

LA CAPILARIDAD EN LAS PLANTAS.



Facultad de Estudios Superiores

IZTACALA



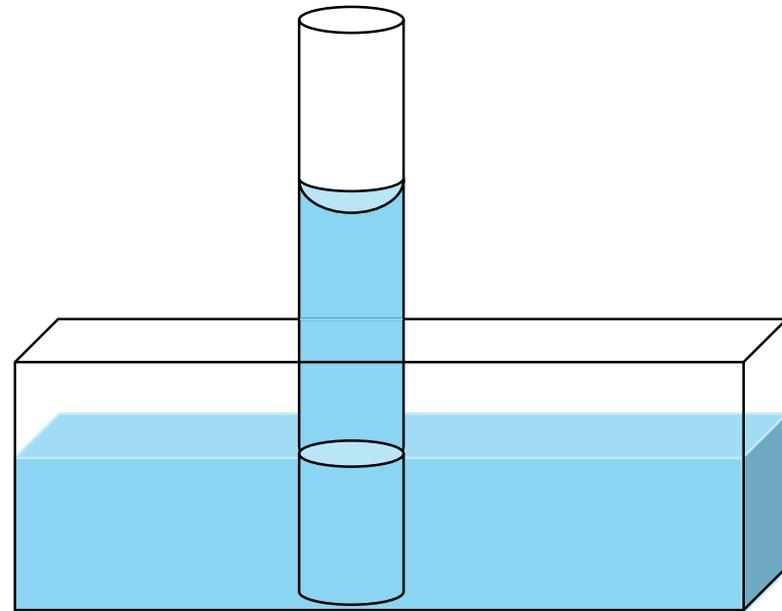
PROYECTO PAPIME: PE-206720

Autores:

Elvia Lucía Pavón Meza, Ligia Rivera de la Parra, Miguel Ángel Verástegui Vidal y Sergio Camacho Montiel.

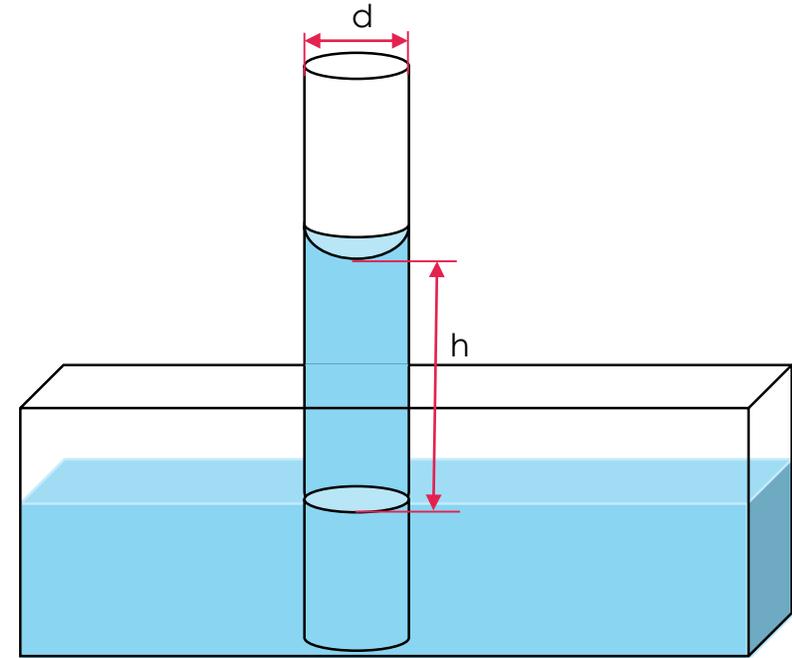
CAPILARIDAD

Como ya sabemos, la capilaridad se debe a la suma de las propiedades de cohesión y adhesión del agua, pero... ¿hasta dónde puede ascender el agua en un capilar?



ASCENSO DEL AGUA

La altura a la que llega el agua en un capilar está definida por el equilibrio entre el diámetro del mismo capilar, la densidad del líquido en ascenso y su tensión superficial (γ).



De tal forma que, un líquido más denso o un capilar más ancho, disminuirán la altura a la que puede ascender el líquido y viceversa.

ASCENSO DEL AGUA

La ley de Jurin ayuda a definir la altura en metros (h) que alcanzará una columna de líquido en un capilar y está dada por la ecuación:

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho g r}$$

donde:

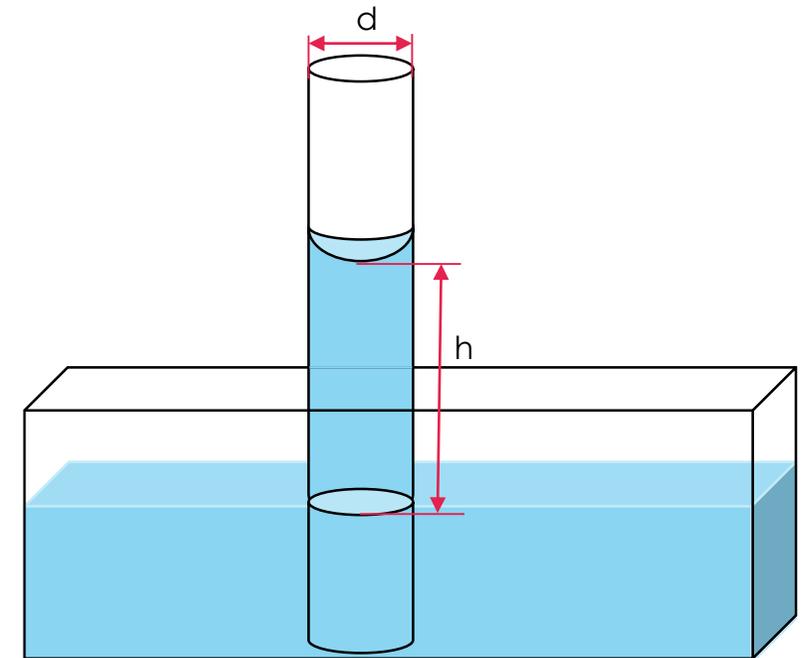
γ = ángulo de contacto interfacial (N/m).

θ = ángulo de contacto

ρ = densidad del líquido (kg/m^3)

g = aceleración debida a la gravedad (m/s^2)

r = radio del tubo (m)



ASCENSO DEL AGUA

Para un tubo de vidrio con 0.001 m de radio y a presión normal:

$$\gamma = 0.0728 \text{ N/m a } 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

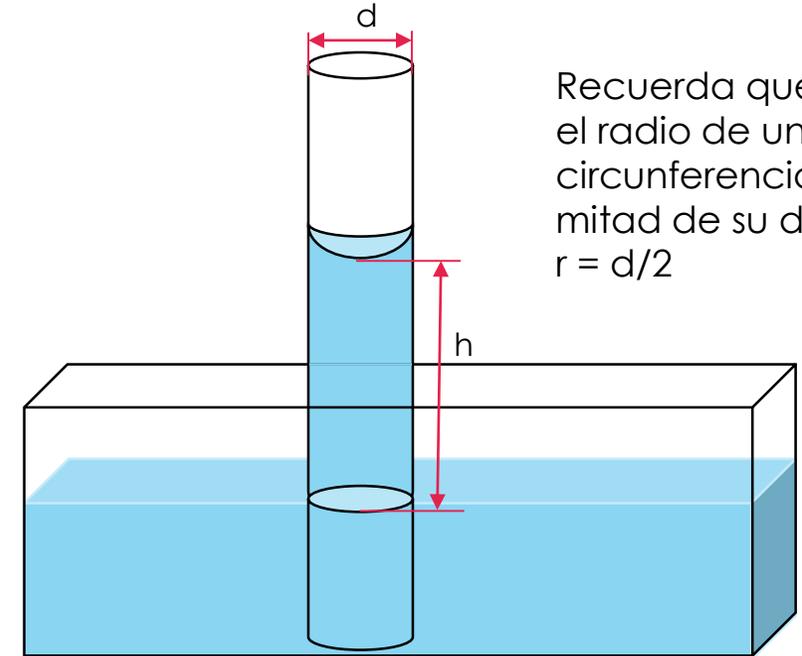
$$\theta = 0^\circ$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.80665 \text{ m/s}^2$$

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho g r}$$

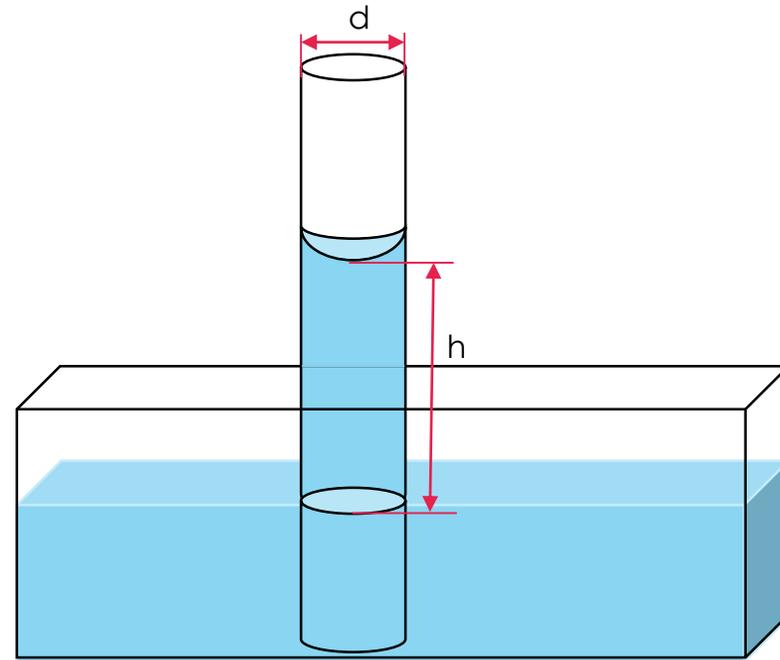
$$h = \frac{(2)(0.0728 \frac{\text{N}}{\text{m}})(1)}{\left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (0.001 \text{ m})}$$



Recuerda que el radio de una circunferencia es la mitad de su diámetro $r = d/2$

Dado que $\mathbf{N} = \text{kg m/s}^2$ y el coseno de $0^\circ = 1$

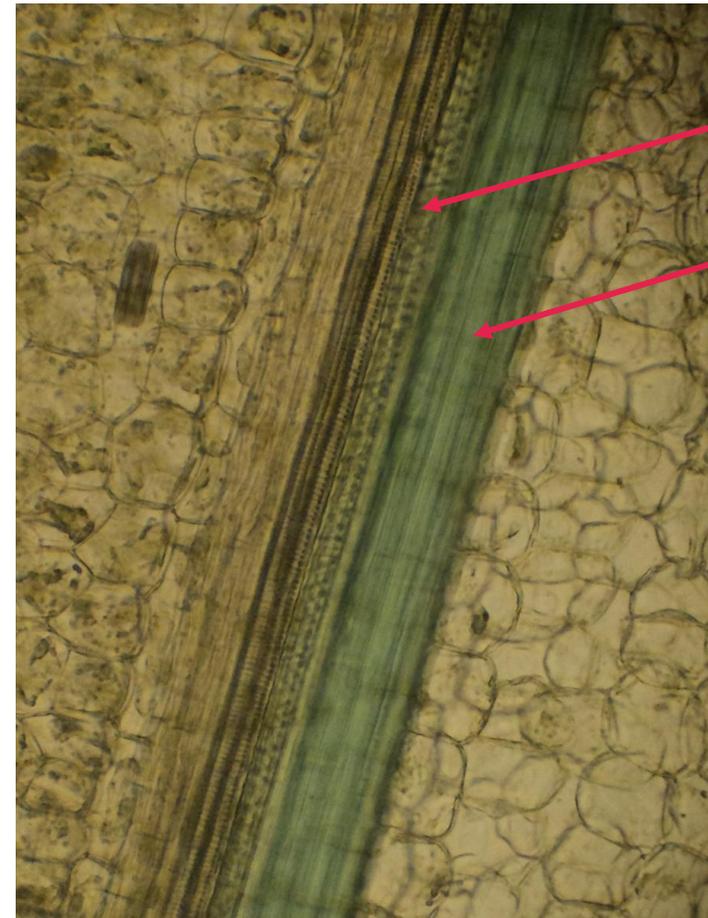
$$h = \frac{(0.1456 \cancel{\text{kg/s}^2})}{9.8 \cancel{\text{kg m/s}^2}} = 0.015 \text{ m}$$



entonces, la altura de la columna de agua, en metros, será de unos 0.015 m, que equivale a 15 mm.

¿QUÉ SUCEDE EN LAS PLANTAS?

Los capilares para el ascenso del agua en las plantas están formados por los continuos de traqueidas y/o elementos de vaso, que son las células conductoras del agua en el xilema y junto con otras células, forman los haces vasculares.



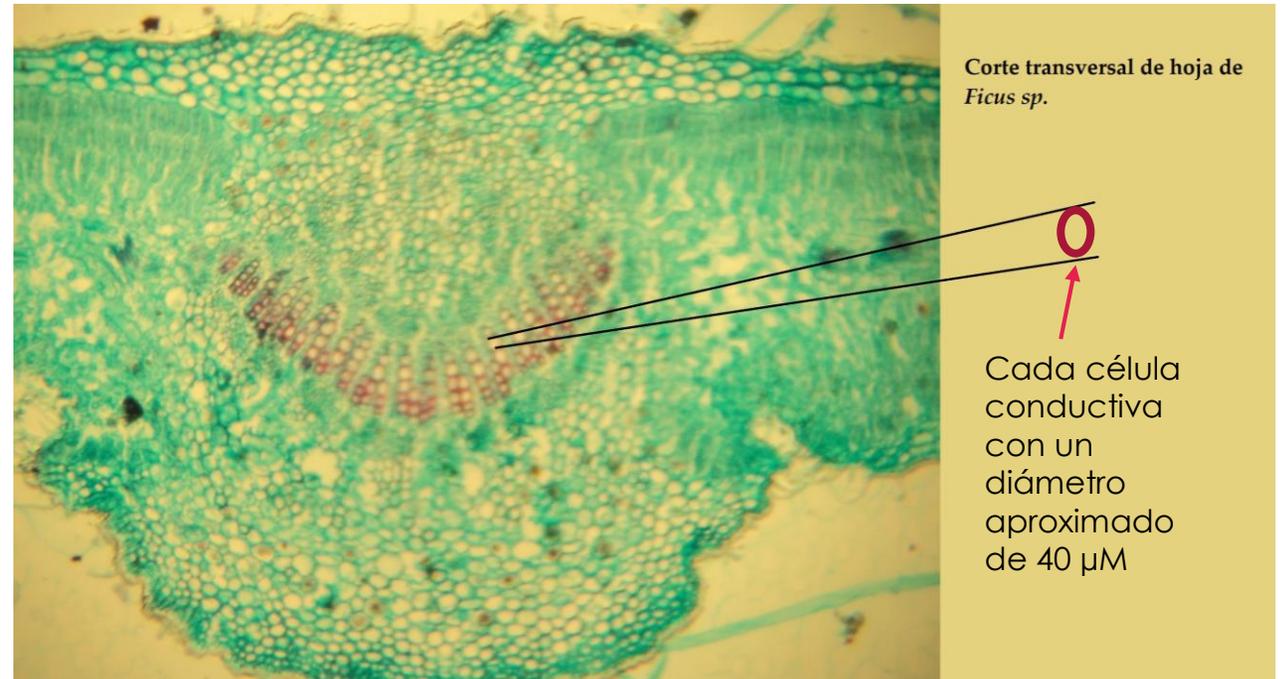
Xilema

Floema

¿QUÉ SUCEDE EN LAS PLANTAS?

Las células conductoras tienen un radio aproximado de $20\ \mu\text{m}$.

¿Cuánto puede ascender el agua por capilaridad en las plantas?



ESTIMACIÓN DE LA ALTURA MÁXIMA ALCANZABLE POR CAPILARIDAD

Si se considera que:

a) Los vasos xilemáticos presentan un radio aproximado de $20 \mu\text{m}$ (0.00002 m).

b) que las sales presentes en el agua no cambian el ángulo de contacto interfacial $\approx 0.073 \text{ N/m}$ (a 20°C) ni la densidad del agua (1000 kg/m^3).

c) que el ángulo de contacto tampoco cambia ($\theta \approx 0^\circ$).



ESTIMACIÓN DE LA ALTURA MÁXIMA ALCANZABLE POR CAPILARIDAD

Si se considera que:

- Los vasos xilemáticos presentan un radio aproximado de $20 \mu\text{m}$ (0.00002 m).
- que las sales presentes en el agua no cambian el ángulo de contacto interfacial $\approx 0.073 \text{ N/m}$ (a 20°C) ni la densidad del agua (1000 kg/m^3).
- que el ángulo de contacto tampoco cambia ($\theta \approx 0^\circ$).



Entonces, la altura máxima que alcanza el agua en las plantas por capilaridad es...

ESTIMACIÓN DE LA ALTURA MÁXIMA ALCANZABLE POR CAPILARIDAD

$$h = \frac{2 \times 0.073 \text{ N/m}}{(1000 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(0.00002 \text{ m})}$$

$$h = 0.74 \text{ m} = 74.0 \text{ cm}$$

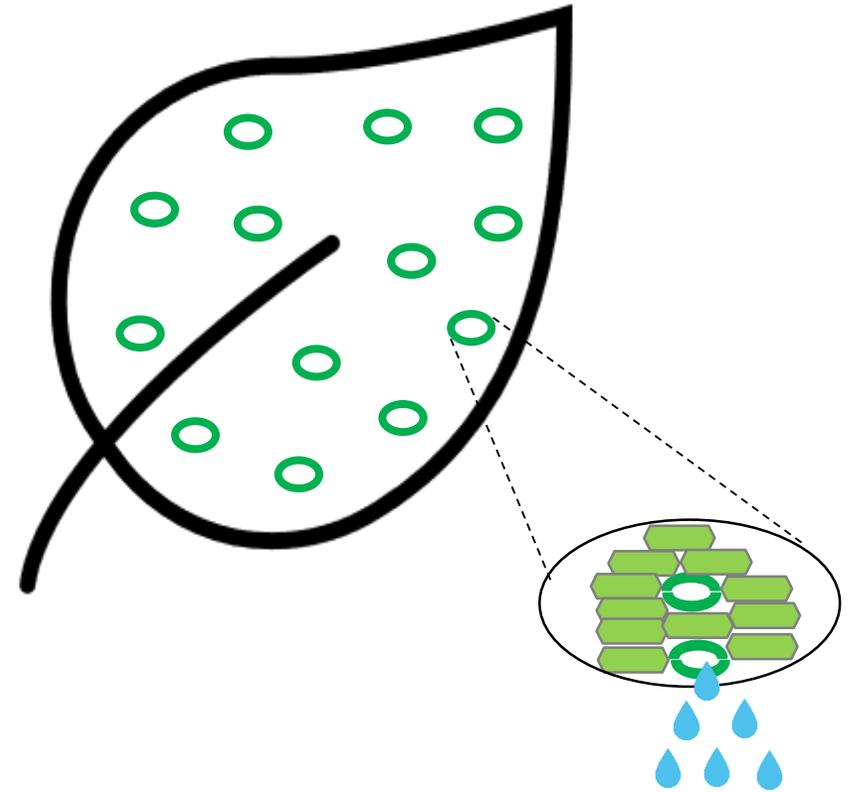
Eso explica muy bien que el ascenso del agua se realice sin gasto energético en plantas cuya altura es menor a 1m.



¿Pero qué
sucede en
árboles cuya
altura
alcanza los
15, 20, 40 o
hasta 90 m
de altura?

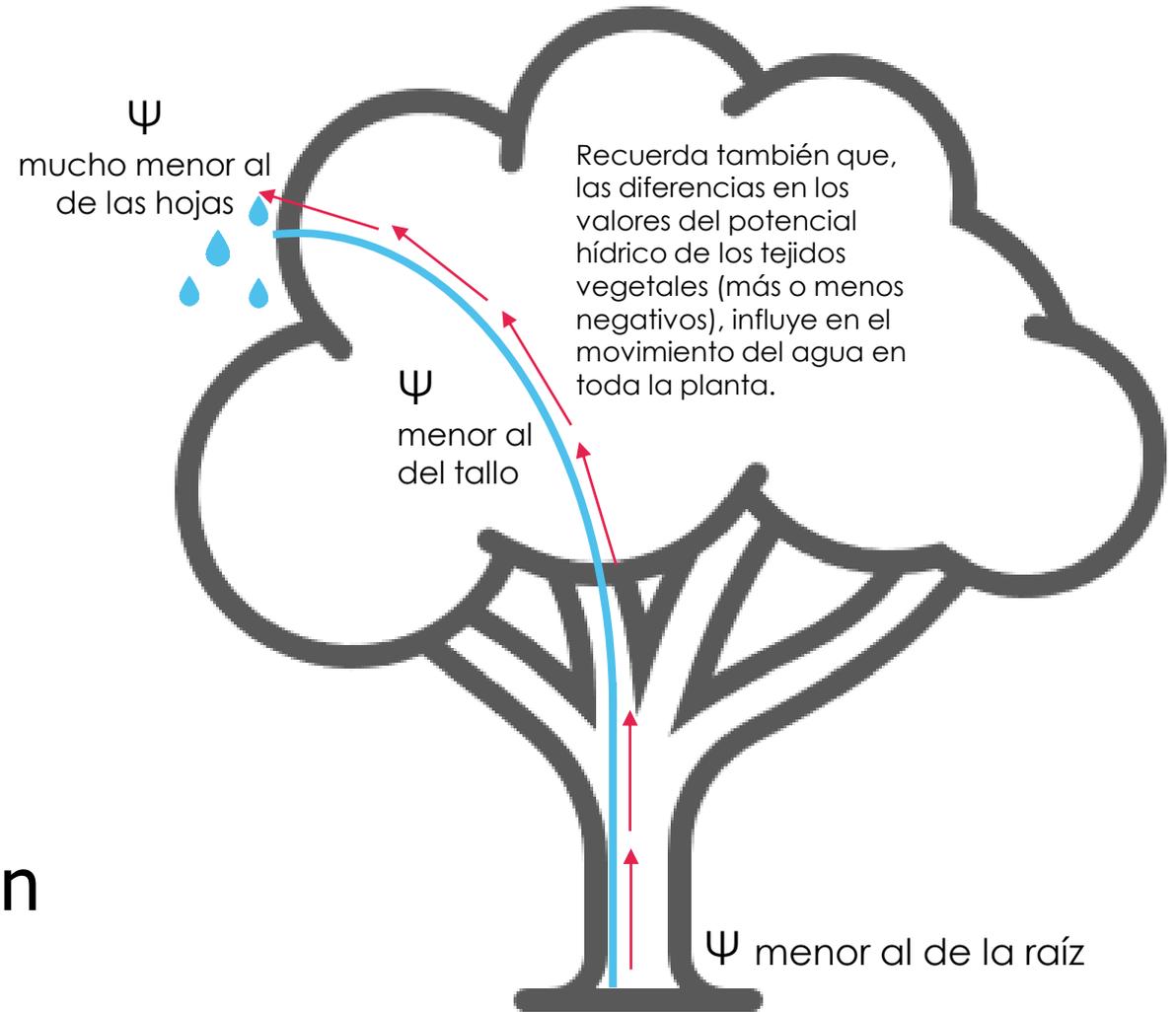


Primero, debemos recordar que, una vez que el agua ingresa al xilema y se transporta hacia todos los tejidos en las plantas, la única vía de salida (en forma de vapor de agua) es a través de los estomas presentes en las hojas, lo que se conoce como evapotranspiración.

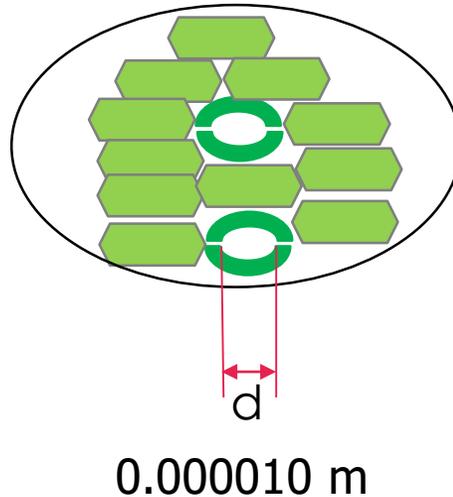


Segundo, las moléculas de agua con características similares de temperatura y densidad, tienden a permanecer unidas por las fuerzas de cohesión.

Por lo que las moléculas que se evaporan arrastran a otras que están unidas entre sí por la cohesión, permitiendo así el ascenso del agua a través de la planta.



Tercero, los ostiolos o apertura de los estomas presentan unos 5 nm de radio (0.000005 m).



Por lo que, el ascenso del agua debida a la capilaridad de los estomas es:

$$h = \frac{2 \times 0.073 \text{ N/m}}{(1000 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(0.000005 \text{ m})}$$

$$h = 29.8 \text{ m}$$

En resumen: Gracias a que se suman las fuerzas de capilaridad, potencial hídrico y evapotranspiración, el ascenso del agua hasta los estomas podría soportar una columna de agua de hasta 3 km de altura.

