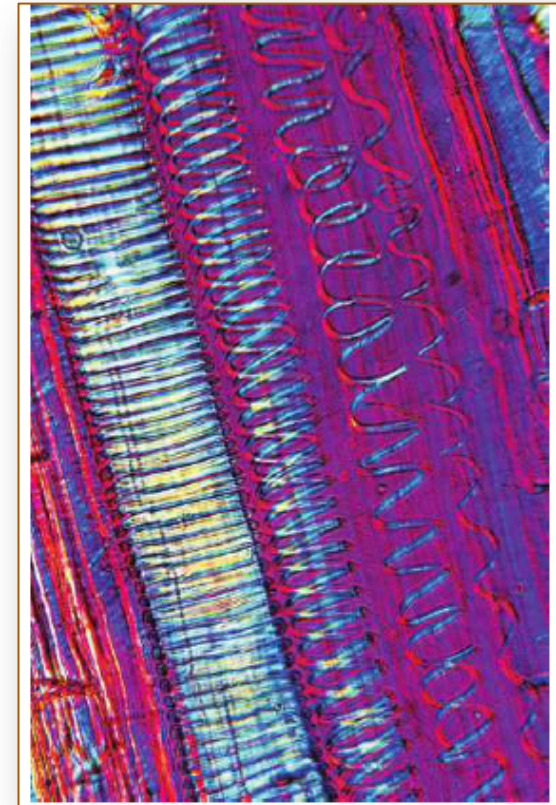


2. La estructura del xilema ayuda a soportar la baja presión.

Término clave

La propiedad cohesiva del agua y la estructura de los vasos del xilema permiten el transporte bajo presión.

- La **estructura del Xilema** permite transportar agua dentro de la célula de manera muy eficiente.
- Los **vasos del xilema son tubos largos y continuos con paredes engrosadas e impregnadas de lignina**. Esto fortalece las paredes para que **puedan soportar presiones muy bajas sin venirse abajo**.
- Los vasos del xilema están formados por hileras de células dispuestas unas detrás de otras.
- En las plantas con flores, en algunos puntos entre células adyacentes en la hilera se elimina gran parte del material de la pared celular, y las membranas plasmáticas y los contenidos de las células se descomponen. Estas células del xilema son inertes cuando maduran, por lo que el paso del agua por ellas es un proceso pasivo.
- La **presión dentro de los vasos del xilema es generalmente mucho menor que la presión atmosférica**, pero **su estructura rígida impide que los vasos del xilema se vengán abajo**.



Micrografía de luz de una sección vertical del xilema o leño primario de un árbol, que muestra los vasos leñosos engrosados y lignificados.

TEJIDOS CONDUCTORES. SISTEMAS VASCULARES.

SISTEMA VASCULAR

XILEMA

FUNCIÓN

Conduce el agua y los nutrientes minerales desde las raíces al resto de órganos.

SUS CÉLULAS

Son alargadas, de paredes lignificadas gruesas. Cuando son maduras pierden su citoplasma y mueren.

TRÁQUEAS O ELEMENTOS DEL VASO



Microfotografía óptica de corte transversal de xilema (X 440).

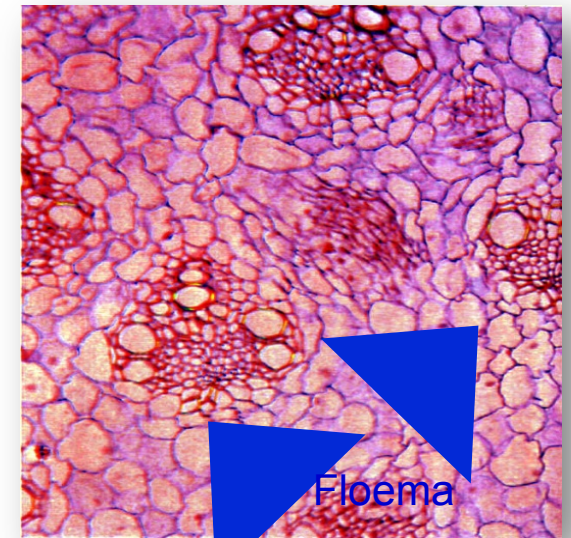
FLOEMA

FUNCIÓN

Conduce la savia elaborada desde los órganos fotosintéticos al resto de la planta.

SUS CÉLULAS

Están vivas y presentan áreas cribosas con poros que comunican sus citoplasmas.



Microfotografía óptica de la sección transversal del tejido vascular (X 380).

ELEMENTOS DE LOS TUBOS CRIBOSOS

XILEMA

Compuesto por

ELEMENTOS VASCULARES

CÉLULAS MUERTAS, CON ENGROSAMIENTOS DE LIGNINA FORMAS DIVERSAS.

ELEMENTOS NO VASCULARES

PARÉNQUIMA RESERVA
FIBRAS ESCLERÉNQUIMA

TIPOS

TRÁQUEAS

CILÍNDRICAS, EN FILA, FORMAN LOS VASOS LEÑOSOS. TABIQUES TRANSVERSALES FALTAN O PERFORADOS

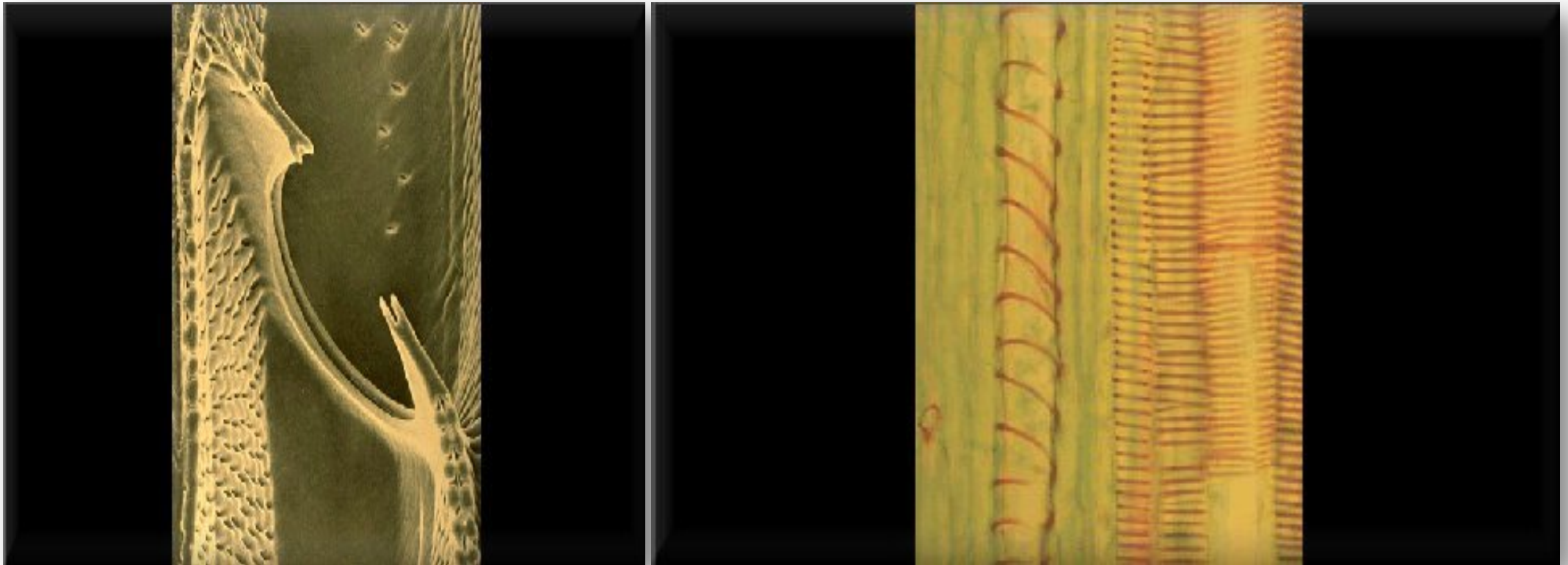
TRAQUEIDAS

LARGAS, DELGADAS, PUNTIAGUDAS, TABIQUES OBLÍCUOS NO PERFORADOS, CON PUNTEADURAS

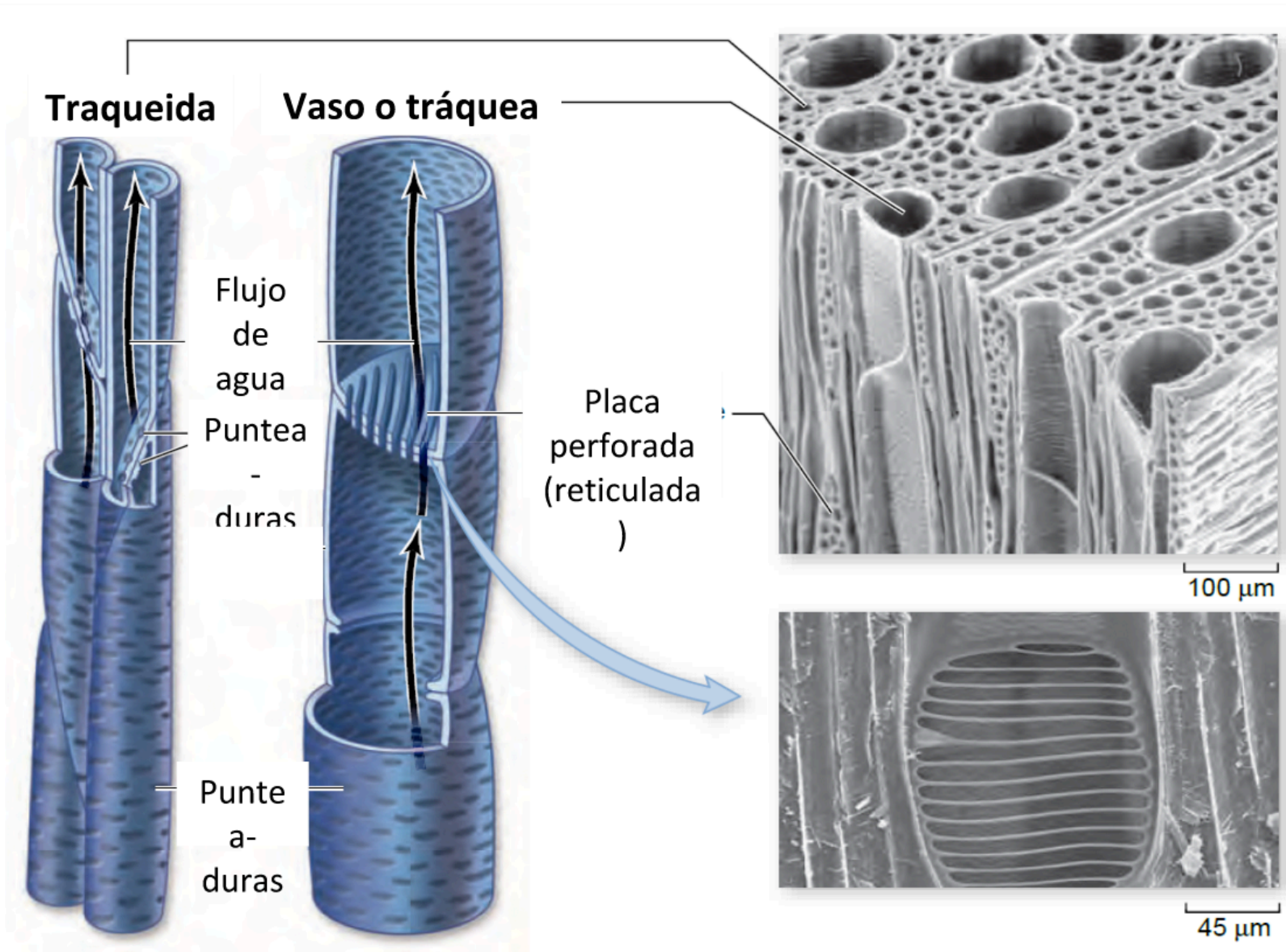
Formados por células cilíndricas que se unen formando tubos

TIPOS

A) XILEMA O LEÑO: Formado por vasos leñosos con células lignificadas muertas. Conducen la savia bruta



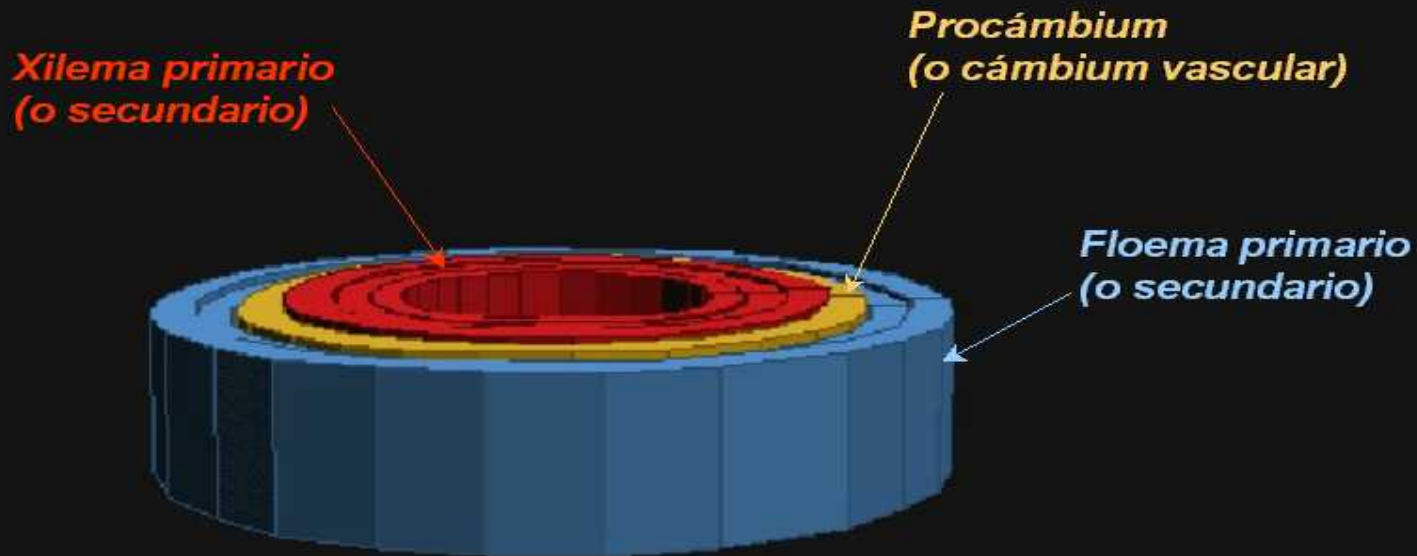
El xilema está compuesto por dos tipos de células: vasos y traqueidas



Traqueidas: Células más largas y solapadas, tabiques de separación con punteaduras.

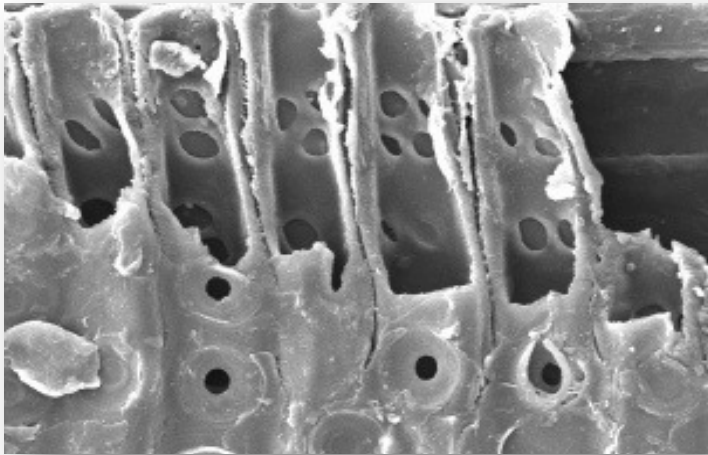
Vasos o tráqueas: Células más cortas y superpuestas, con placas perforadas o sin tabiques de separación.

Actividad del Procámium o del Cámbium Vascular

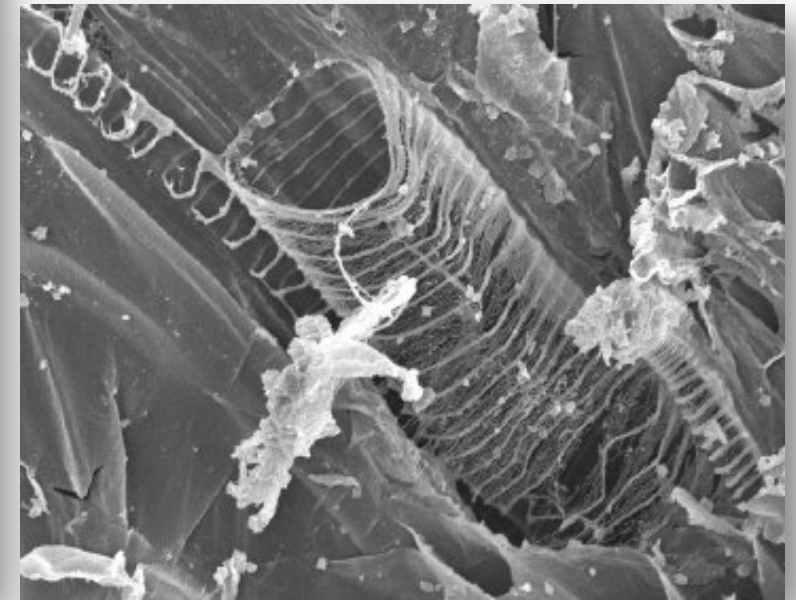
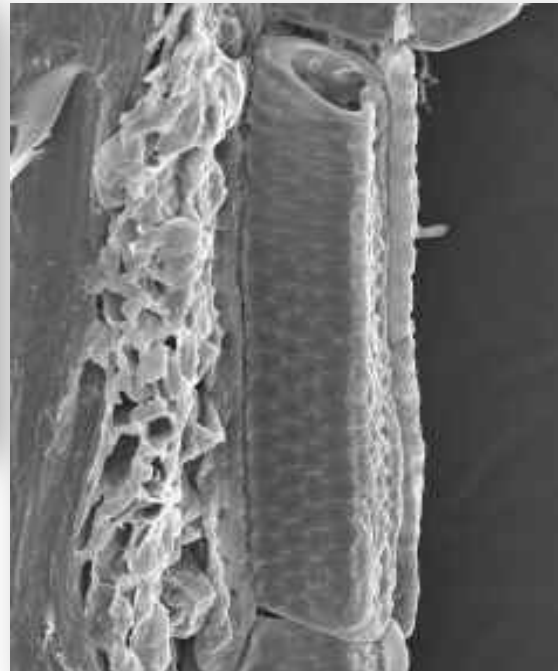


COMPONENTES DEL XILEMA

A) ELEMENTOS VASCULARES: PAREDES REFORZADAS, MUEREN EN LA MADUREZ



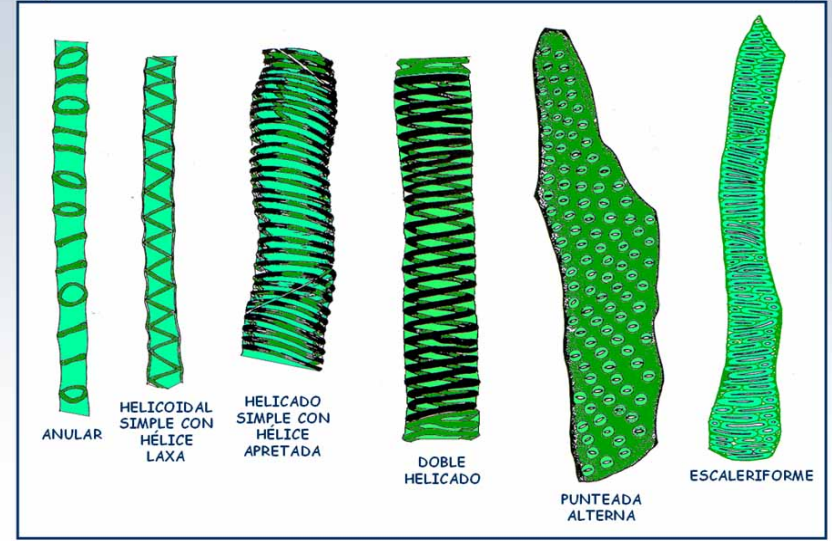
TRAQUEIDAS, con tabiques oblicuos no perforados, sino con punteaduras



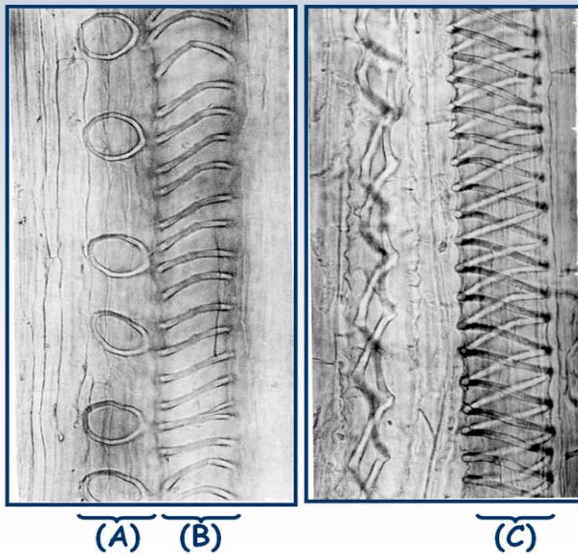
TRÁQUEAS (ELEMENTOS DE LOS VASOS), tabiques perforados o faltan, con engrosamientos anillados o helicoidales de sus paredes



Tipos de Elementos de los Vasos (1)



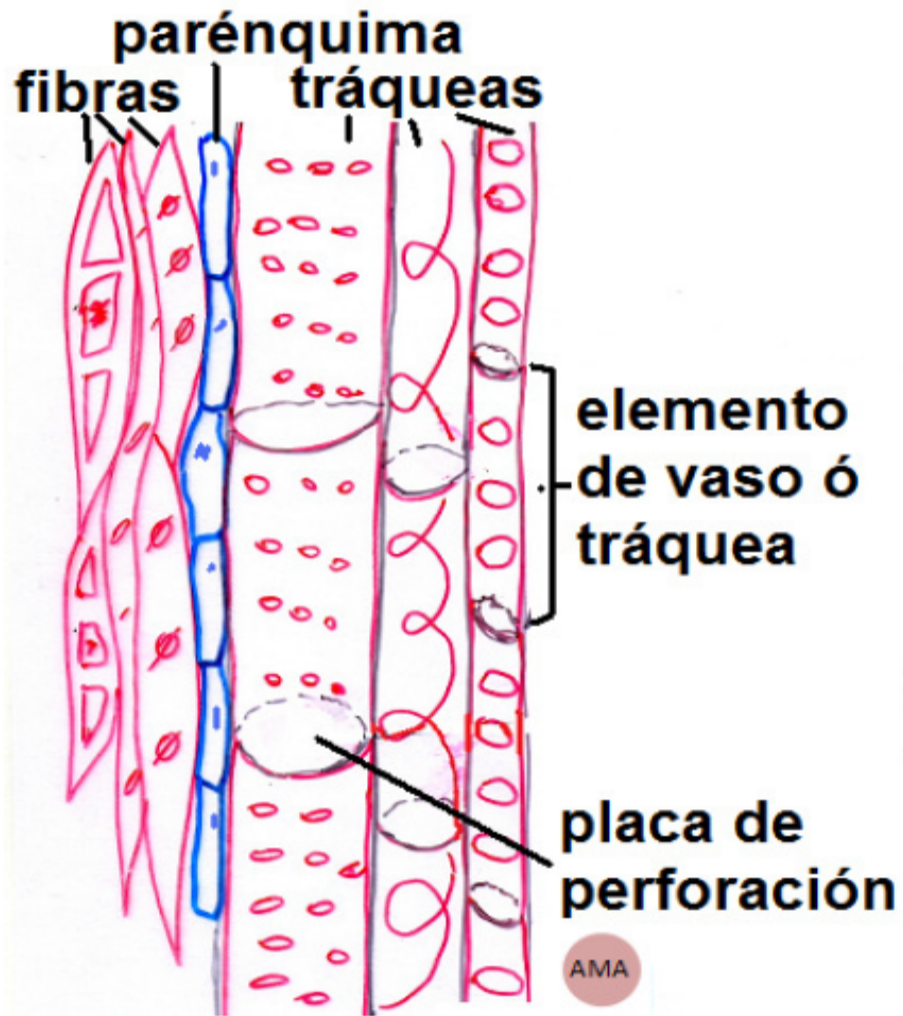
Tipos de Elementos de los Vasos (2)



- (A) Anular
- (B) Helicado laxo
- (C) Doble helicado

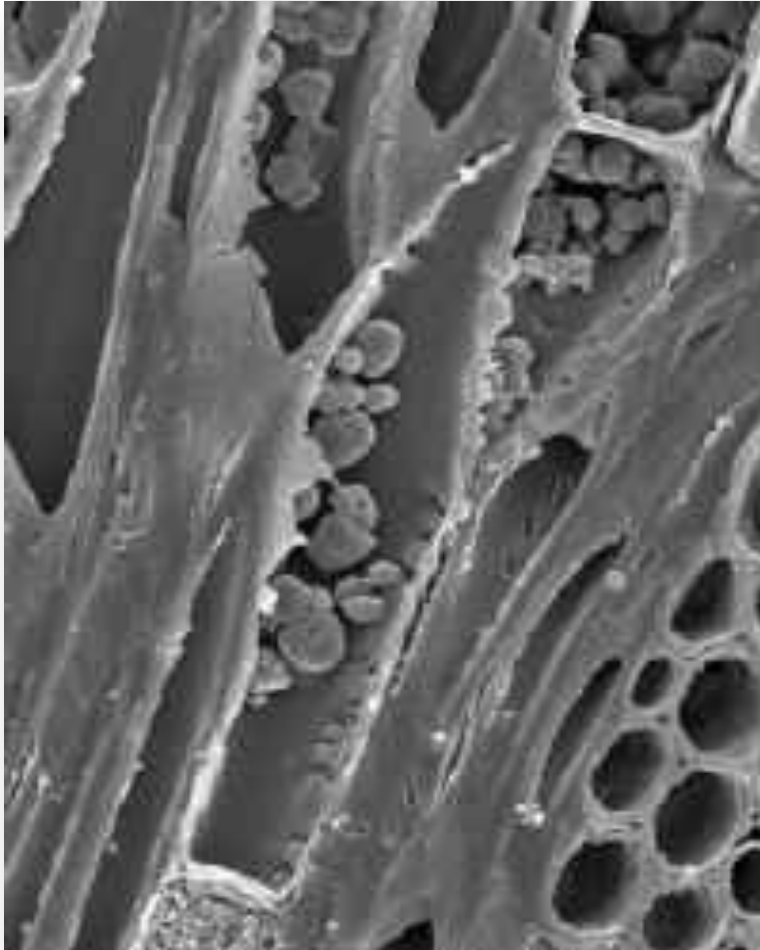
Tejido conductor de agua y sales desde la raíz al resto de la planta. está formado por células muertas. Forman tubos denominados vasos.

XILEMA

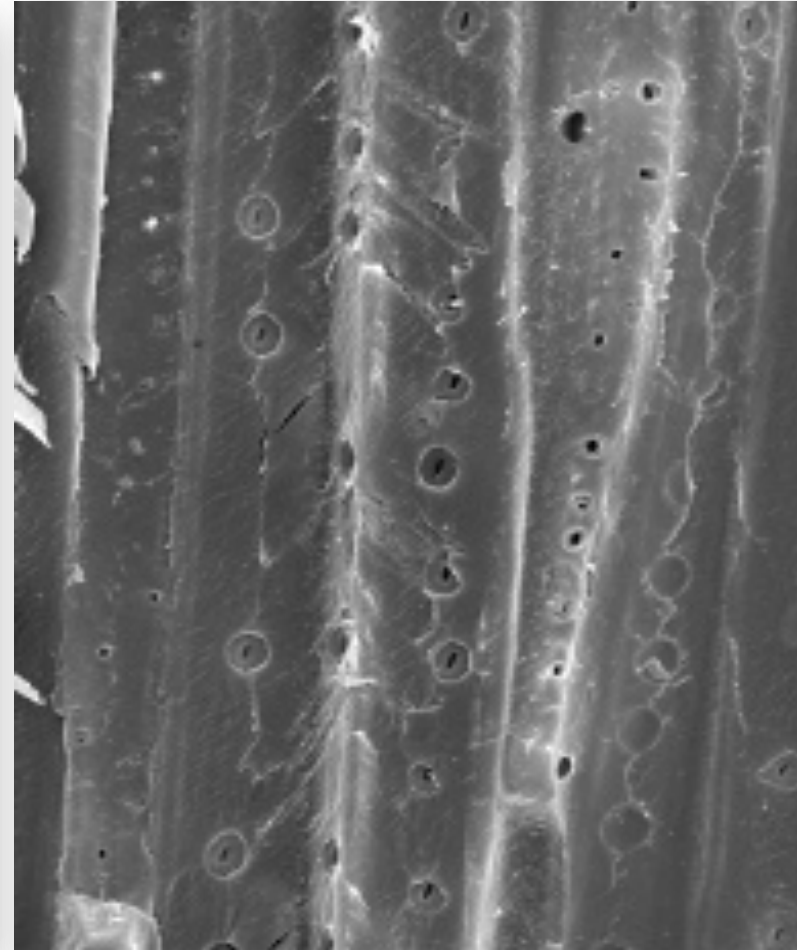


The image cannot be displayed. Your computer may not have enough memory to open the image, or the image may have been corrupted. Restart your computer, and then open the file again. If the red x still appears, you may have to delete the image and then insert it again.

B) ELEMENTOS NO VASCULARES



PARÉNQUIMA DE RESERVA



FIBROTRAQUEIDAS

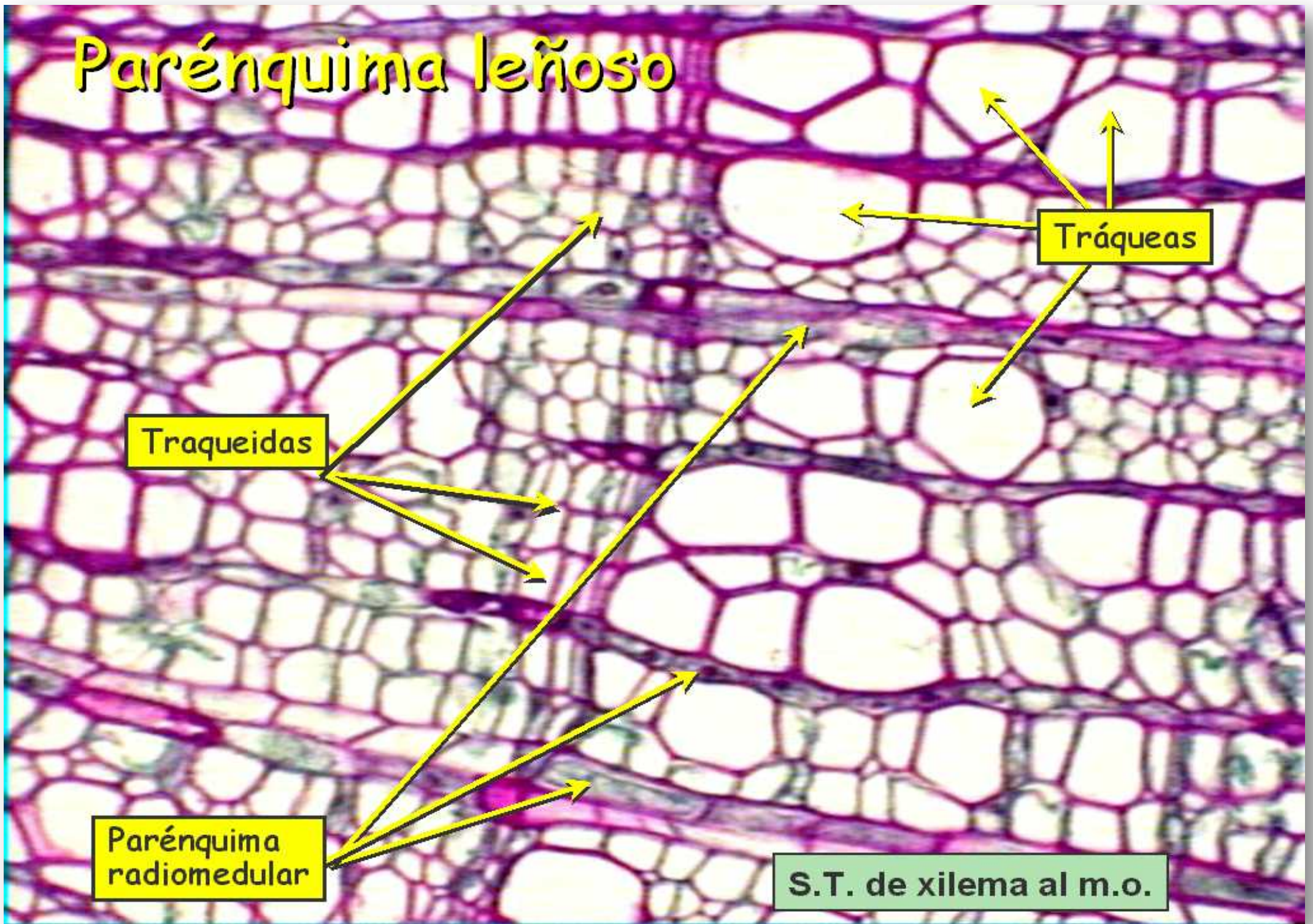
Parénquima leñoso

Traqueidas

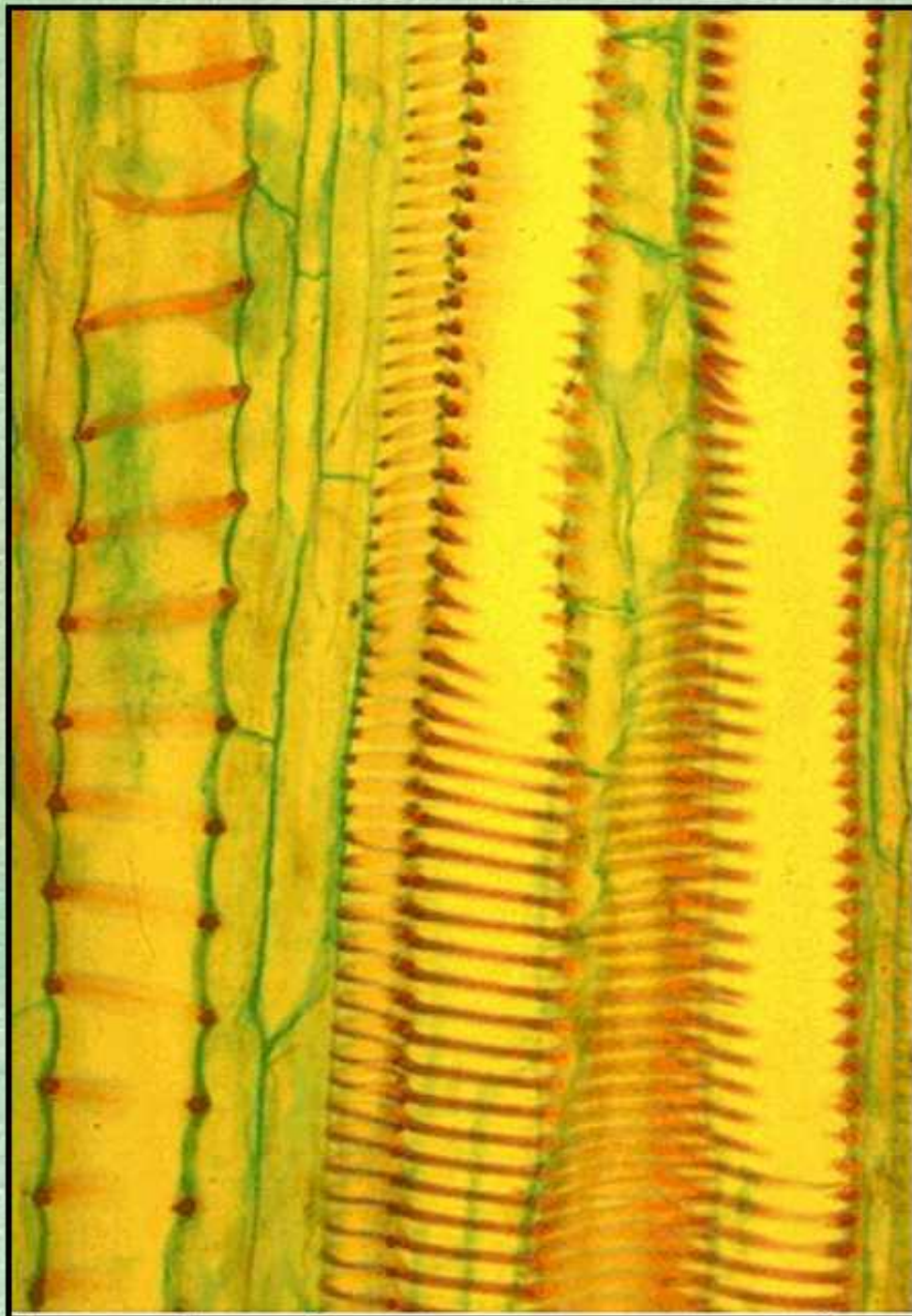
Tráqueas

Parénquima radiomedular

S.T. de xilema al m.o.



Xilema 1°



- (A): Tráquea anular
- (B): Tráqueas helicoidales
- (C): Parénquima leñoso

Sección longitudinal del xilema 1° (protoxilema) de un tallo de *Cucurbita* sp. mostrando tráqueas anulares y helicoidales.

(A)

(C)

(B)

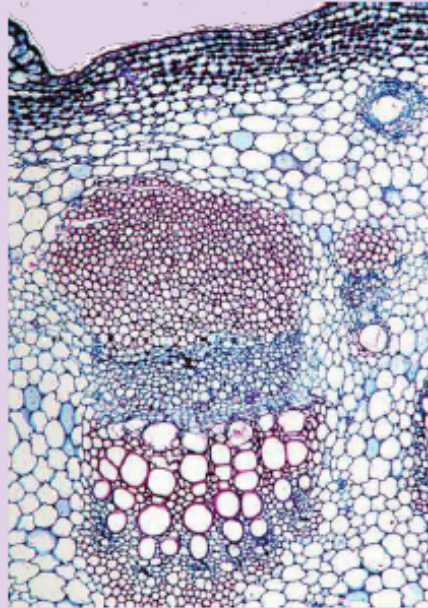


Dibujo de los vasos del xilema

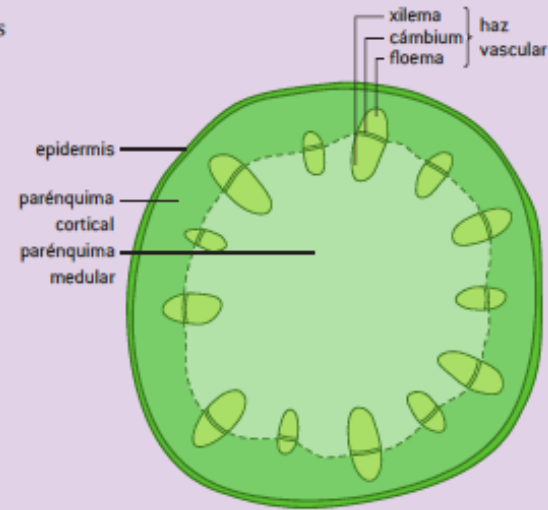
Dibujo de la estructura de los vasos del xilema primario en secciones de tallos sobre la base de imágenes de microscopio

Los vasos del xilema primario son visibles en secciones transversales de tallos jóvenes, como en plantas jóvenes de *Helianthus*. La figura 16 ilustra la estructura del xilema en la sección longitudinal de un tallo. El xilema primario tiene una pared primaria fina no lignificada que es completamente permeable y, además, tiene un engrosamiento secundario lignificado que suele ser anular o helicoidal. El engrosamiento hace que el vaso del xilema pueda seguir creciendo en longitud, pues los anillos del engrosamiento pueden espaciarse o el engrosamiento helicoidal puede estirarse para que el espacio entre cada vuelta sea mayor.

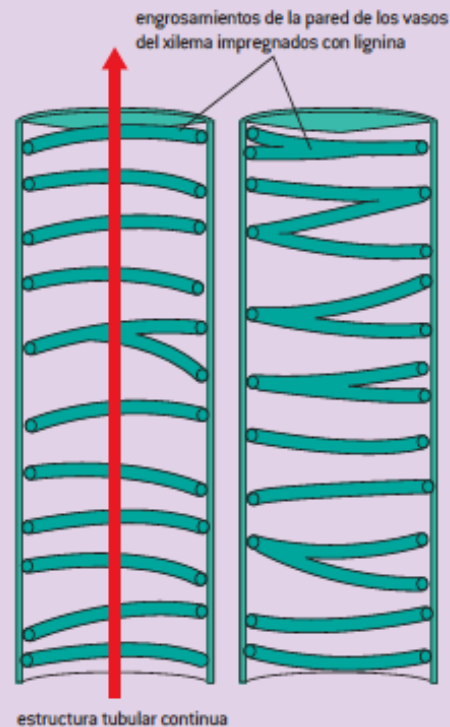
Una vez que una raíz o un tallo dejan de crecer, la planta produce un xilema secundario que está mucho más lignificado. El engrosamiento secundario de su pared celular le proporciona más fuerza, pero no le permite crecer en longitud.



▲ Figura 15 Micrografía de luz de la sección de un tallo joven de un girasol (*Helianthus annuus*), que muestra uno de los muchos haces vasculares. Los haces vasculares tienen una capa externa de esclerenquima (carmesí). A continuación está el floema (azul oscuro), con los tubos del floema, el parénquima y las células acompañantes. A continuación, el xilema (rojo) y, al final del xilema, parches de fibras (rojo). Entre el floema y el xilema está el cámbium (azul claro).



▲ Figura 14



▲ Figura 16 Estructura de los vasos del xilema



3. La tensión en las paredes celulares de la hoja mantiene el flujo de transpiración.

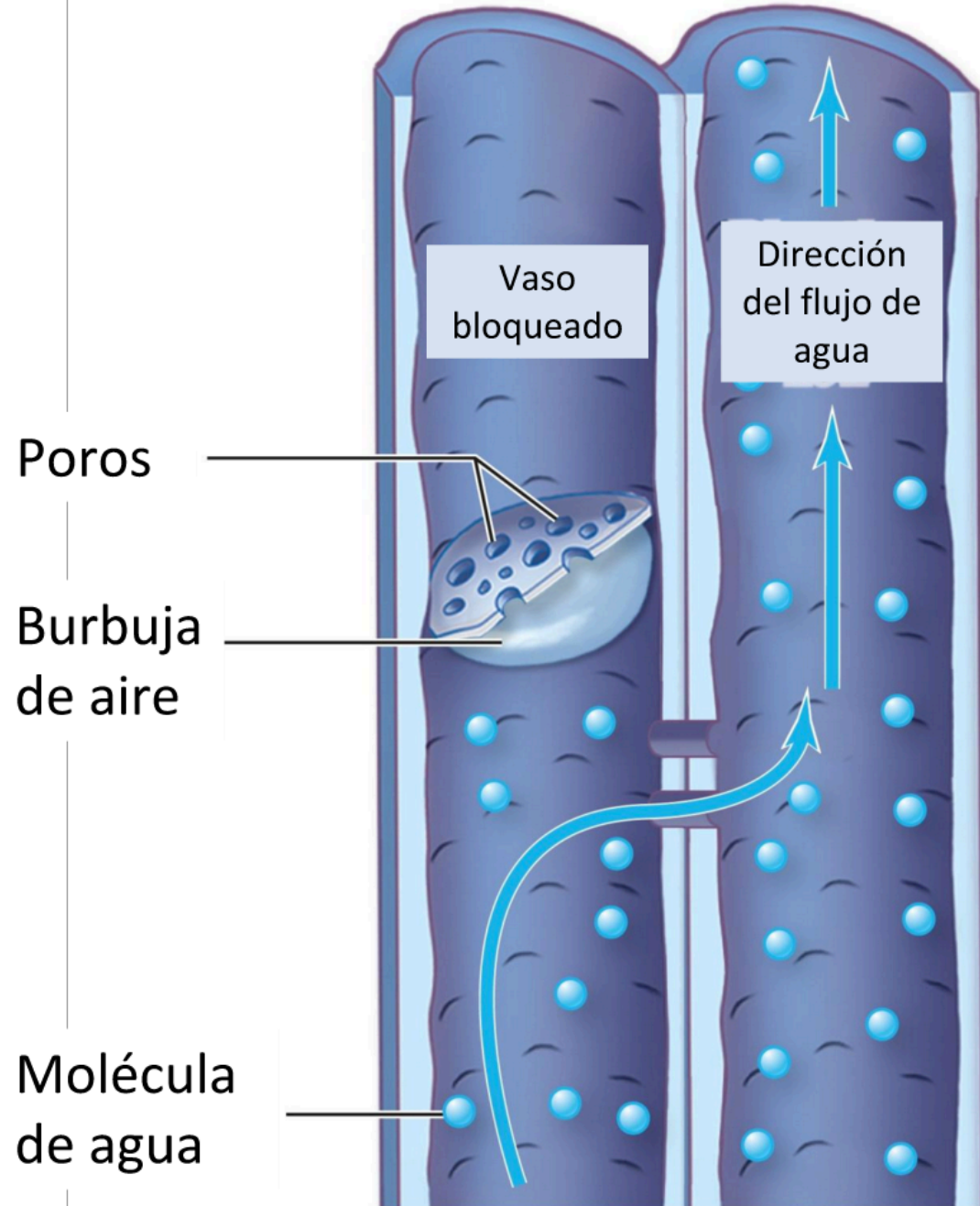
Término clave

La propiedad adhesiva del agua y la evaporación generan fuerzas de tensión en las paredes celulares de las hojas.

- Cuando se evapora agua de la superficie de una hoja, la **adhesión** hace que **se succione a la pared celular el agua más próxima para sustituir la que se ha perdido por evaporación**. El agua más cercana se encuentra en los vasos del xilema en las venas de la hoja.
- Aunque la **presión en el xilema ya es baja**, la **fuerza de adhesión entre las moléculas de agua y las paredes celulares de la hoja es lo suficientemente fuerte** como para succionar agua del xilema, reduciendo aún más su presión.
- La **baja presión genera una fuerza de tracción** que se propaga a través del agua en los vasos del xilema desde el tallo hasta las raíces. La tracción es suficientemente fuerte como para desplazar el agua hacia arriba, contra la fuerza de la gravedad, hasta la cima del árbol más alto. **Este es un proceso pasivo para la planta, ya que toda la energía necesaria proviene de la energía térmica (calor) que causa la transpiración**. La tracción del agua hacia arriba en los vasos del xilema depende de la cohesión que existe entre las moléculas de agua.
- Muchos líquidos serán incapaces de resistir presiones tan bajas en los vasos del xilema y se romperá la columna de líquido: esto se llama **cavitación** y a veces ocurre incluso con el agua, pero es inusual. Aunque el agua es un líquido, puede transmitir fuerzas de tracción de la misma manera que un trozo de cuerda.

Cavitación.

La fuerza de cohesión depende de que la columna de agua no se interrumpa. Las burbujas de aire pueden bloquear el transporte de agua (cavitación). Este problema se solventa con la presencia de punteaduras laterales que no pueden ser atravesadas por las burbujas de aire.





4. Transporte activo de los minerales en las raíces.

Término clave

La captación activa de iones minerales en las raíces causa la absorción de agua por ósmosis.

- El **agua** es absorbida en las **células de las raíces** por **ósmosis**. Esto ocurre porque la concentración de solutos en las células de las raíces es mayor que en el agua del suelo.
- La mayoría de los solutos en las células de las raíces y en el suelo son **iones minerales**. Las concentraciones de iones minerales en la raíz pueden ser 100 veces superiores o más a las del suelo. **Estos gradientes de concentración** se forman por **transporte activo**, usando bombas de proteínas en las membranas plasmáticas de las células de las raíces. Hay bombas específicas para cada tipo de ion que requiere la planta. Los iones minerales solo pueden ser absorbidos por transporte activo si entran en contacto con la proteína de una bomba determinada. Esto puede ocurrir por difusión o por flujo de masa cuando el agua que lleva los iones drena a través del suelo.
- **Relación interespecífica: mutualismo**. Algunos iones se mueven por el suelo muy lentamente porque se unen a la superficie de las partículas del suelo. Para superar este problema, algunas plantas han desarrollado una relación con un hongo que crece en la superficie de las raíces y a veces incluso en las células de las raíces. Las hifas filiformes del hongo crecen en el suelo, absorben iones minerales (como el fosfato) de la superficie de las partículas del suelo y suministran los iones a las raíces, permitiendo a la planta crecer con éxito en suelos deficientes en minerales. Esta relación se da en muchos árboles, en miembros de la familia del brezo y en las orquídeas. La mayoría de estas plantas, pero no todas, suministran azúcares y otros nutrientes al hongo, así que tanto el hongo como la planta se benefician.

Preguntas basadas en datos: Las hifas de los hongos y la absorción de iones minerales

La figura 10 muestra los resultados de un experimento en el que se cultivaron plántulas de píceas de Sitka (*Picea sitchensis*) durante 6 meses en suelo esterilizado con o sin hongos añadidos. Las plántulas cultivadas sin hongos constituyeron el grupo de control (C). Las especies de hongos que se añadieron fueron:

I = *Laccaria laccata*; II = *Laccaria amethystea*;

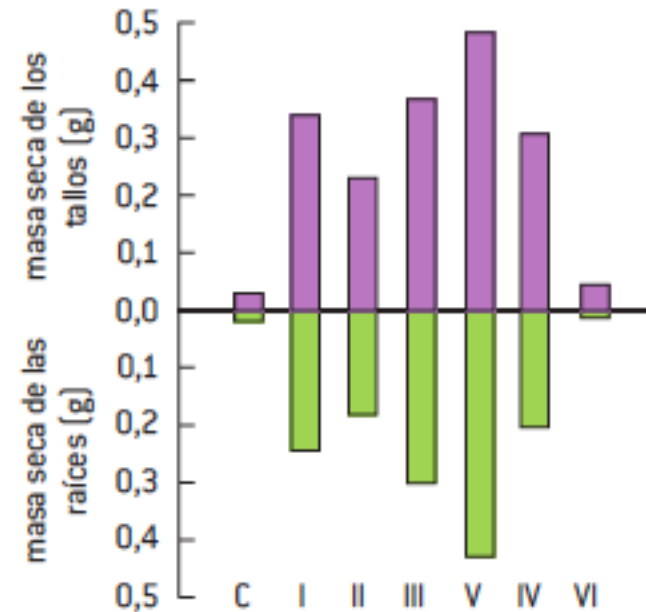
III = *Thelophora terrestris* de un vivero;

IV = *Thelophora terrestris* de un bosque;

V = *Paxillus involutus*; VI = *Pisolithus tinctorius*

- 1 a) Discute los efectos de las seis especies de hongos en el crecimiento de las raíces y los tallos de las plántulas. [4]
- b) Explica los efectos de los hongos en el crecimiento de plántulas de árboles. [2]
- 2 a) Indica la relación entre el crecimiento de las raíces y el crecimiento de los tallos en las plántulas. [1]

- b) Sugiere una razón de esta relación. [1]
- c) Basándote en los datos de la figura 10, deduce si los hongos estrechamente relacionados tienen los mismos efectos en el crecimiento de los árboles. [2]

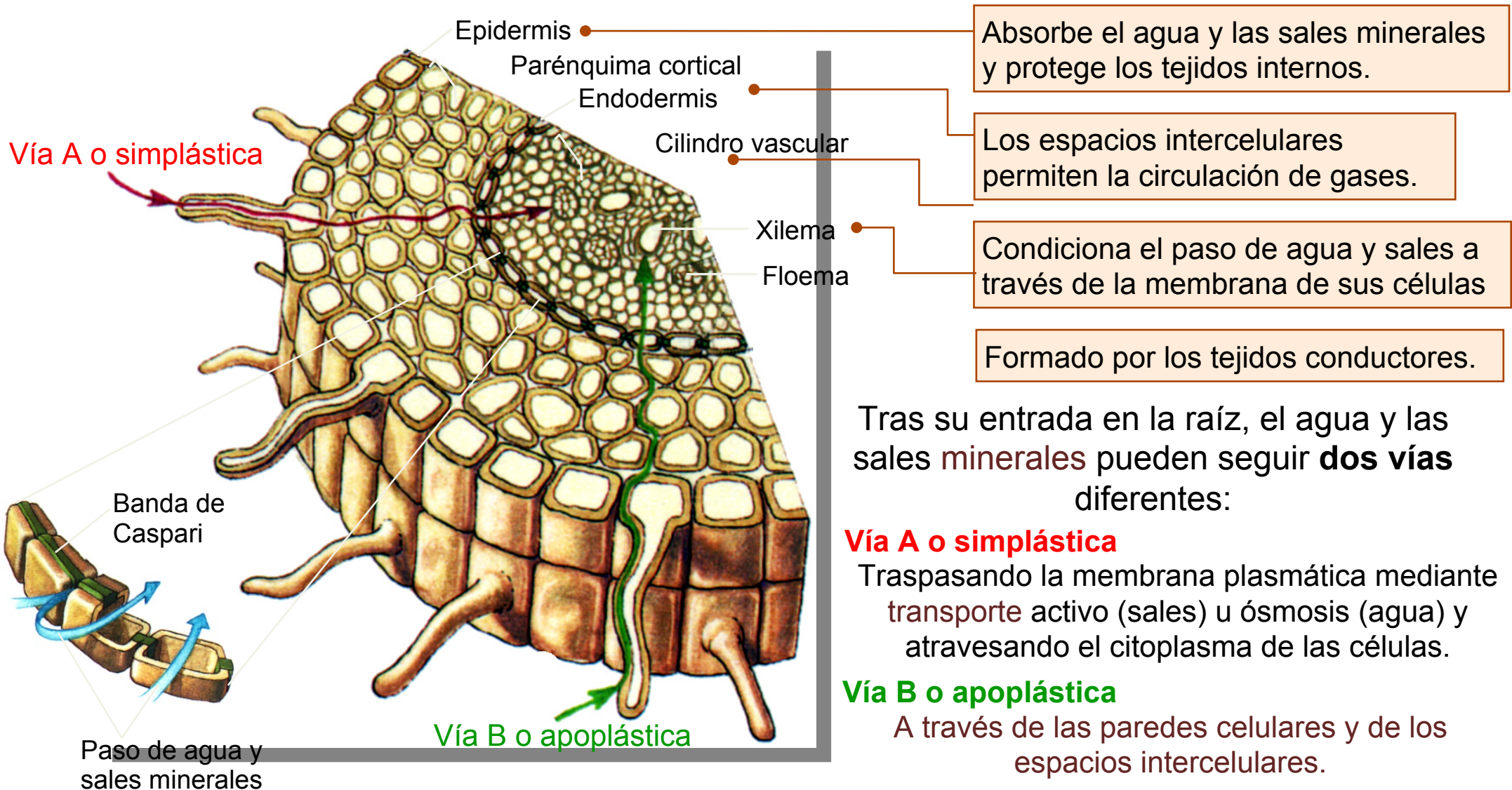


▲ Figura 10 Resultados del experimento con píceas de Sitka

RECUERDA

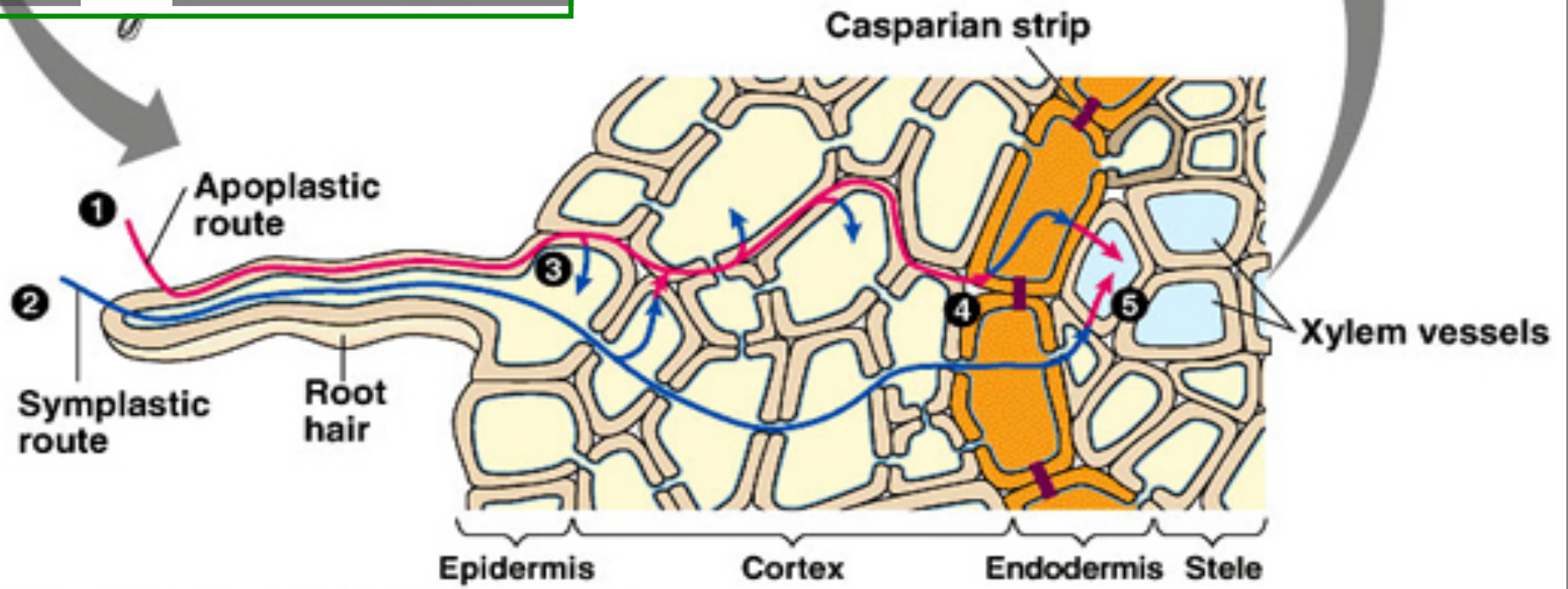
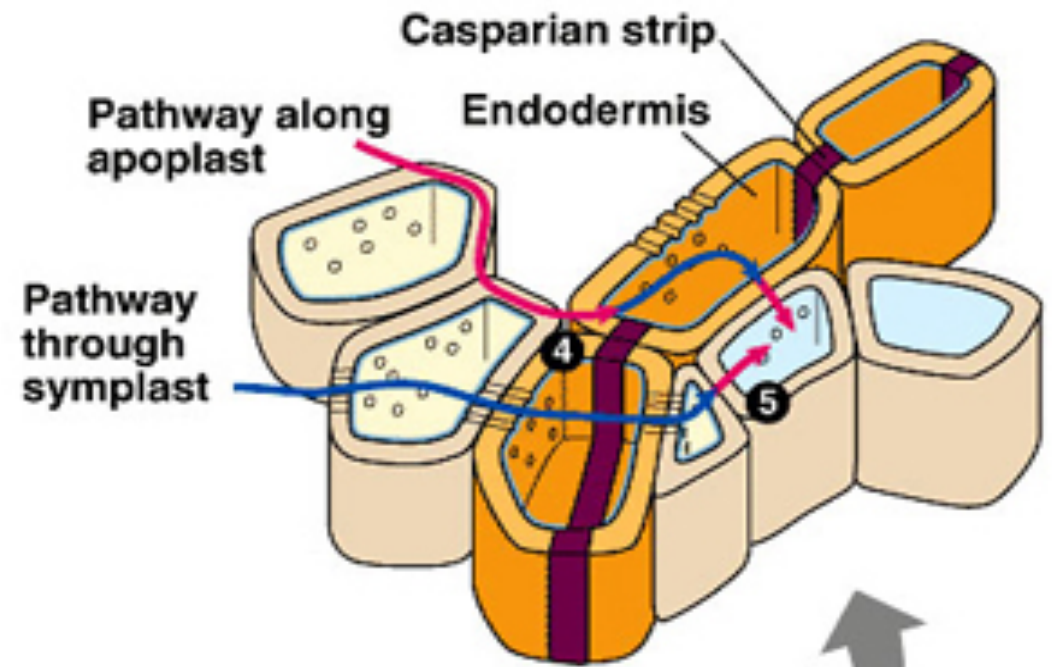
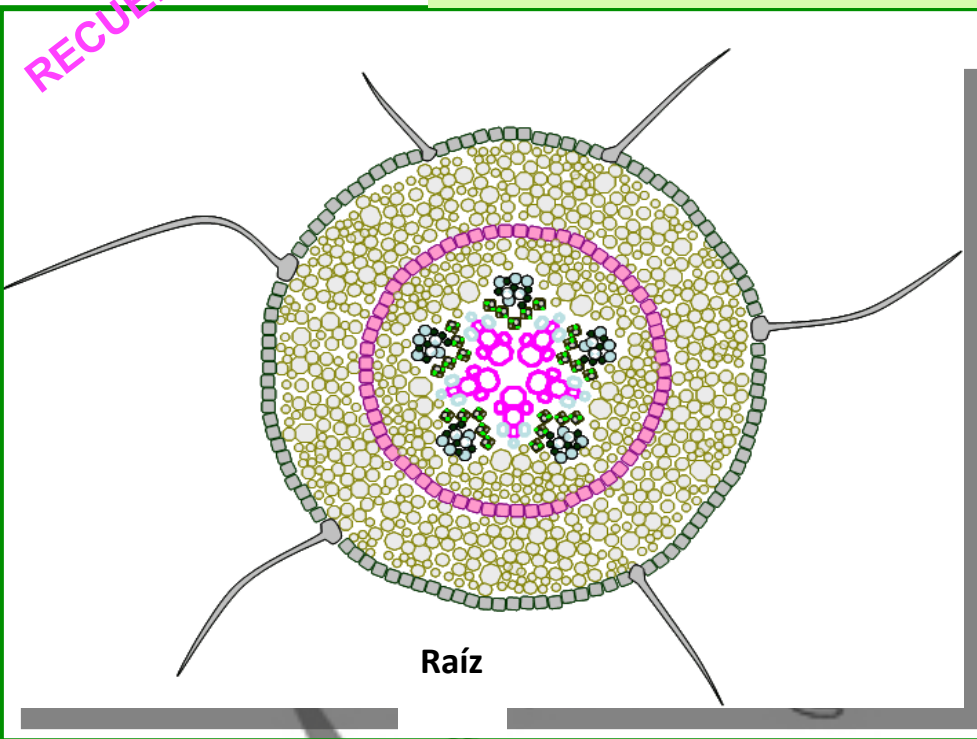
ESTRUCTURA DE LA RAÍZ Y ENTRADA DE LOS NUTRIENTES

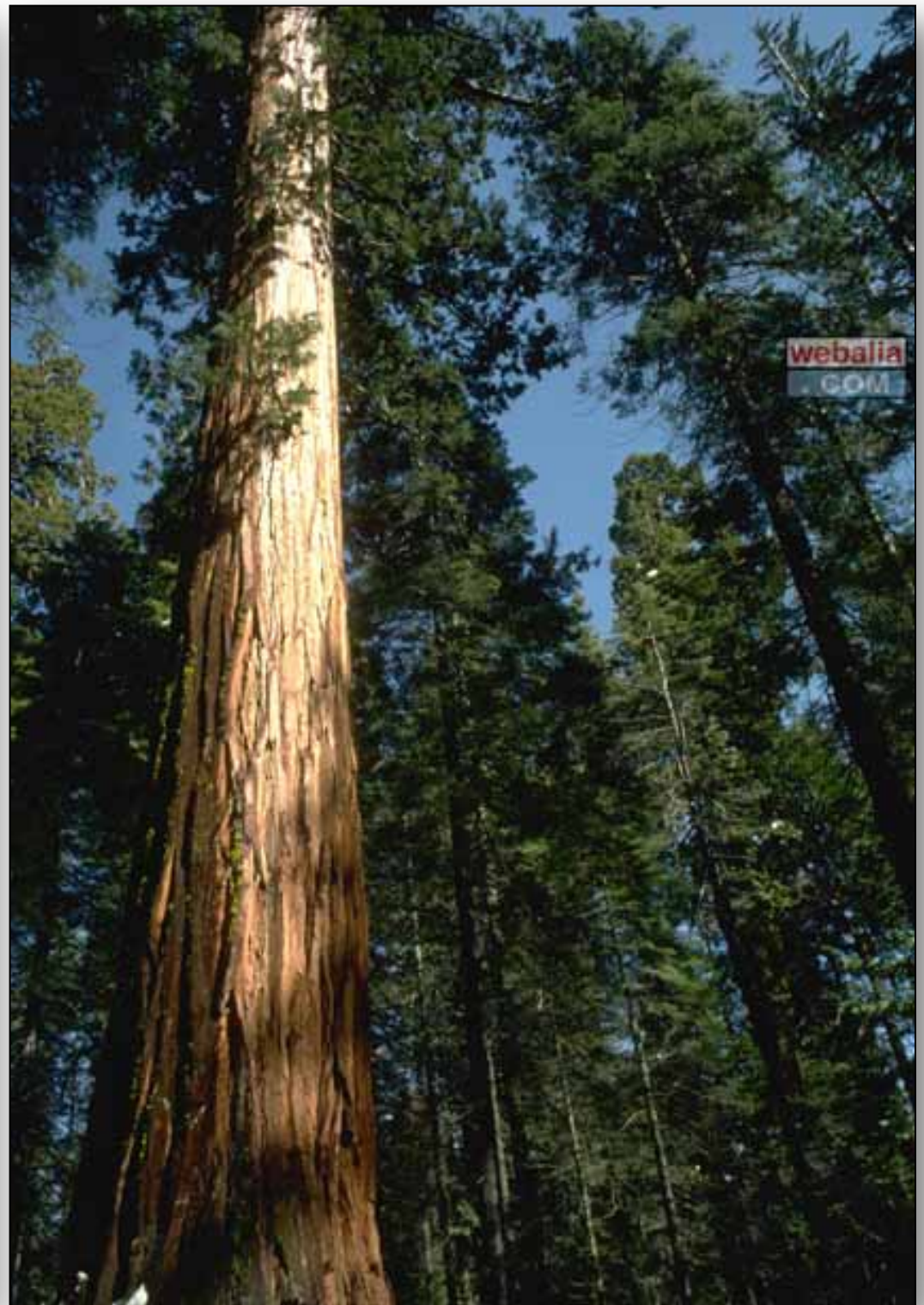
La estructura interna de la raíz está formada por **tres capas** concéntricas.



Absorción de nutrientes

RECUERDA







RECUERDA

(APOPLASTO)

pelo radical

Vía extracelular

Vía intracelular (SIMPLASTO)

Plasmodesmo

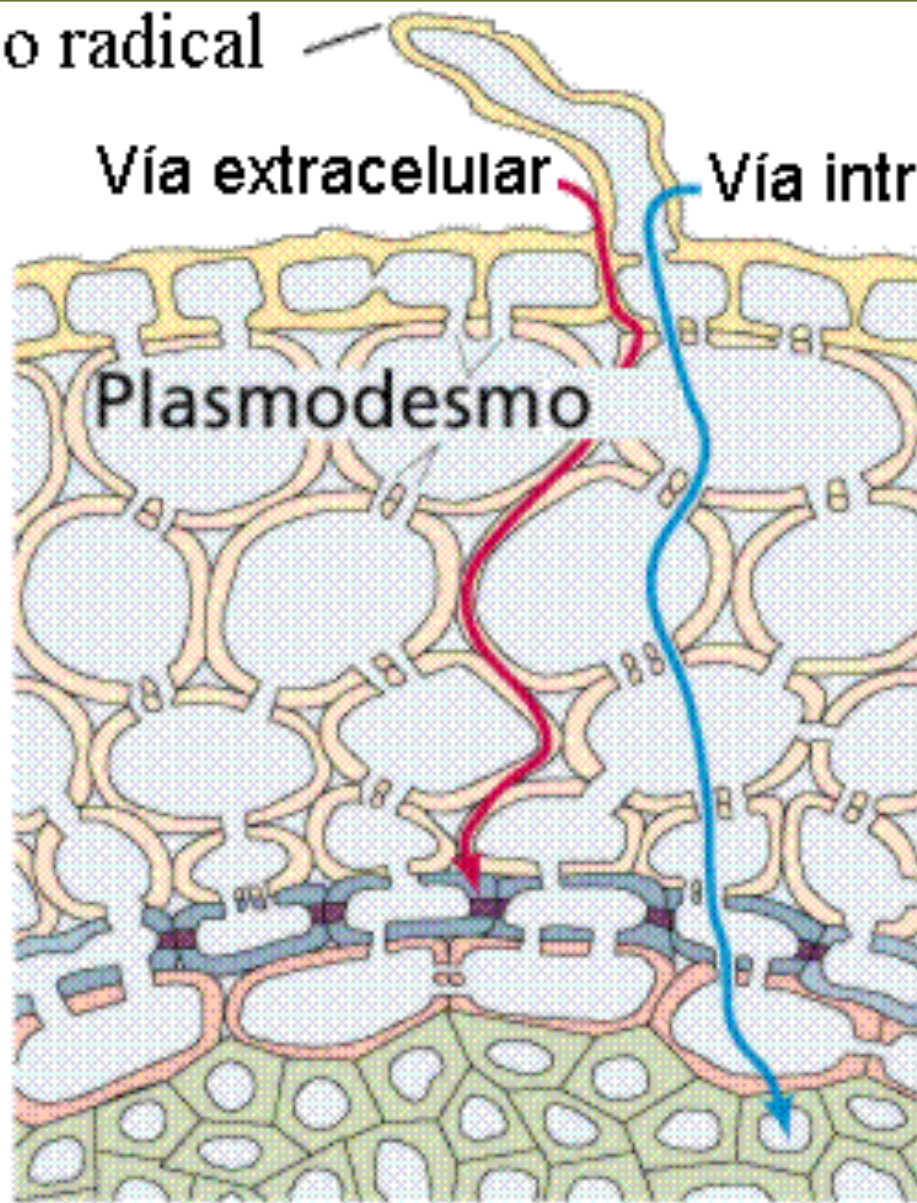
Epidermis

Cortex

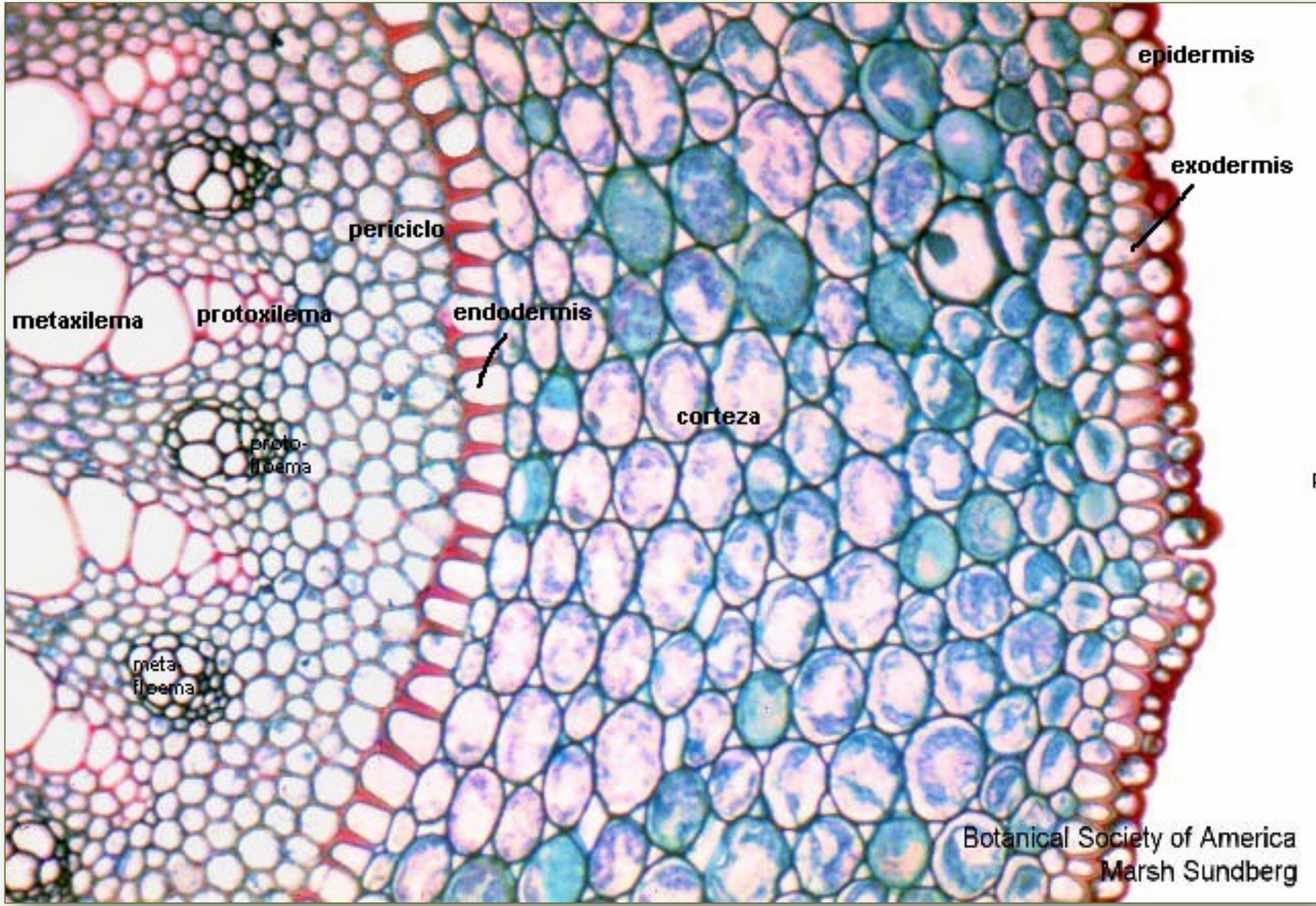
Endodermis

Periciclo

Cilindro vascular



RECUERDA



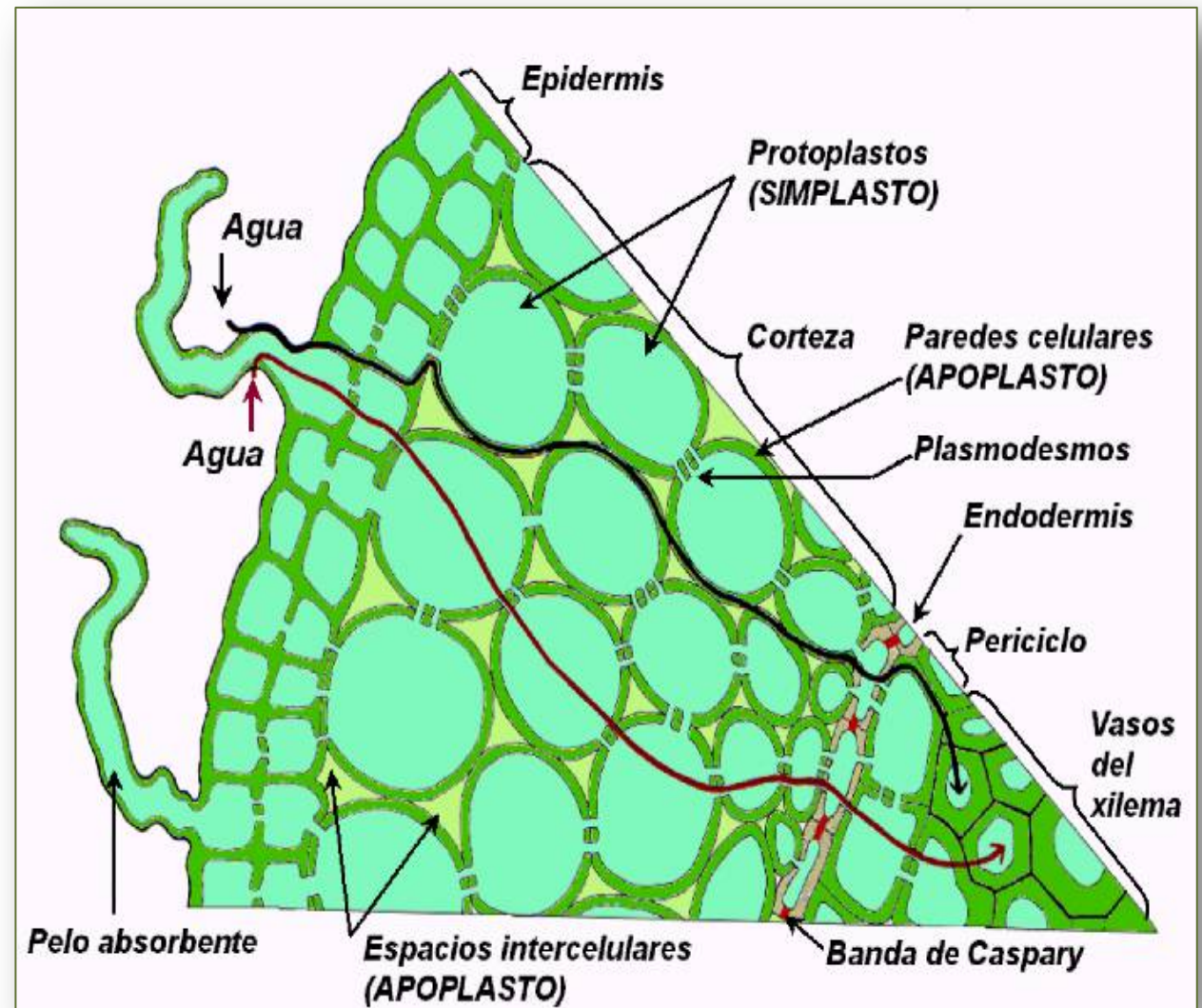
Botanical Society of America
Marsh Sundberg

El papel de la raíz en la nutrición vegetal

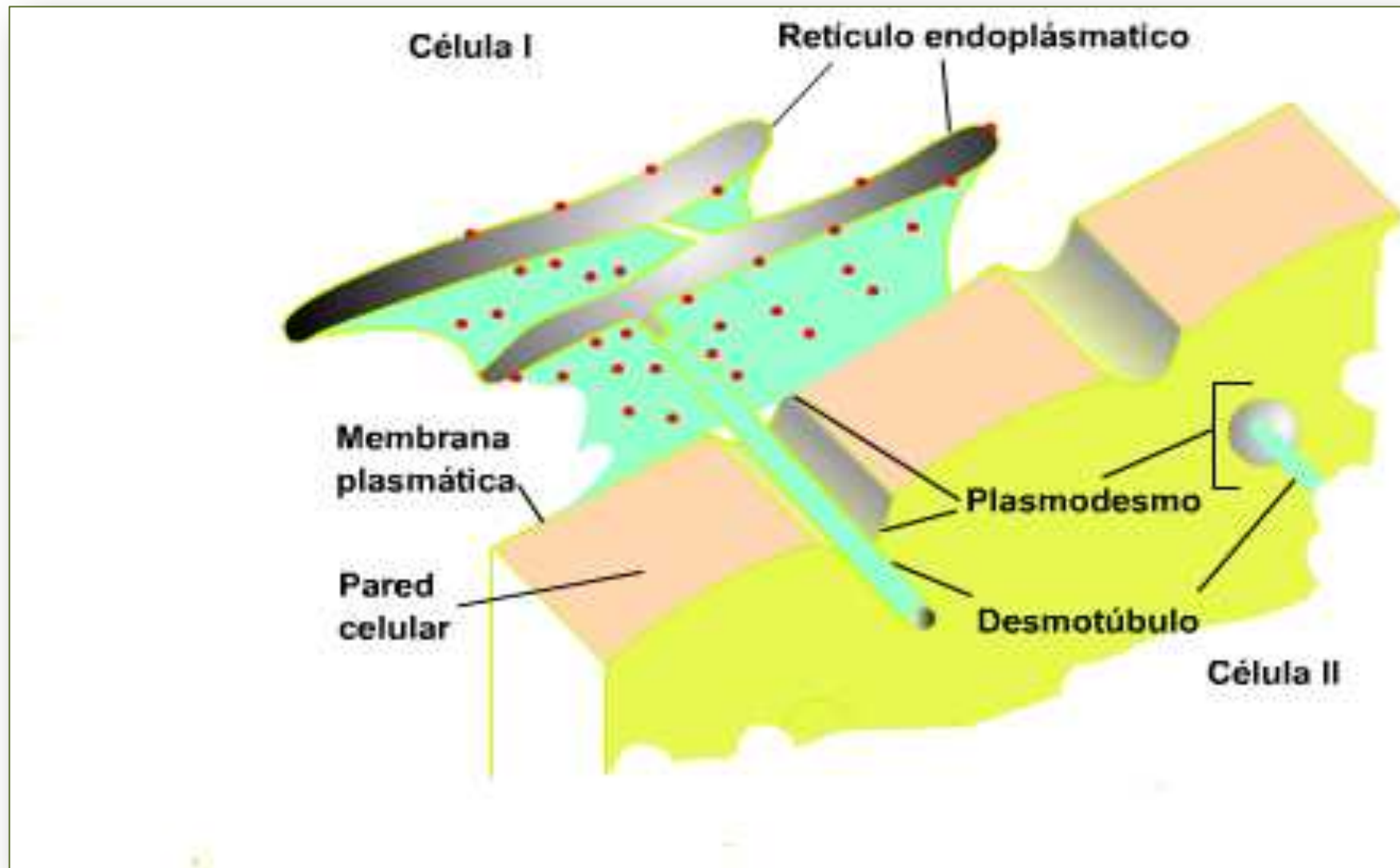
RECUERDA

Vía simplástica: el agua y las sales minerales circulan por la raíz a través de las células, atravesando las membranas celulares.

Vía apoplástica: el agua y las sales circulan por los espacios intercelulares hasta llegar al xilema.



RECUERDA





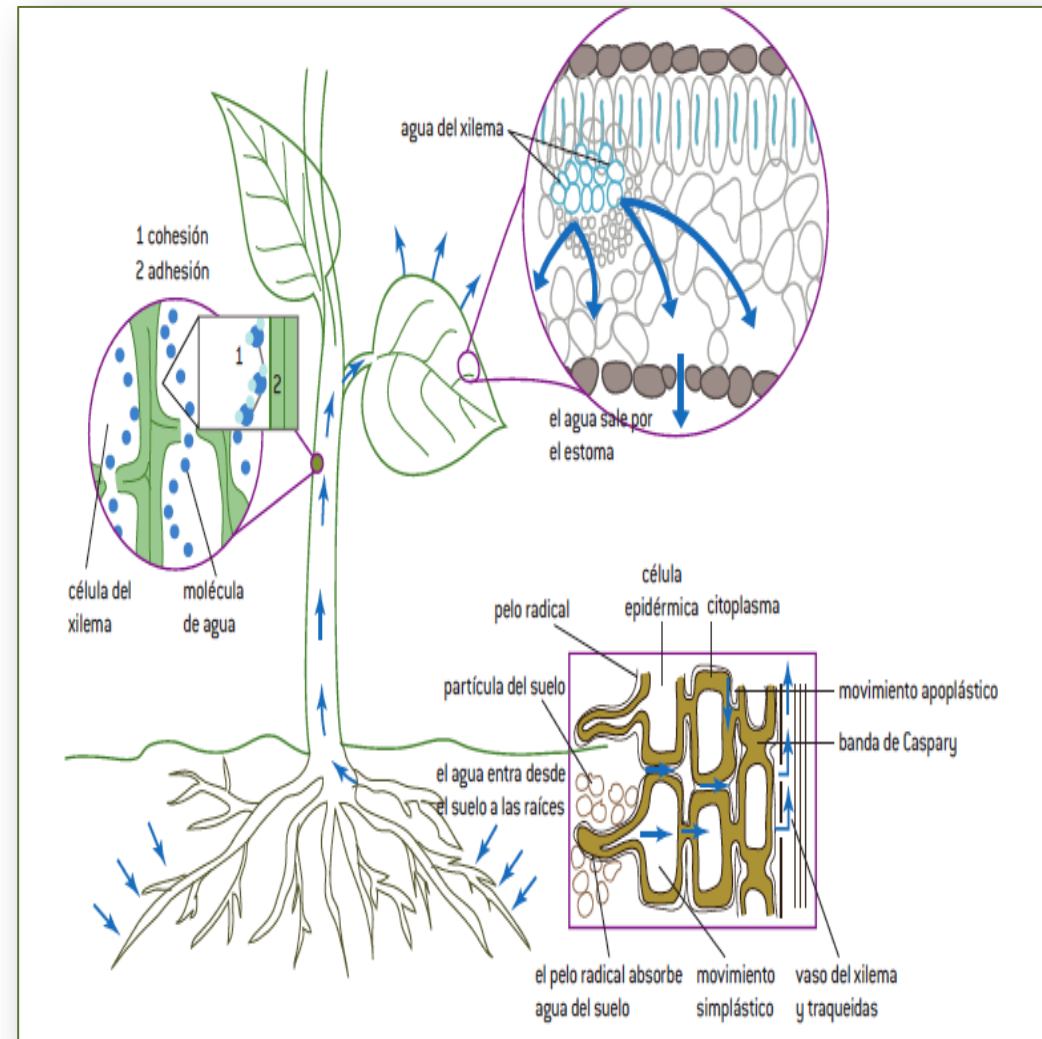
5. Reemplazo de las pérdidas por transpiración.

Término clave

Las plantas transportan agua desde las raíces hasta las hojas para reemplazar las pérdidas causadas por transpiración

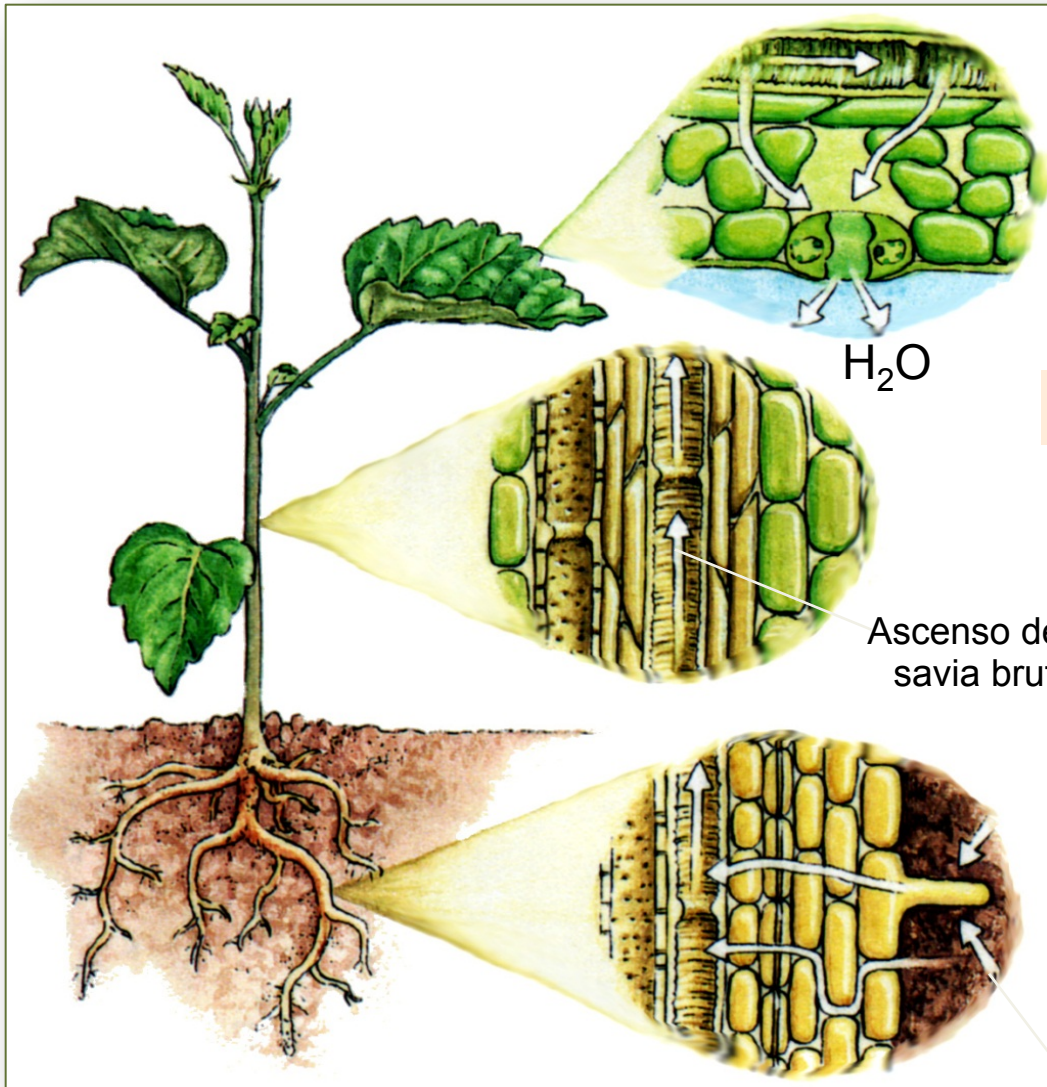
El transporte de agua desde las raíces hasta las hojas se resume en:

- El agua que pierden los estomas por la **transpiración** es reemplazada por agua del xilema.
- La **tracción de la transpiración**, hace ascender el agua del xilema a través del tallo, ayudada por las **fuerzas de adhesión y cohesión**. Es decir cuando las hojas pierden agua, el vacío que dejan ejerce una fuerza aspirante (**tensión**) de las moléculas de agua que ascienden por el tallo, y como la **cohesión** de las moléculas de agua es alta, la ascensión de líquido por el tallo es eficaz. **Tensión-cohesión**. Las moléculas de agua están unidas entre sí por **puentes de hidrógeno**, lo que permite una cohesión elevada (las moléculas de agua tienden a permanecer unidas). Al ascender no se disgregan y la fuerza que tira de las primeras moléculas arrastra a las siguientes. Además las moléculas de agua se adhieren a la pared de los tubos capilares ascendiendo por ellos, por lo que también participa la **capilaridad**
- **Presión radicular**. La concentración de sales es superior en la raíz que en el exterior, por lo que el agua tenderá a entrar en la raíz por ósmosis, para diluir dichas sales. Esta cantidad de agua acumulada en la raíz ejercerá una presión suficiente para que el agua ascienda por el tallo. La ósmosis se genera gracias al transporte activo de las sales minerales
- Una vez que el agua está en la raíz, pasa al xilema a través de las paredes celulares (**ruta apoplástica**) y a través del citoplasma (**ruta simplástica**).



Mecanismo de tensión-adhesión-cohesión

Son un conjunto de fenómenos que provocan el ascenso de la savia bruta en contra de la gravedad.



TRANSPIRACIÓN

La pérdida de agua por evaporación produce una fuerza capaz de absorber el agua en la raíz y conducirla por el xilema hasta las hojas.

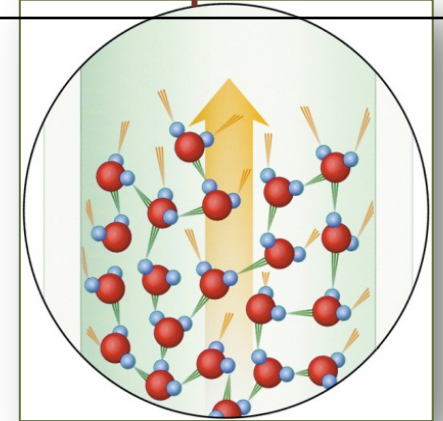
TENSIÓN - COHESIÓN

Los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua permiten una cohesión muy elevada.

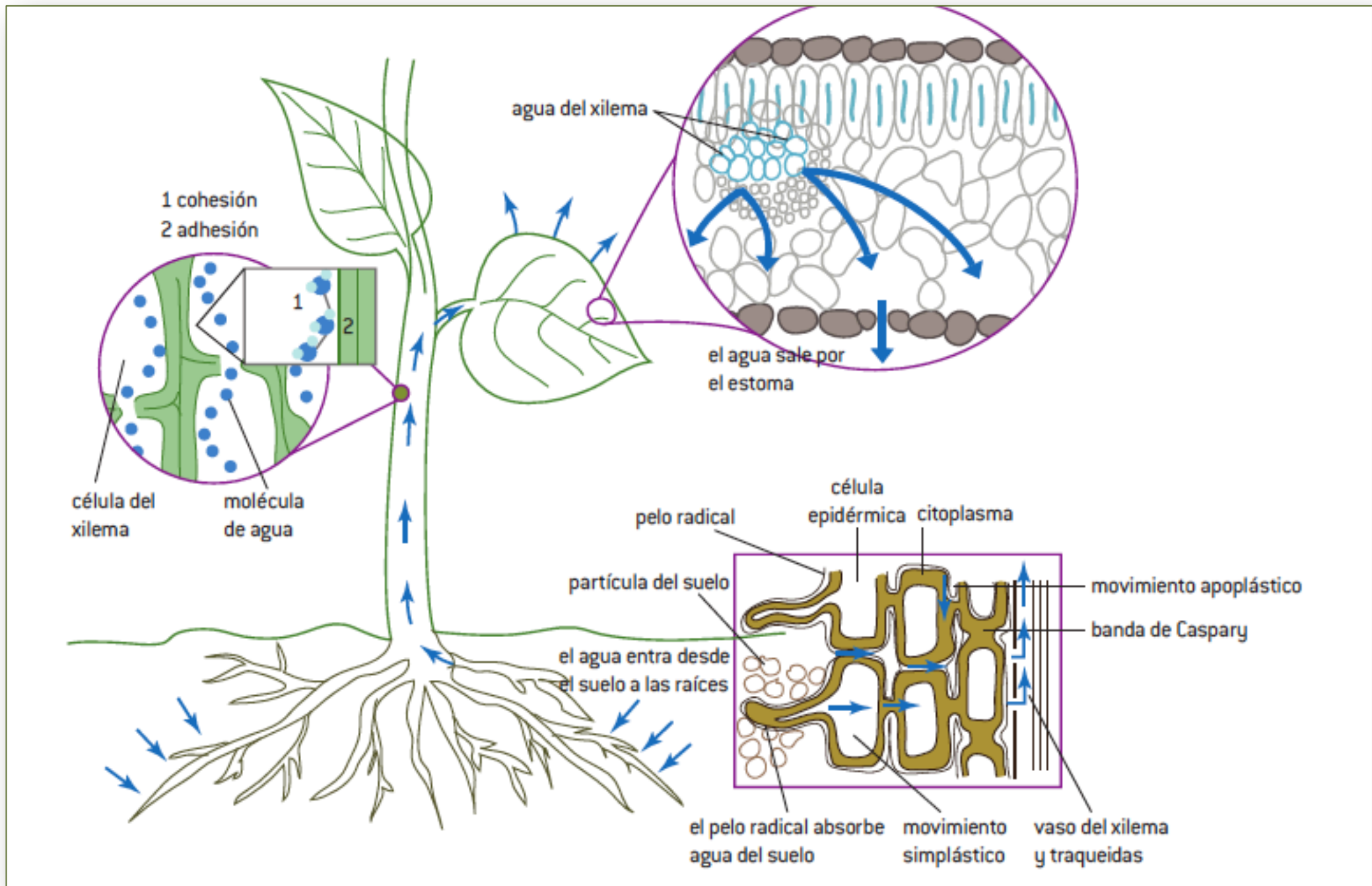
PRESIÓN RADICULAR

Es debida a la entrada de agua del suelo a la raíz por ósmosis, ya que la concentración de solutos es mayor en las células que en el agua.

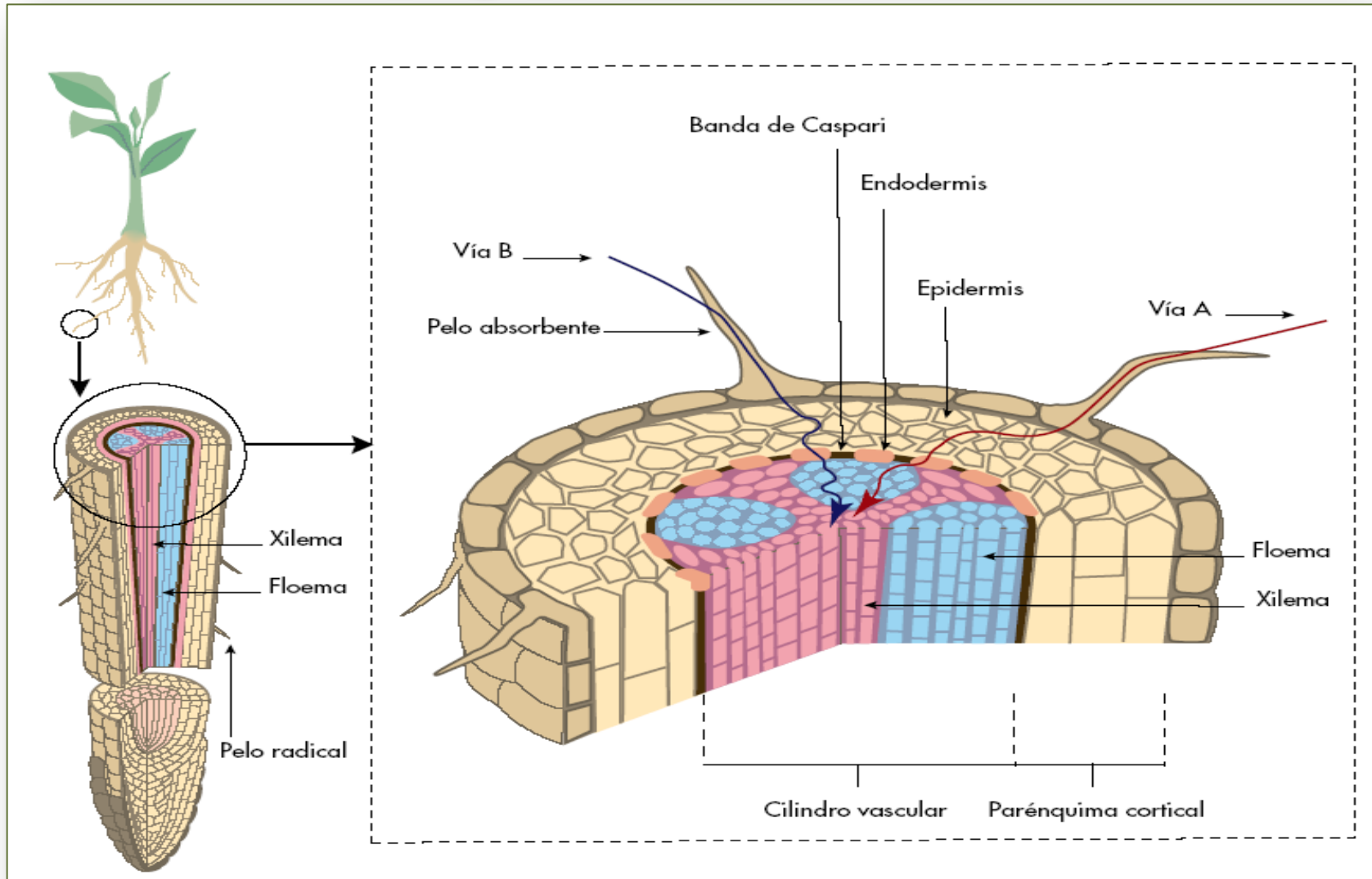
En la ascensión del agua también interviene la **capilaridad**

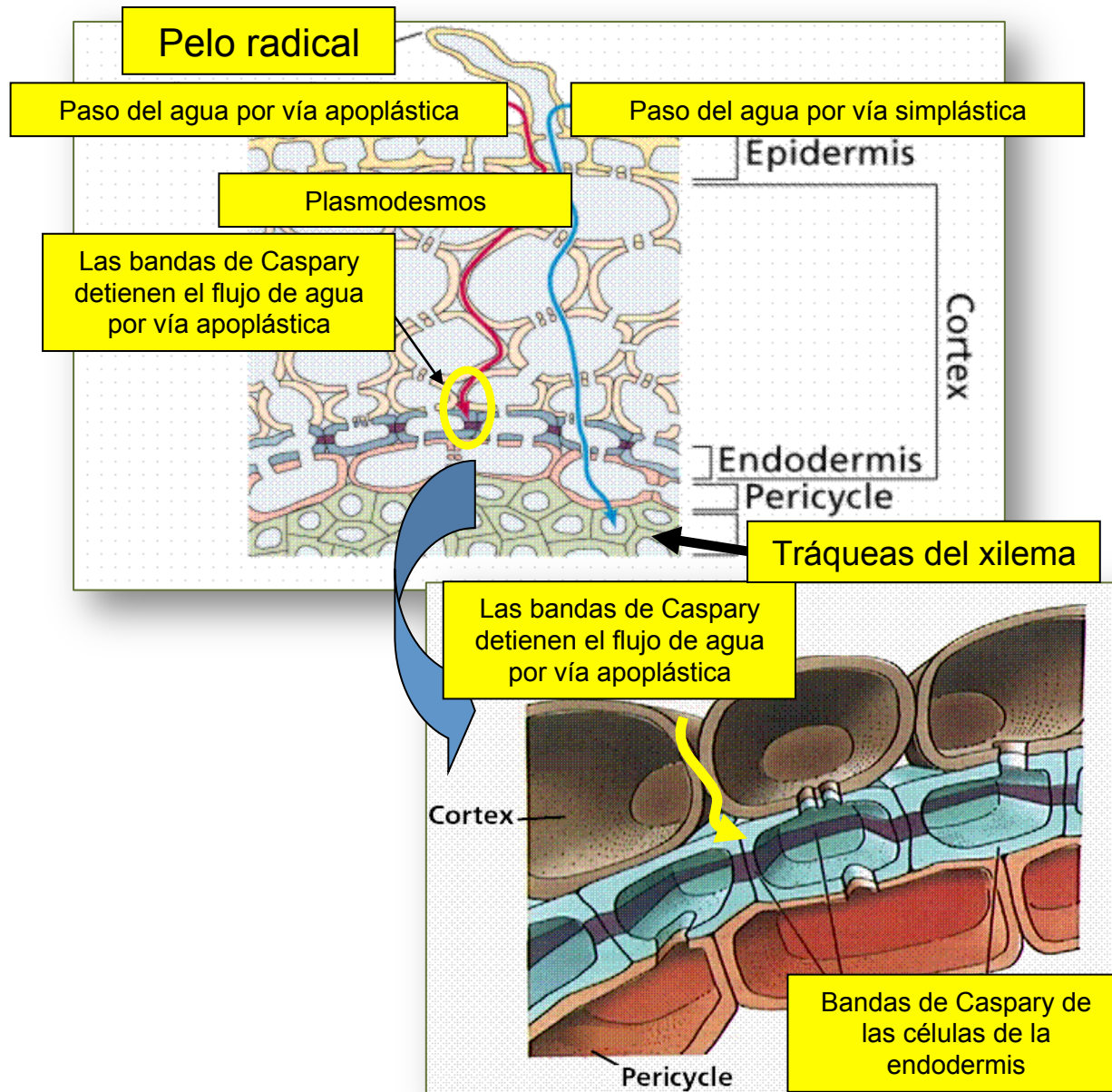


Entrada de agua

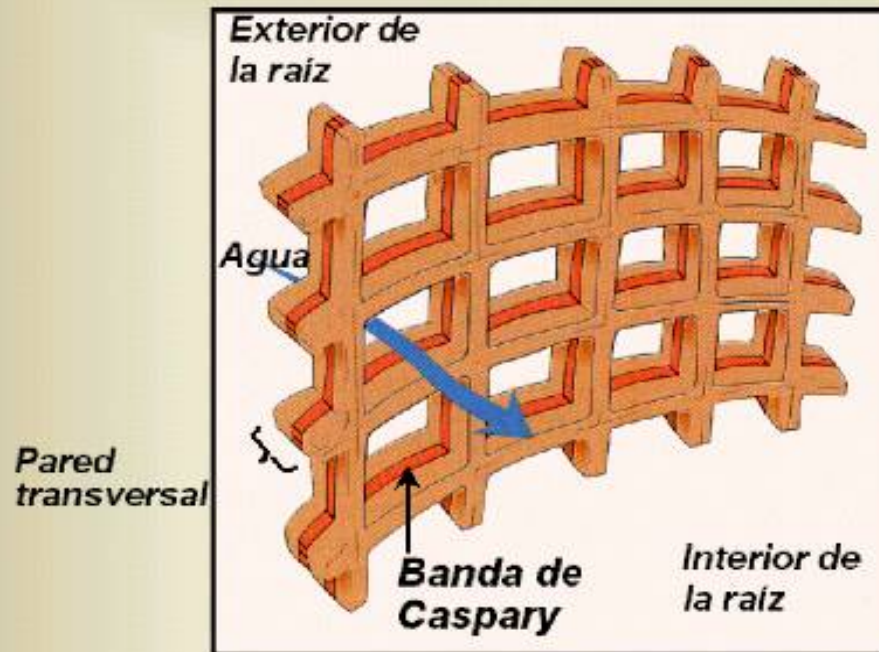


TRANSPORTE SAVIA BRUTA POR LA RAÍZ

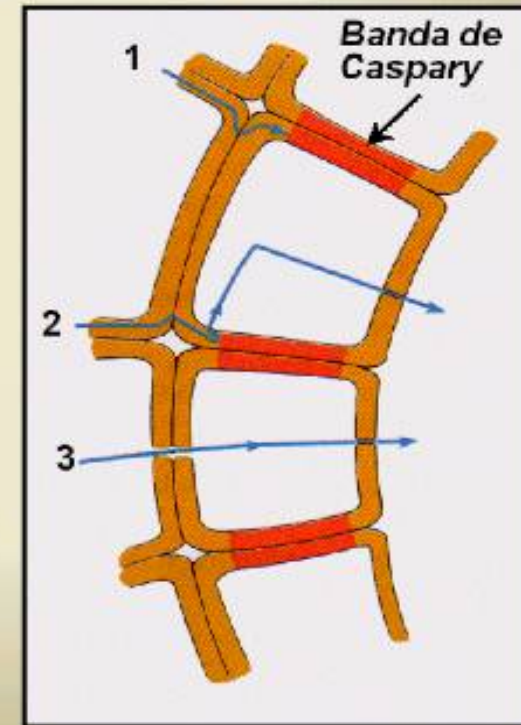




La banda de Caspary-2



Endodermis



Al llegar a la endodermis, el agua y los materiales que vienen por vía apoplástica (1) no pueden seguir debido a la presencia de la banda de Caspary. Son obligados a penetrar en el protoplasto de las células endodérmicas y seguir la vía simplástica hasta atravesar esta capa (2). El agua y los materiales que vienen por vía simplástica no ven alterado su camino (3).

TRANSPORTE SAVIA BRUTA POR EL XILEMA

La savia bruta (agua + sales minerales) asciende en contra de la gravedad, a veces hasta alturas de 100 m.

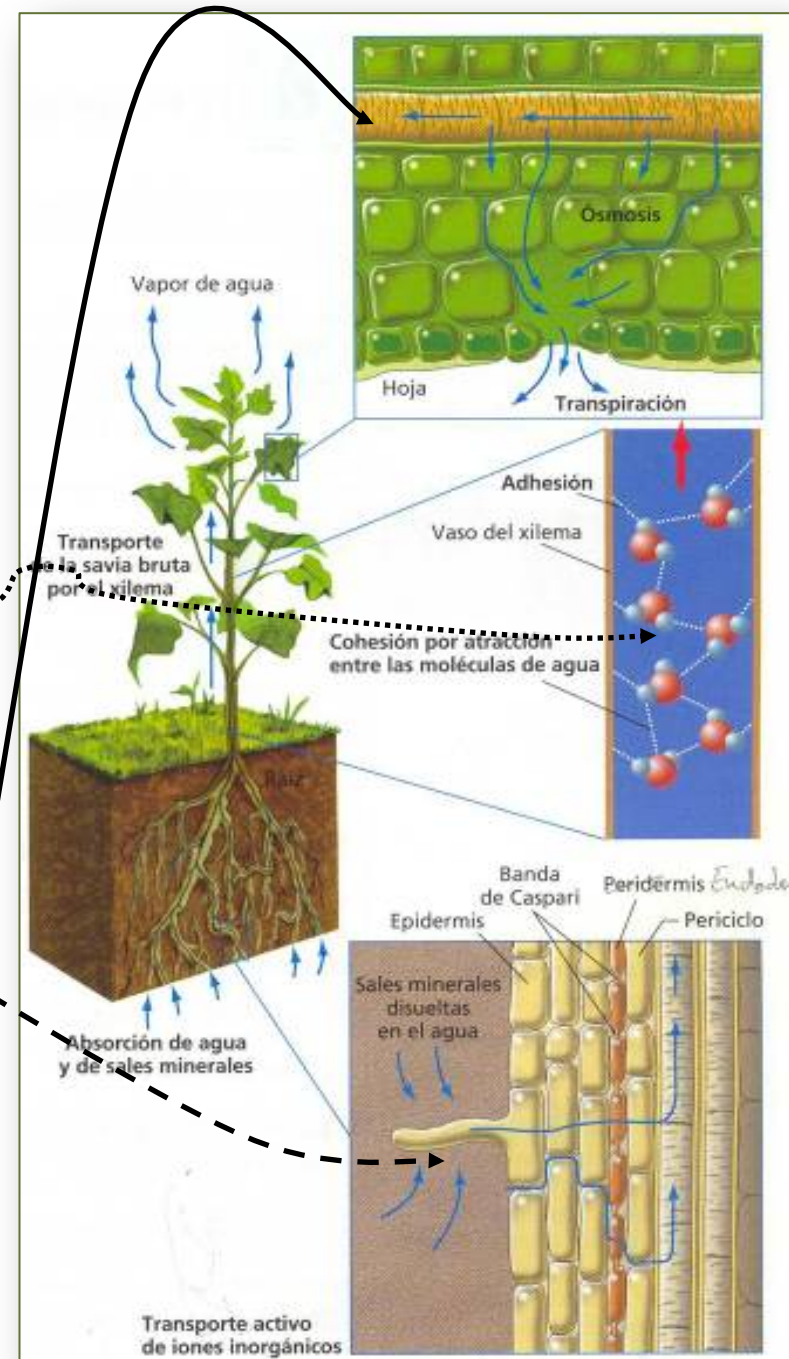
Columna de savia no interrumpida

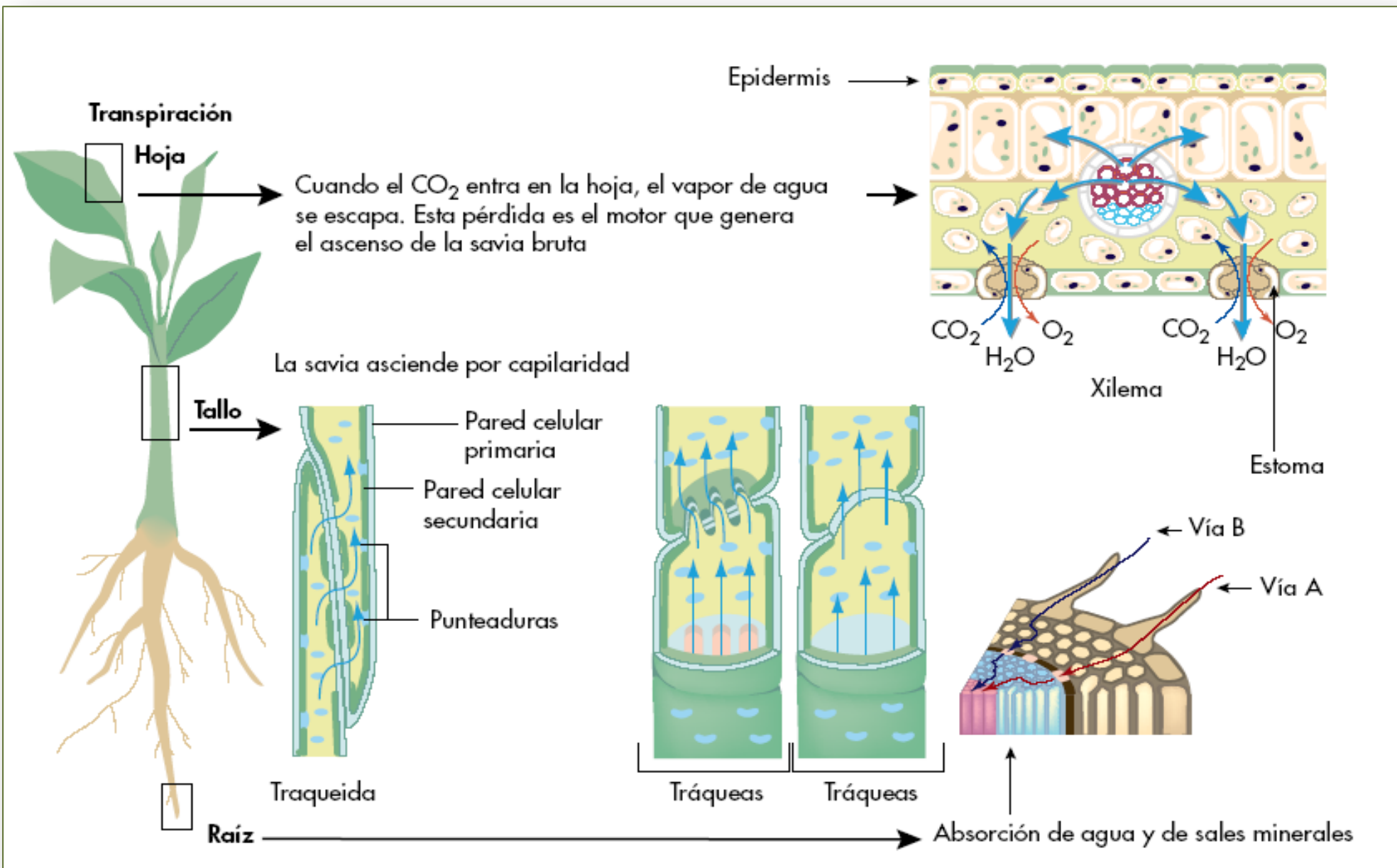
Procesos que *empujan*:

- **Capilaridad** (debida a la **cohesividad** o **adhesión** entre moléculas de agua y de éstas con las paredes del vaso conductor de la savia).
- **Presión radicular**: debida a procesos osmóticos. Entrada de agua e iones por vías **simplástica** o **apoplástica**. Selección en banda de Caspary y transporte activo desde células de la endodermis. Menor influencia en el ascenso de la savia que la capilaridad.

Procesos que *tiran*

- **Evapotranspiración** en estomas de hojas, que causa hipertónica progresiva en células del mesófilo (parénquima lagunar) → el agua difunde para equilibrar concentraciones.







6. Adaptaciones par la conservación del agua.

Adaptaciones de las plantas en los desiertos y en suelos salinos para conservar el agua.

Xerófitas: supervivencia en condiciones de sequedad reduciendo la transpiración.

Cuando el agua es escasa, las plantas necesitan adaptarse reduciendo su pérdida por transpiración.

Adaptaciones de los ciclos biológicos:

- las plantas perennes florecen en las estaciones húmedas
- las semillas latentes pueden sobrevivir muchos años hasta que las condiciones sean ideales para el crecimiento

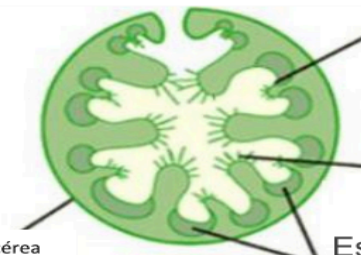


Adaptaciones metabólicas:

Las plantas CAM (metabolismo ácidos de las crasuláceas) : CO_2 es absorbido por la noche y almacenado como un compuesto C_4 . por el día, puede hacer con los estomas cerrados utilizando estos almacenes de carbono.

Adaptaciones físicas:

- menor número de hojas y estomas
- hojas enrolladas o en espinas
- estomas en huecos con pelos
- raíces más profundas para alcanzar el agua
- cutícula cerosa que reduce la evaporación



La hoja enrollada protege a la envoltura de vapor del viento y reduce el área de su superficie externa

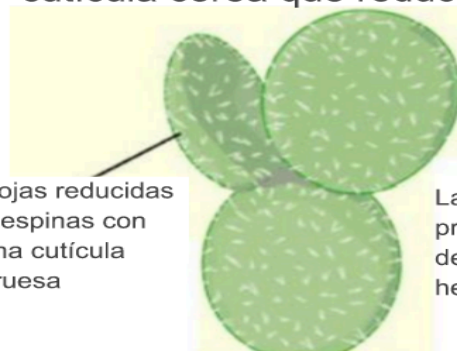
Los pelos retienen la capa de vapor de agua

Estomas en criptas mantienen la humedad envolvente

Cutícula cerosa

Hoja de *Ammophila*

http://www.bbc.co.uk/bitesize/higher/biology/genetics_adaptation/maintaining_water_balance/revision/4/

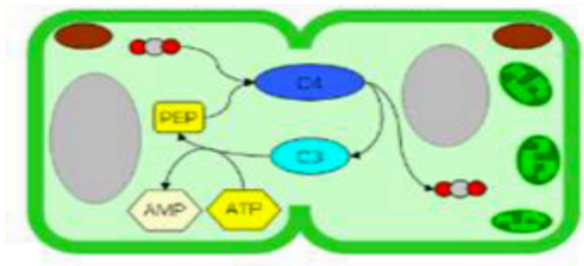


Hojas reducidas a espinas con una cutícula gruesa

Las espinas previenen la pérdida de agua por los herbívoros

Cactus

http://www.bbc.co.uk/bitesize/higher/biology/genetics_adaptation/maintaining_water_balance/revision/4/



Mesophyll cell

Bundle-sheath cell

<http://www.steve.gb.com/science/photorespiration.html>

Los suelos salinos son aquellos que contienen altas concentraciones de sales. Las plantas que viven en suelos salinos se llaman halófilas. Las halófilas tienen varias adaptaciones para la conservación del agua:

- Las hojas se reducen a pequeñas estructuras escamosas o espinas.
- Las hojas se caen cuando el agua escasea; el tallo toma color verde y asume la función de la fotosíntesis cuando no hay hojas.
- Desarrollan estructuras de almacenamiento de agua en las hojas.
- Tienen una cutícula gruesa y una epidermis con múltiples capas.
- Tienen estomas hundidos.
- Tienen raíces largas, que van en busca de agua.
- Tienen estructuras para eliminar la acumulación de sal.



<https://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/14643627/Como-se-adaptan-las-plantas-a-los-suelos-salinos.html>

EXAMEN

Describe las adaptaciones de las plantas en los desiertos para conservar el agua. [4]

<i>a</i>	gruesa cutícula cerosa para reducir la transpiración cuticular ✓		4 máx.
<i>b</i>	pocos/pequeños estomas ✓		
<i>c</i>	estomas que se abren por la noche cuando hace más fresco ✓		
<i>d</i>	el área de la superficie de la hoja es pequeña/reducida 0 se sustituyen las hojas por espinas ✓		
<i>e</i>	tejido para el almacenamiento de agua presente en hojas/tallos/raíces ✓		
<i>f</i>	raíces profundas/extensas ✓		

Uso del potómetro

Medición de las tasas de transpiración mediante el uso de potómetros (trabajo práctico 7)

Los mecanismos implicados en el transporte de agua en el xilema pueden investigarse usando aparatos y materiales semejantes a la estructura de los tejidos vegetales.

La figura 5 muestra un potómetro. Es un dispositivo utilizado para medir la absorción de agua en las plantas que consiste en un tallo con hojas dentro de un tubo (derecha), un depósito (a la izquierda del tallo) y un tubo capilar graduado (horizontal). Una burbuja en el tubo capilar marca el punto cero. A medida que la planta absorbe agua a través de sus raíces, la burbuja se mueve a lo largo del tubo capilar. En este ejemplo, se cronometra el avance de la burbuja y se anota la distancia recorrida. El grifo por debajo del depósito permite reajustar la burbuja para llevar a cabo nuevas medidas.



▲ Figura 5



Efecto de la humedad en la transpiración

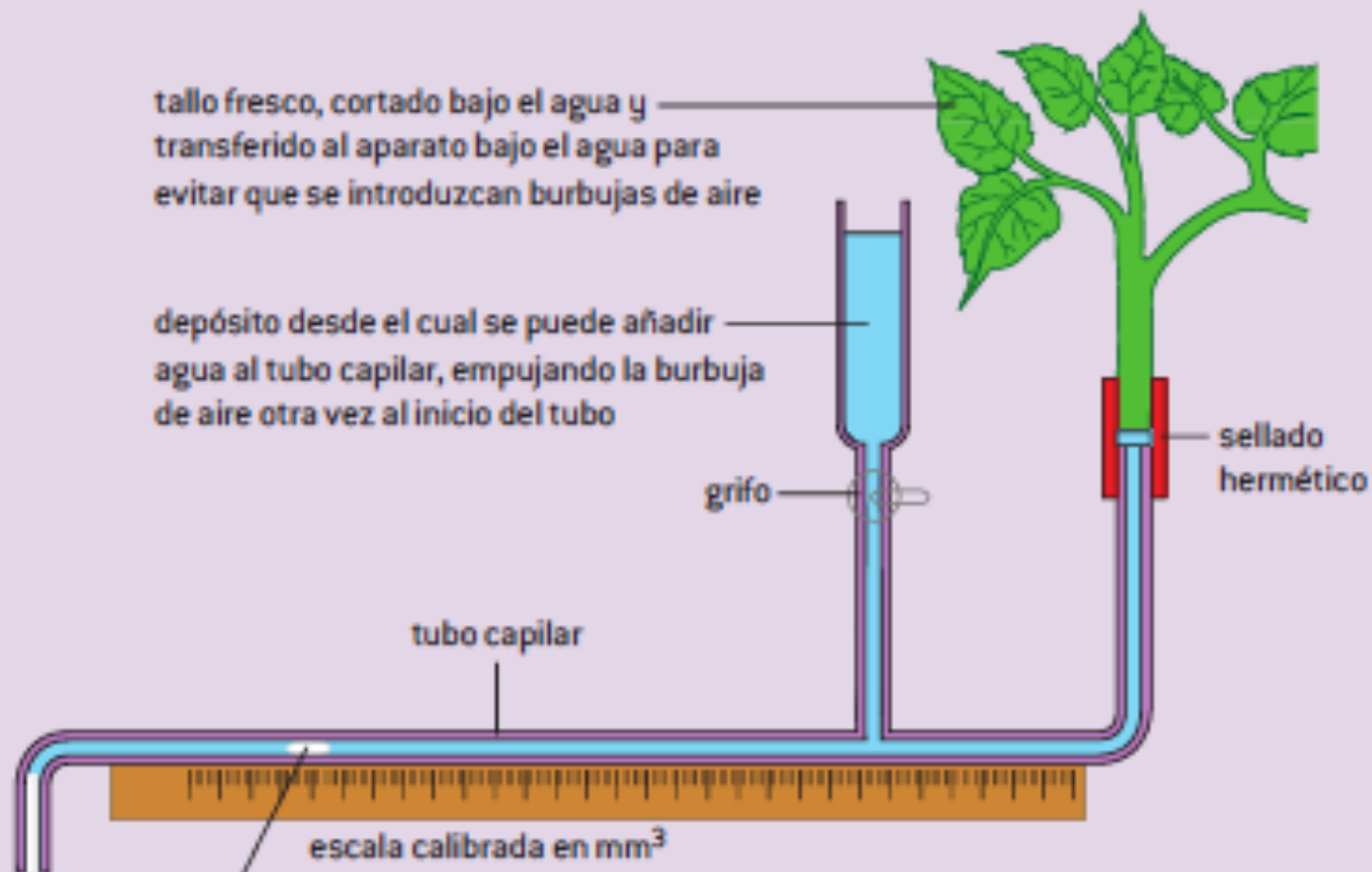
Diseño de un experimento para comprobar las hipótesis acerca del efecto de la temperatura o la humedad sobre las tasas de transpiración

La tasa de transpiración es difícil de medir directamente. La tasa de absorción de agua, en cambio, se puede medir fácilmente utilizando un potómetro. La figura 6 muestra un tipo de potómetro.

Para diseñar una investigación, debes considerar las siguientes preguntas.

- 1** ¿Cómo medirás la tasa de transpiración en tu investigación?
- 2** ¿Qué factor biótico o abiótico investigarás?

- 3 ¿Cómo variarás el nivel de este factor?
- 4 ¿Cuántos resultados necesitas para cada nivel del factor que vas a variar?
- 5 ¿Cómo mantendrás otros factores constantes para que no afecten a la tasa de transpiración?



la burbuja se mueve a lo largo del tubo a medida que el agua es absorbida por el tallo

▲ Figura 6 Diagrama de un potómetro

Question

What factor affects the transpiration rate in plant?

Purpose

In this investigation you will compare the rates of transpiration for several plant species under varying environmental conditions. You will investigate the effect of environmental factors (heat, light, and wind) on the transpiration rate.

Objectives:

- Describe the process of transpiration in vascular plants.
- Investigate the affect of various environmental factors on the transpiration rate in plants.

Procedure

Click More Information to read about transpiration rate in plants.

Pick a plant sprig by clicking one of

The virtual lab interface features a central laboratory scene. On a light blue table, there are several potted plants of different sizes and species. To the right, there is a heater, a fan, and a desk lamp. A framed poster titled "HEART ANATOMY" is on the wall. Below the table, a metal stand holds a test tube containing a plant sprig. A digital display shows "0.0 mL" and "21.0 °C". A clock and a thermometer are also visible. In the top right corner, there are "Information" and "Reset" buttons.



Journal



Calculator



Table



Audio



Print

1. Medida experimental del consumo de agua por las plantas

Como ya sabes, las plantas toman del suelo agua que, tras ser conducida a las hojas, se utiliza para llevar a cabo la fotosíntesis. La causa principal de este ascenso es la pérdida de agua por evaporación en las hojas (transpiración). La velocidad con que esta se produce es variable y depende de distintos factores.

Objetivos

- Comprobar cuantitativamente el consumo de agua por las plantas.
- Demostrar la variación en el consumo de agua al modificar la tasa de transpiración.

Materiales

- Agua.
- Bureta.
- Soporte metálico con pinza.
- Codo de vidrio.
- Tubo de goma.
- Matraz erlenmeyer.
- Tapón de goma con dos orificios.
- Vaselina.
- Reloj.
- Ventilador.
- Estufa.

Material biológico: Rama con abundantes hojas.

Procedimiento

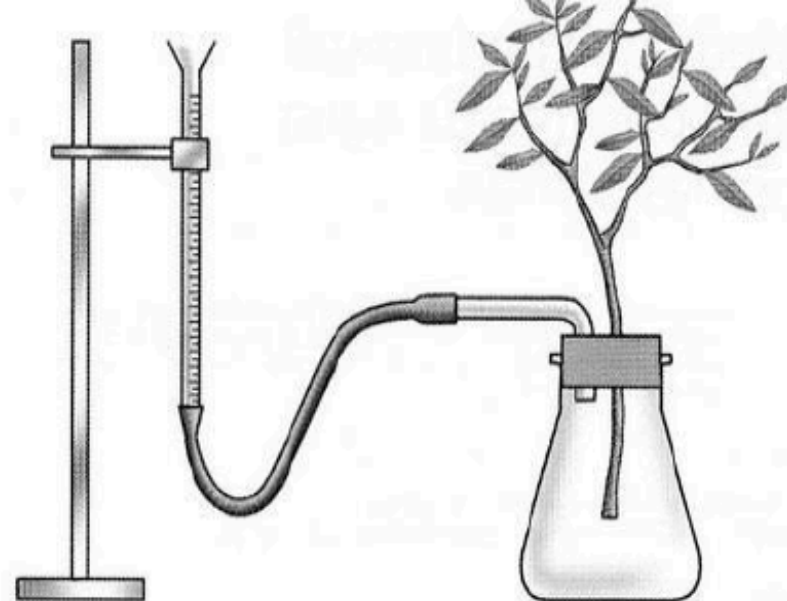
Vamos a realizar dos experimentos. En el primero comprobaremos que las plantas absorben agua y mediremos la cantidad absorbida a lo largo del tiempo.

En el segundo demostraremos que el agua asciende hasta las hojas gracias a la presión negativa creada por la transpiración. Para ello, vamos a variar la velocidad con que esta se produce, observando la variación simultánea de la velocidad en la absorción de agua.

Experimento 1

Para estudiar experimentalmente la absorción, el transporte y la transpiración, se utiliza un aparato denominado potómetro, que se puede construir de la siguiente forma:

1. Coloca el tapón perforado en el matraz e introduce el codo de vidrio en uno de los orificios.
2. Une al extremo libre de este el tubo de goma.
3. Sujeta la bureta con la pinza al soporte metálico y conéctala al tubo de goma.
4. Comprueba que todas las uniones citadas se han realizado correctamente.
5. Vierte agua en la bureta, de forma que pase al matraz hasta que se llene completamente.
6. A continuación, coloca la rama en el orificio libre del tapón y asegúrate de que ajusta perfectamente en él. En caso contrario, rellena el espacio existente con vaselina.
7. Añade agua en la bureta hasta una determinada división de su escala.



9. Espera unos 3 minutos antes de iniciar el experimento, para que la columna de agua se equilibre.
10. Anota el nivel del agua en la bureta y repite las medidas en intervalos de tiempo determinados (por ejemplo, cada 10 o 15 minutos).

Experimento 2

Repite el experimento anterior introduciendo las siguientes variaciones:

1. Coloca una estufa cerca de la planta.
2. Coloca un ventilador cerca de la planta.
3. Envuelve la planta en una bolsa de plástico.
4. Cubre el envés de todas las hojas con vaselina.
5. Cubre el haz de todas las hojas con vaselina.
6. Quita las hojas de la rama.

Análisis y conclusiones

1. Con los datos obtenidos, elabora gráficas en las que se observe la variación del nivel del agua en la bureta, respecto al tiempo transcurrido, en las distintas condiciones experimentales.
2. ¿Son todas las gráficas iguales?
3. ¿Qué puedes deducir de cada una de ellas?
4. ¿Qué conclusiones se pueden extraer de las gráficas sobre el papel que desempeñan las hojas en el proceso de incorporación del agua a las plantas?
5. Formula hipótesis sobre la influencia de la temperatura, la humedad del aire y la aireación de la planta en la tasa de transpiración.

¿ Se puede medir la transpiración ?

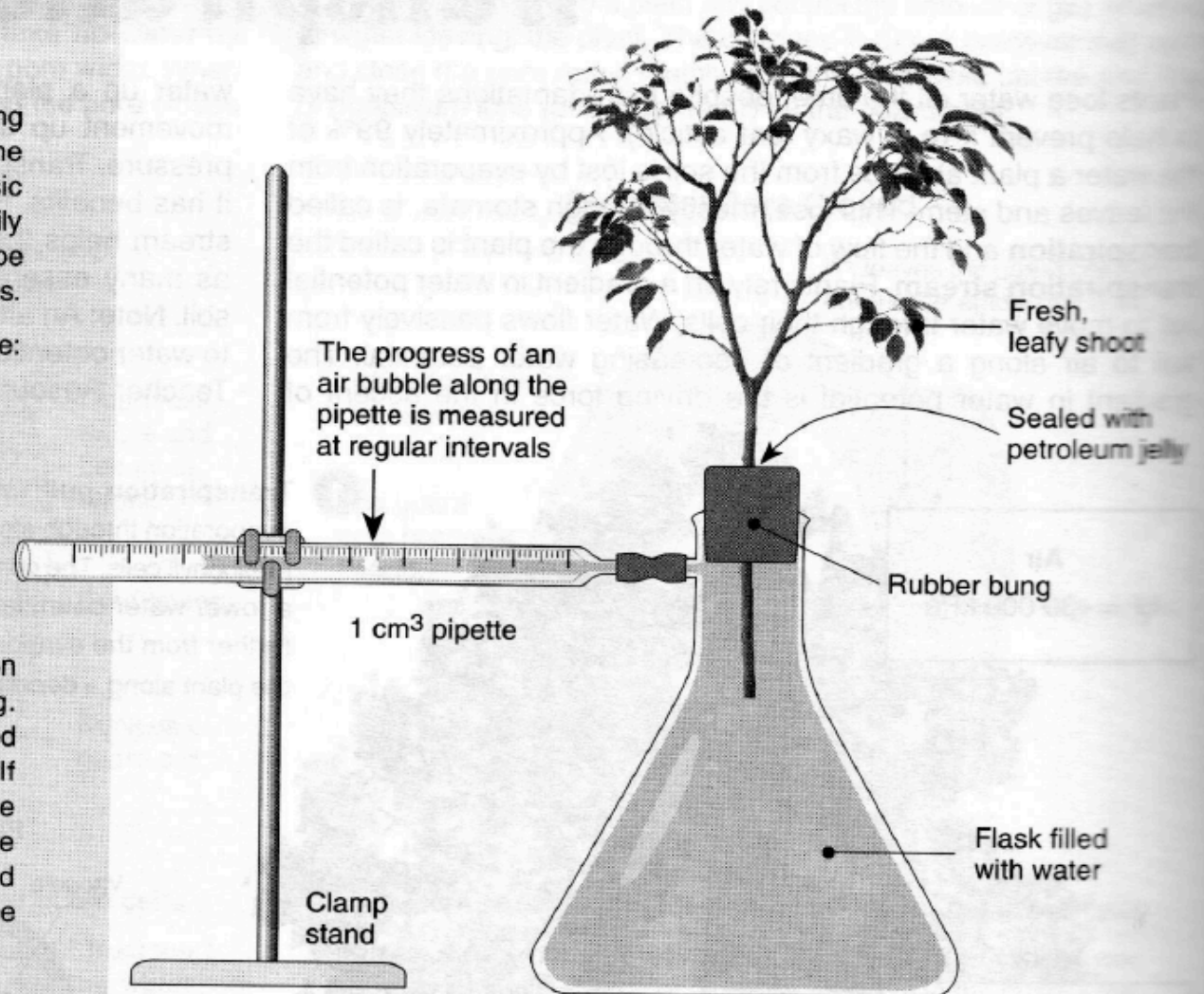
The Potometer

A potometer is a simple instrument for investigating transpiration rate (water loss per unit time). The equipment is simple and easy to obtain. A basic potometer, such as the one shown right, can easily be moved around so that transpiration rate can be measured under different environmental conditions.

Some of the physical conditions investigated are:

- Humidity or vapor pressure (high or low)
- Temperature (high or low)
- Air movement (still or windy)
- Light level (high or low)
- Water supply

It is also possible to compare the transpiration rates of plants with different adaptations e.g. comparing transpiration rates in plants with rolled leaves vs rates in plants with broad leaves. If possible, experiments like these should be conducted simultaneously using replicate equipment. If conducted sequentially, care should be taken to keep the environmental conditions the same for all plants used.



Preguntas basadas en datos: El experimento de Renner

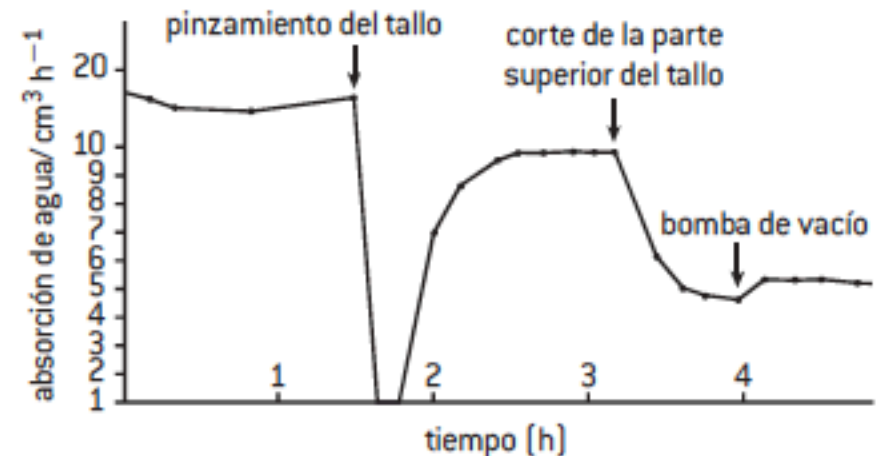
La figura 9 muestra los resultados de un experimento realizado en 1912 por el fisiólogo botánico alemán Otto Renner. Se colocó un tallo leñoso que transpiraba en un potómetro y se midió la tasa de absorción de agua. Más adelante, se pinzó el tallo para restringir el flujo de agua hasta las hojas. Después, se cortó la parte superior del tallo con todas sus hojas y se conectó una bomba de vacío al extremo superior del tallo.

Preguntas

- 1 Describe el efecto que tiene pinzar el tallo en la tasa de absorción de agua. [3]
- 2 Explica el efecto que tiene cortar la parte superior del tallo en la tasa de absorción de agua. [3]
- 3 Calcula la diferencia entre la tasa de absorción de agua causada por la bomba de vacío y la

tasa causada por las hojas inmediatamente antes de cortar la parte superior del tallo. [2]

- 4 El agua del potómetro estaba a la presión atmosférica. La bomba de vacío generó una presión de cero. Discute qué mostraron los resultados del experimento sobre las presiones generadas en el xilema por las hojas del tallo. [2]



▲ Figura 9 Resultados del experimento de Renner

BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEB

- **BIOLOGÍA.** ALLOTT, Andrew, MINDORFF, David. AZCUE, José. Editorial Oxford. ISBN 978-0-19-833873-4.
- **ECOLOGY.** GREENWOOD, Trancey. SHEPHERD, Lyn. ALLAN, Richard. BUTLER, Daniel. Editorial BIOZONE International Ltd.
- **ENVIRONMENTAL SYSTEMS AND SOCIETIES.** RUTHERFORD, Jill. WILLIAMS, Gillian. Editorial Oxford.
- <https://sites.google.com/site/iesmmibiologia/>
- **BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA.** PEDRINACI, Emilio. GIL, Concha. GÓMEZ DE SALAZAR, José María.. Editorial SM.
- **CONCEPTOS ANIMADOS EN HIPERTEXTOS DEL ÁREA DE BIOLOGÍA**
- www.departamentobiologiaygeologiaiesmuriedas.wordpress.com
- <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~29701428/ccnn/>
- <http://www.lourdesluengo.es/animaciones/animaciones.htm>
- <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/1bachillerato/animal/invesclona.htm>
- <http://www.youtube.com/watch?v=rjKRQYmi1Lk>
- http://www.youtube.com/watch?v=Sy_hwmrdbiw&feature=related
- <http://www.youtube.com/watch?v=Wx5oNXLTM7c>
- <http://www.youtube.com/watch?v=tvNXgFIHUfs>
- <http://www.youtube.com/watch?v=z10iiTkV3XU>

Bibliografía:



IB Biología: Libro del alumno.
Versión en español. Oxford.
Edición 2015.
<https://goo.gl/YkkZ1q>



Biology Study Guide 2014 edition.
En inglés.
<http://goo.gl/yxz0kd>

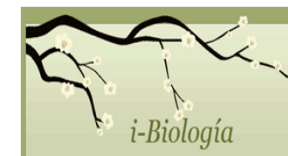
Agradecimiento:



Parte de esta presentación ha sido confeccionada y traducida con permiso a partir de las presentaciones de Stephen Taylor disponibles en:
<http://i-biology.net/>



Más recursos:



<https://sites.google.com/site/iesmmibiologia/home>