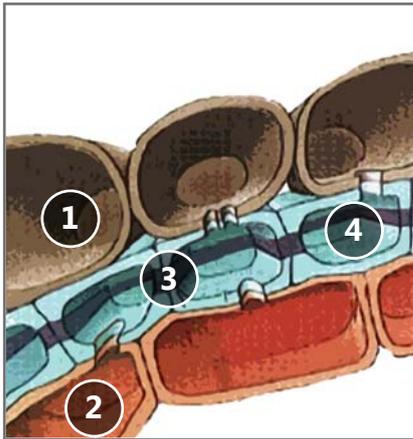


PROCESOS DE TRANSPORTE EN LAS PLANTAS

MOVIMIENTO DE AGUA Y MINERALES

El agua y los nutrientes minerales disueltos entran en la planta por dos rutas. En la ruta intracelular o simplasto el agua y solutos seleccionados pasan a través de las membranas celulares de las células que forman la epidermis de los pelos de la raíz y, a través de los plasmodesmos a cada célula hasta llegar al xilema. En la ruta extracelular o apoplasto, el agua y los solutos penetran a través de la pared celular de las células de los pelos de la raíz y pasan entre la pared celular y la membrana plasmática hasta que encuentran la endodermis, una capa de células que deben atravesar hasta llegar al xilema.



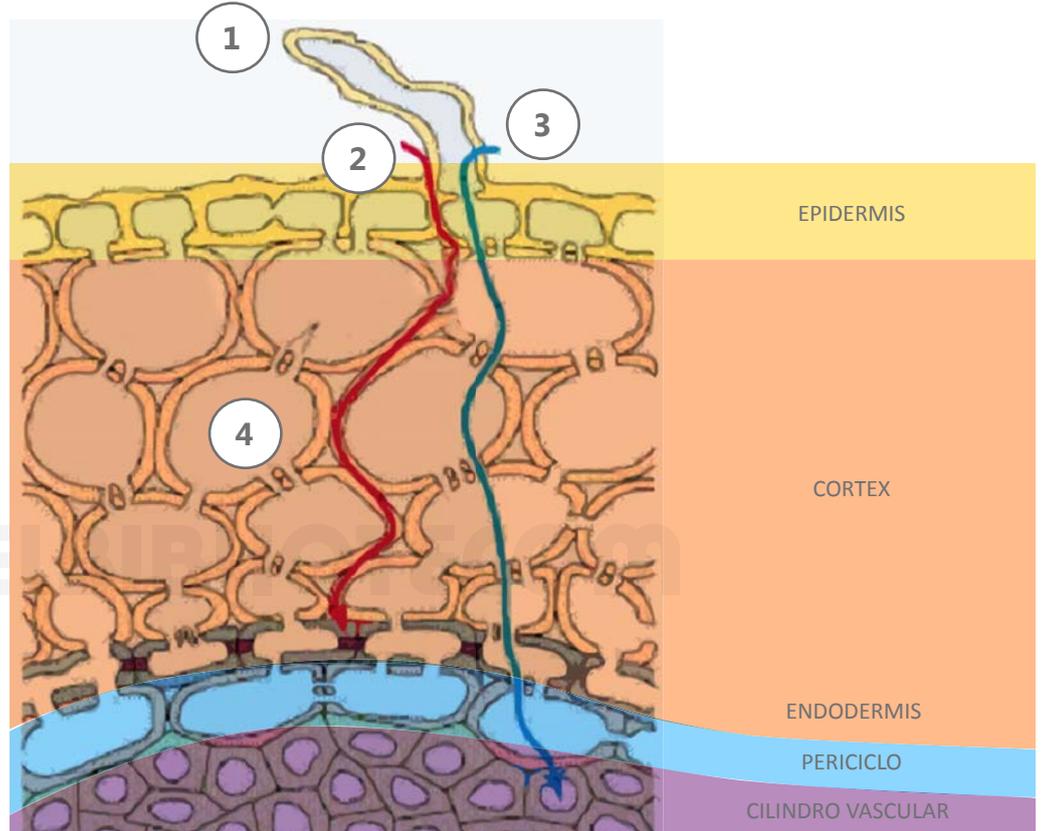
PASAJE DEL AGUA A
TRAVES DE LA BANDA
DE CASPARY

1- Cortex

2- Periclo

3- Banda de Caspary

4- Células de endodermis



1- Pelo radical / 2- Via extracelular
3- Vía intracelular / 4- Plasmodesmo

La endodermis contiene una cinta de material impermeable (suberina) conocida como la banda de Caspary que fuerza agua a través de las células endodérmicas y de esta manera, regulan la cantidad de la misma que llega al xilema. Solo cuando la concentración de agua dentro de las células endodérmicas caen debajo de los valores de los de las células parenquimatosas del córtex, el agua fluye a la endodermis y luego al xilema.

Si el agua absorbida por los pelos radicales que llega a atravesar la endodermis continuara pasando de célula a célula, el transporte sería muy lento (y dependería también del tamaño del vegetal), por lo que las plantas han desarrollado para ello tejidos conductores.

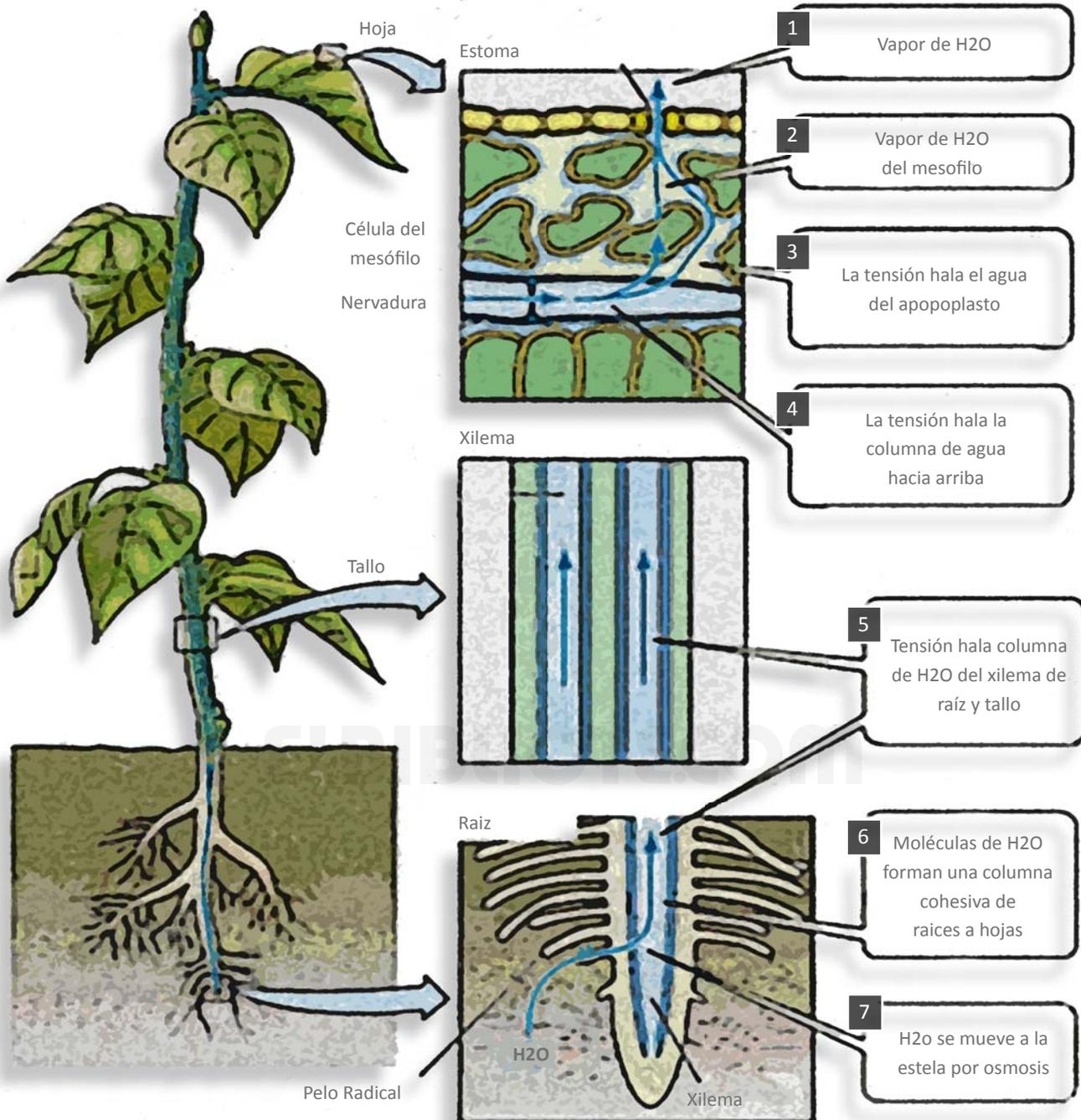
Hay dos tipos de materiales a transportar y a cada uno de ellos corresponde un tejido encargado de transportarlo:

1

XILEMA O LEÑO: transporte ascendente de agua e iones desde la raíz

2

FLOEMA: transporta materia orgánica de las partes verdes a los distintos órganos.



El xilema al llegar a su madurez funcional está constituido por células muertas y alargadas que, al no tener contenido citoplasmático, facilitan el transporte. Este tejido está formado por células conductoras, las traqueidas, cuyo largo es del orden de los milímetros y los miembros de vasos (o vasos propiamente dichos), cuyo largo es de centímetros y a veces de metros. El diámetro funcional de los vasos es mayor que el de las traqueidas, carecen de paredes terminales por lo que son funcionalmente más eficientes. El agua asciende por el xilema por la fuerza de la transpiración, agua que se pierde por las hojas. Una planta madura de maíz puede transpirar 16 litros de agua por semana. Los valores pueden ser mayores en zona áridas. Las moléculas de agua están unidas unas a otras por puente de hidrógeno. El agua que se pierde a nivel de las hojas produce la difusión de moléculas de agua adicionales provenientes del xilema de las hojas, creando un arrastre de las moléculas de agua a lo largo de la columna de agua que se encuentra en el xilema. Este "arrastre" permite que el agua pueda llegar desde las raíces a las hojas. La pérdida de agua del xilema de la raíz produce el paso de agua desde la endodermis al xilema de la raíz.

La cohesión es la capacidad de permanecer juntas que tienen ciertas las moléculas de la misma clase. Las moléculas de agua son polares, poseen polos, uno ligeramente positivos y el otro ligeramente negativo, lo que causa su cohesión. En el interior del xilema, las moléculas de agua se comportan como una larga cadena que se extiende desde las raíces hasta las hojas.

La adhesión es la tendencia de permanecer juntas que tienen ciertas moléculas de diferentes clases. El agua se adhiere a las moléculas de celulosa de las paredes del xilema contrarrestando de esta manera la fuerza de la gravedad y ayudando, por lo tanto al ascenso del agua por el xilema.

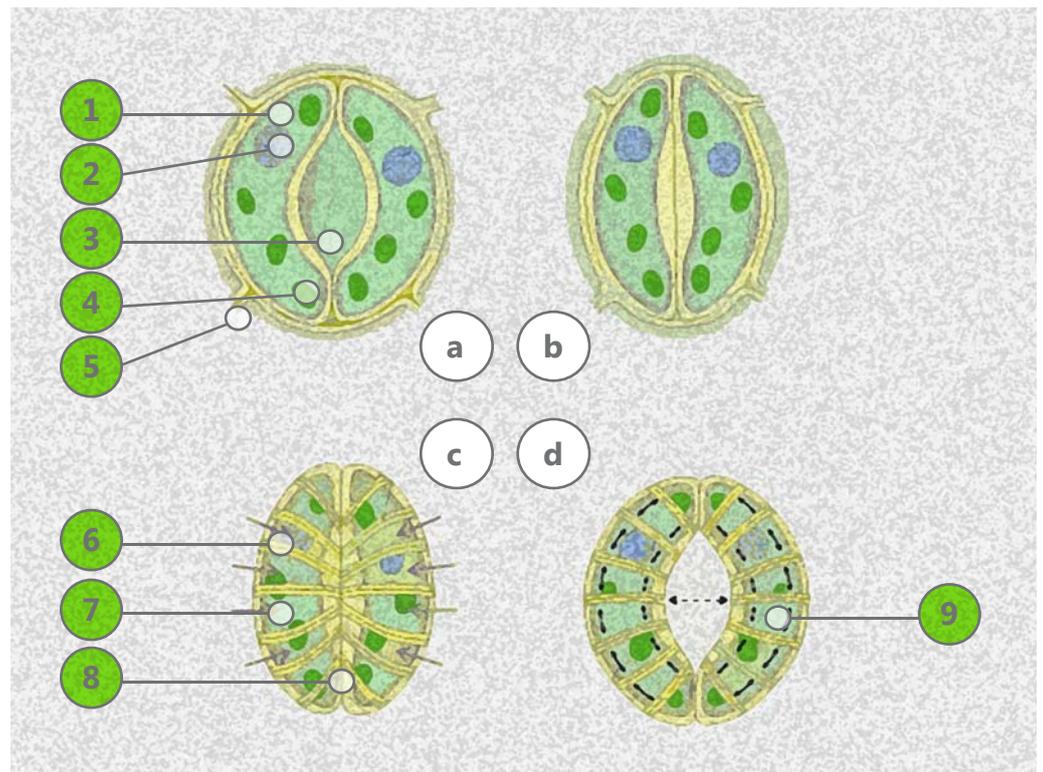
La transpiración "tira" la columna de agua que se encuentra dentro del xilema. Las moléculas de agua que se pierden son reemplazadas por el agua del xilema de las hojas, causando un arrastre de agua en el xilema. La adhesión del agua a las paredes celulares del xilema facilita el movimiento hacia arriba dentro del mismo. Esta combinación de fuerzas adhesivas y cohesivas explica la forma en que se mueve el agua y dan el nombre a la teoría.

La difusión de los gases, incluyendo al vapor de agua, hacia el interior y exterior de la hoja es regulada por los estomas. Los estomas se abren y se cierran por la acción de las células oclusivas, debido a cambios en la turgencia. La turgencia de estas células aumenta o disminuye por el movimiento del agua, que sigue al movimiento de iones potasio hacia adentro o hacia afuera de las células oclusivas. Diversos factores concurren a regular la apertura y cierre de estomas, los cuales incluyen el estrés hídrico, la concentración de dióxido de carbono, la temperatura y la luz.

UN ESTOMA ESTA BORDEADO POR DOS CELULAS OCLUSIVAS QUE

1	Abren el estoma cuando están turgentes y
2	Lo cierran cuando pierden turgencia. La clave de la apertura de los estomas reside en las microfibrillas de celulosa dispuestas alrededor de las células oclusivas.
3	Cuando el agua entra a las células oclusivas, las células sólo pueden expandirse en dirección longitudinal.
4	Como las dos células están unidas por los extremos, esta expansión longitudinal las obliga a arquearse y al estoma a abrirse.

- 1- Célula estomática
- 2- Núcleo
- 3- Estoma
- 4- Cloroplasto
- 5- Células epidérmicas
- 6- Microfibrillas de celulosa
- 7- Agua
- 8- Paredes celulares fusionadas
- 9- Expansión longitudinal



Los elementos esenciales de origen mineral son incorporados desde el suelo al interior de las células de las raíces a través de la actividad de transportadores específicos, y son transportados al vástago -tras ser volcados al xilema- junto con la corriente de transpiración. Cumplen una variedad de funciones en las plantas, algunas de las cuales no son específicas, como, por ejemplo, los efectos que ejercen sobre el potencial osmótico. Otras funciones son específicas, como la presencia de magnesio en la molécula de clorofila. Algunos minerales son componentes esenciales de los sistemas enzimáticos.

MOVIMIENTO DE AZUCARES: TRANSLOCACION

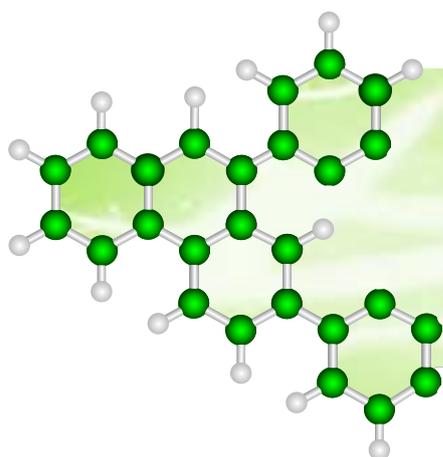
Ni los procesos de difusión ni el transporte célula a célula son eficaces para mover compuestos orgánicos a distancias

La especialización de los órganos en las plantas, para un mejor aprovechamiento de la energía lumínica, hace necesario un sistema de transporte de los fotosintatos (mayoritariamente sacarosa) a larga distancia, desde las hojas, su sitio de síntesis o fuentes, al resto de tejidos no fotosintéticos o sumideros. Ni los procesos de difusión ni el transporte célula a célula son eficaces para mover compuestos orgánicos a distancias que oscilan entre unos centímetro y decenas de metros, y sólo un sistema de flujo provee una cantidad necesaria para satisfacer los requerimientos de los distintos tejidos.

En el siglo XVII Malpighi demostró que la eliminación de un anillo de la corteza alrededor del tallo no tiene efecto sobre el transporte ascendente del xilema, pero produce un hinchamiento en la región superior a este anillo. En 1928, Mason y Maskell demostraron que el anillamiento interrumpe el transporte basípeto de azúcares. La demostración de que los elementos cribosos del floema secretan un fluido rico en azúcares al seccionarlos, llevó a la conclusión de que el floema es el sistema de transporte de fotosintatos. Los estudios más modernos utilizan el marcaje radiactivo de productos transportados.

ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS DEL FLOEMA

El transporte floemático se lleva a cabo en las células cribosas en gimnospermas y los elementos cribosos en angiospermas. Estos últimos están unidos mediante las placas cribosas formando los tubos cribosos. Las células de compañía ayudan metabólicamente a las células cribosas y también cooperan en el transporte de productos del apoplasto a las células cribosas.



Existen tres tipos de células de compañía:

- 1- Las células de compañía ordinarias, de paredes lisas, aportan ATP a las células cribosas durante todo el recorrido del tubo.
- 2- Las células de transferencia, con numerosas invaginaciones en la zona de contacto con el elemento criboso que aumentan la superficie de contacto y facilitan la acumulación de productos desde el apoplasto.
- 3- las células intermediarias, que presentan numerosas conexiones plasmodésmicas, que facilitan el transporte simplástico de los fotosintatos desde las células del mesófilo a las células cribosas.

COMPOSICIÓN DEL FLUIDO FLOEMÁTICO

Los primeros estudios sobre composición del fluido floemático se realizaron utilizando los estiletes de los áfidos, de forma que, al pinchar estos el floema, el fluido fluye por su tubo digestivo. Si se corta el estilete para quitar el insecto, su extremo sigue exudando durante varios días y se puede obtener fluido sin contaminar, para su análisis. El líquido floemático presenta las siguientes características:

- 1- PH elevado, alrededor de 8 (el del xilema oscila entre 5 y 6)
- 2- Alto contenido de materia seca (10 – 25%)
- 3- Potencial osmótico entre -1 y -3 MPa debido al bajo peso molecular de los compuestos disueltos
- 4- Viscosidad muy elevada