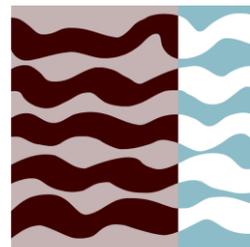


Prácticas de Fisiología Vegetal

Ingeniería agrónoma grado en hortofruticultura y jardinería



Universidad
Politécnica
de Cartagena



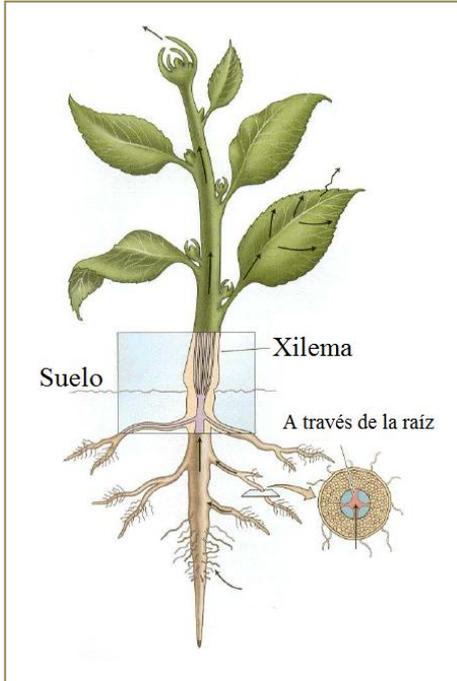
ETSia
Cartagena

Jorge Cerezo Martínez



1ª Práctica: Transporte de agua y transpiración

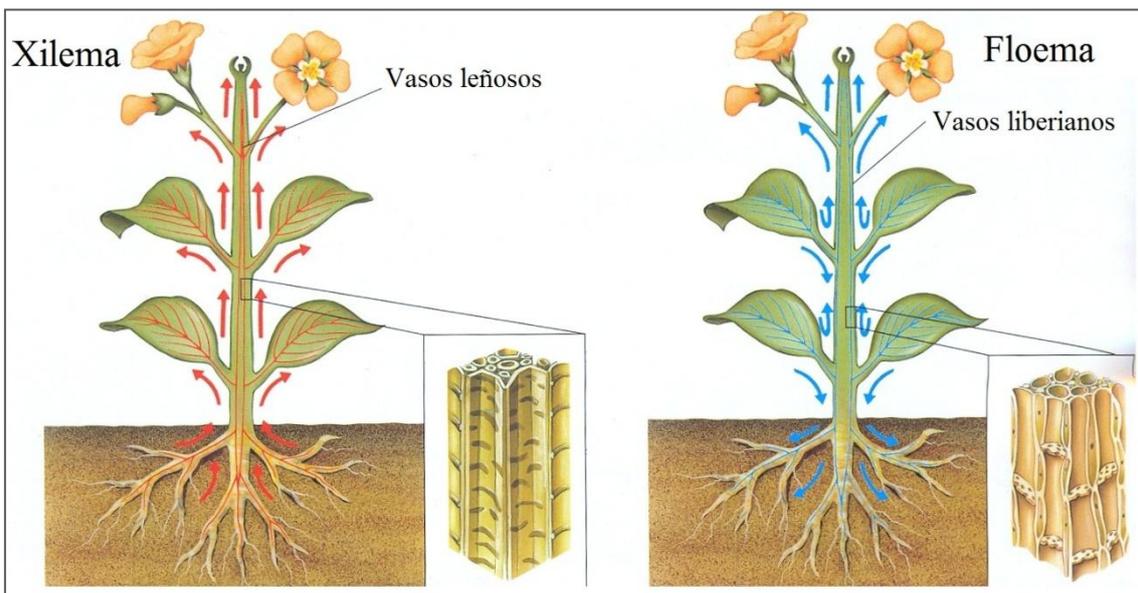
1. Introducción

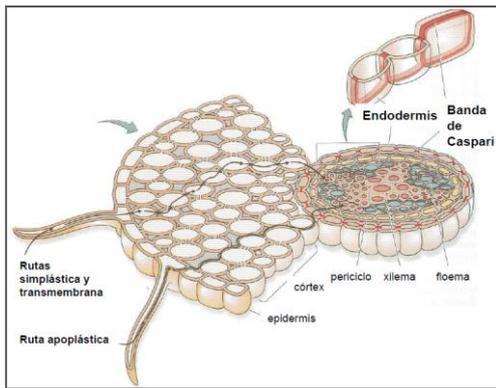


Una vez que el agua alcanza el cilindro central de la raíz, el transporte a larga distancia por la planta tiene lugar a través del xilema. El xilema es, por tanto, el tejido conductor del agua y nutrientes minerales desde el lugar de adsorción, las raíces, al resto de los órganos de la planta. El xilema forma un sistema continuo que, partiendo de la estela en las raíces, y a través del tallo, alcanza hasta las hojas y demás órganos aéreos.

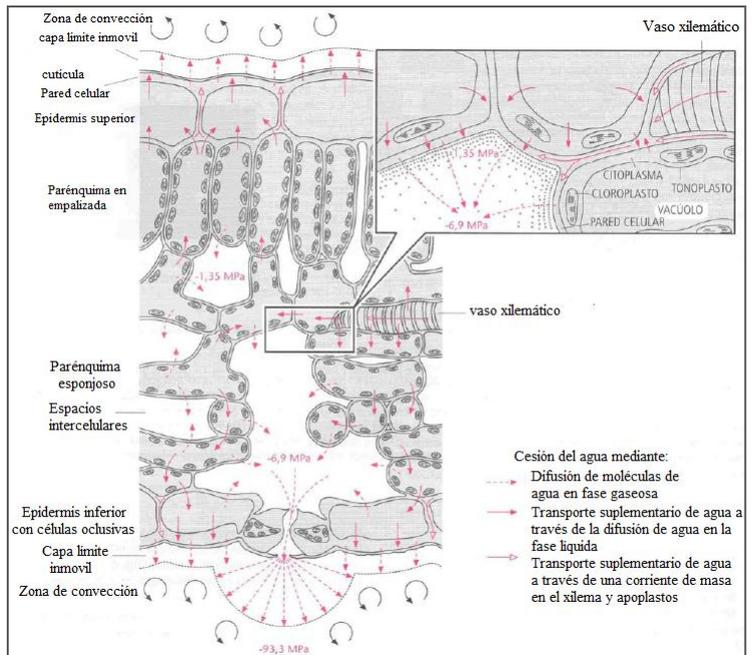
Típicamente, más del 98% del agua que absorbe la planta se pierde en forma de vapor en un proceso llamado transpiración. La transpiración incluye dos etapas:

- Evaporación del agua desde las paredes de las células del mesófilo.
- Difusión del vapor de agua desde los espacios aéreos del interior de la planta hasta el exterior.





El xilema se encarga de trasladar la savia desde la raíz hacia la parte proximal de la planta; ésta es la llamada savia bruta, que se compone en su mayor parte de agua e iones inorgánicos. La energía para este transporte no la proporcionan los mismos elementos traqueáricos, que en el tejido desarrollado están de hecho muertos, sino dos fenómenos físicos: Ósmosis y succión.



El objetivo de la práctica es ilustrar la velocidad de ascenso del agua y el flujo de agua en el xilema y estudiar los efectos de varios factores ambientales sobre la velocidad de transpiración.

1.1. Ideas preconcebidas

Partiendo de estudios anteriores, tenemos algunas ideas de cómo deberían comportarse las gráficas y, todo lo que no se encuentre bajo estos parámetros, en teoría, debería ser sometido a un exhaustivo análisis. El control tendría que ser el separador entre los ambientes favorables y los desfavorables, quedando así, iluminado y aire caliente por encima y oscuridad, oscuridad a 4°C y ABA por debajo, en cuanto a orden de pérdida en gramos de agua.

2. Materiales y métodos

Los materiales para desarrollar la práctica fueron los siguientes:

- Tallos de apio (*Apium graveolens*)
- Solución de fucsina ácida al 0.05%
- Probetas de 100 ml
- Vasos de precipitados
- Pinzas
- Bisturí
- Papel de filtro
- Papel de aluminio
- Balanza

El procedimiento desarrollado fue el siguiente: Se preparó, en media botella, agua destilada; posteriormente, se cortó, sumergido en agua el apio, 5 cm de la base del tallo y rápidamente se añadió el apio en la botella cerrando herméticamente con el aluminio. Finalmente se miden las diferencias de peso con respecto al peso inicial en franjas de 15 min para observar el desarrollo



de la experiencia con distintos parámetros y efectos ambientales, velocidad de transpiración, temperatura, velocidad del viento, intensidad luminosa, ABA. Han de tenerse en cuenta ciertos factores que podrían alterar la correcta datación de la experiencia, como podrían ser, verbi gratia, la proximidad al calefactor, las plantas de apio que se encuentren más cerca de su radio sufrirán mayor pérdida por transpiración, además de contar con el movimiento que produce su motor en el aire.

3. Cuestiones sobre la experiencia

1. Hacer un corte transversal y describir la anatomía del tejido responsable del ascenso del agua. ¿Dónde se encuentra localizada la fucsina ácida?

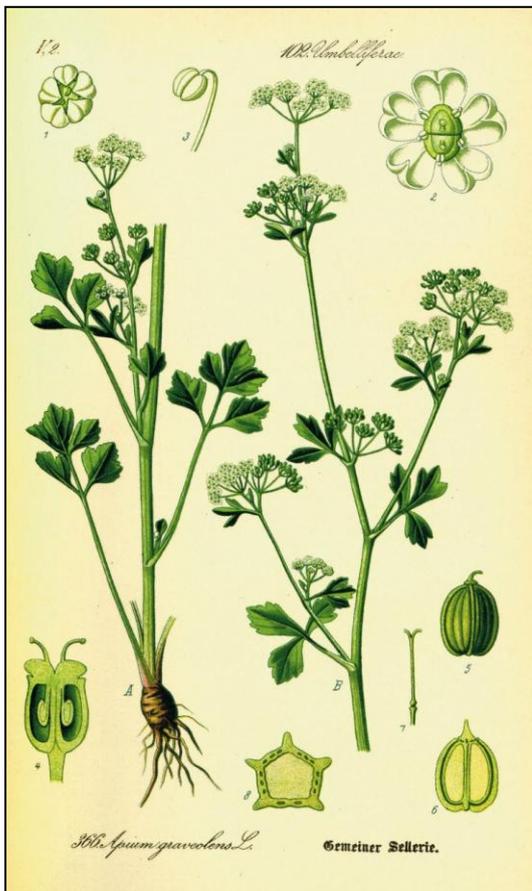
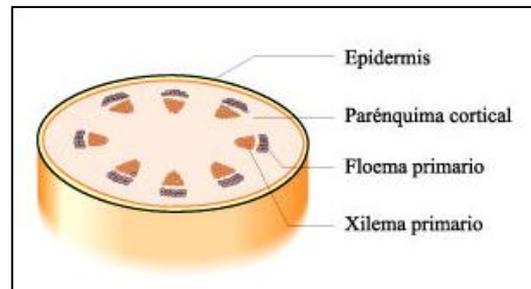


Ilustración del Bonnier de *Apium graveolens*

La fucsina ácida asciende, tintando, los elementos del xilema. Los elementos encontrados son similares a los que se aprecian en el corte transversal que muestra el desarrollo del crecimiento secundario en el tallo de las dicotiledóneas.



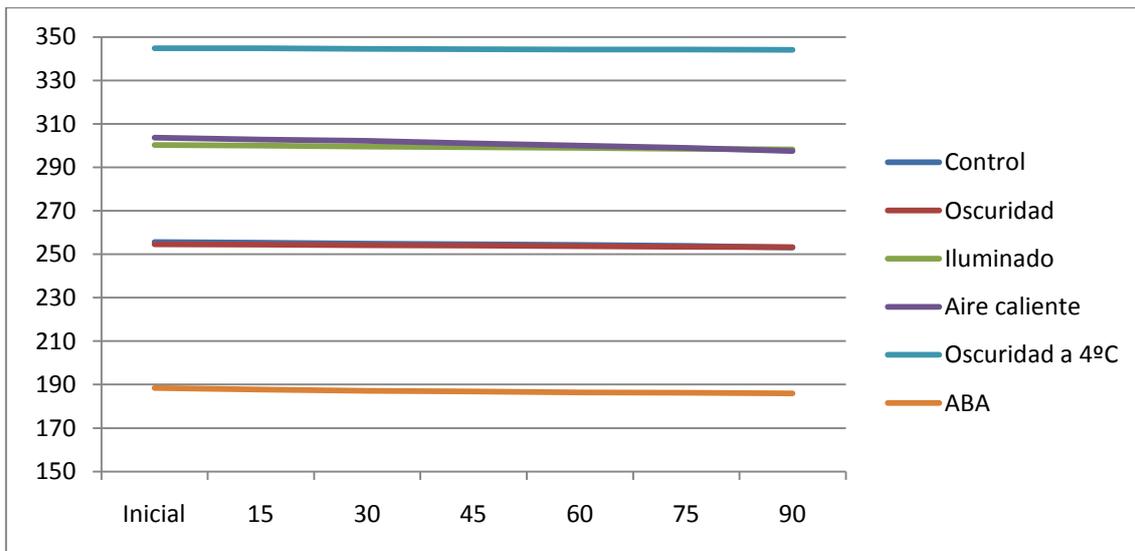
2. Representar gráficamente la pérdida relativa de peso $\left(\frac{Peso_i - Peso_f}{Peso_i}\right)$ frente al tiempo. Comentar las diferencias observadas entre los distintos tratamientos.

En esta experiencia se desarrolló en varios ambientes con tallos de *Apium graveolens*, los ambientes fueron los siguientes:

- Control: Este ambiente estaba en condiciones normales y es el que nos servirá de comparación con los demás.
- Oscuridad: Nos indicará la pérdida por transpiración cuando el apio no está realizando la fotosíntesis.



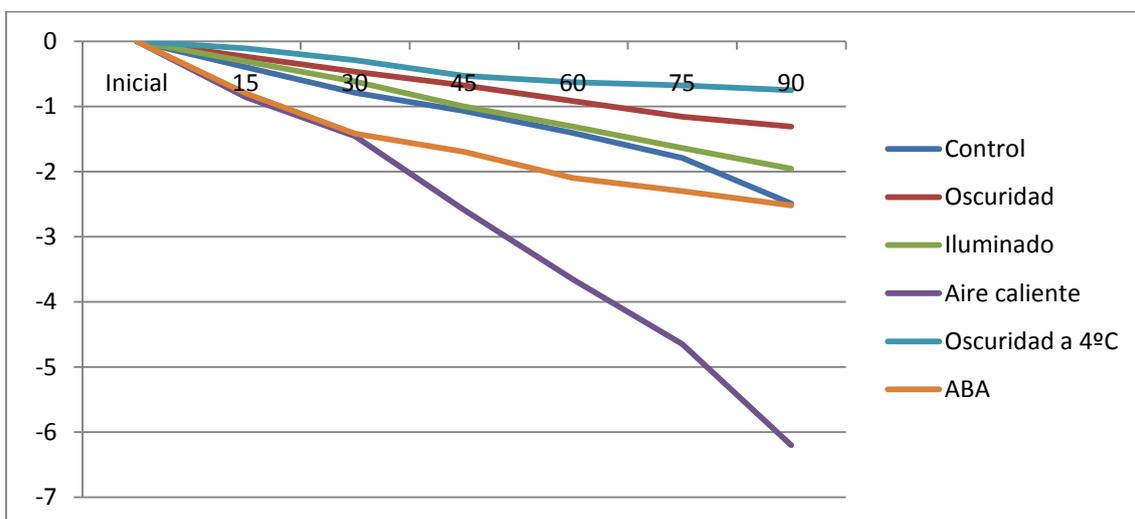
- Iluminado: Nos indicará la pérdida por transpiración cuando el apio está realizando la fotosíntesis.
- Aire caliente: El potencial hídrico del aire es de por sí alto, al incrementar la temperatura de éste aumenta la capacidad del aire de retener agua, también ha de tenerse en cuenta que al ser viento arrancará con mayor facilidad el agua adherida.
- Oscuridad a 4°C: Por la misma relación citada en aire caliente, con la disminución de la temperatura la capacidad del aire de retener agua disminuirá, también ha de tenerse en cuenta que aquí no aplicamos viento.
- ABA 100 µM: Hemos de recordar el papel que representa esta hormona en la planta, el aumento de dicha hormona causa el cierre de los estomas, disminuye la transpiración y inhibe el crecimiento de la planta.



Gráfica de representación de la disminución del peso neto

Oscuridad a 4°C se encuentra en la parte superior, Aire caliente e iluminado se encuentran juntos al igual que control y oscuridad, y por último la hormona ABA

Como es frecuente observar alguna varianza de los resultados trabajando con valores netos es muy difícil y apenas se pueden apreciar resultados, por ello presentaremos otra gráfica con la pérdida de cada uno de los ambientes.

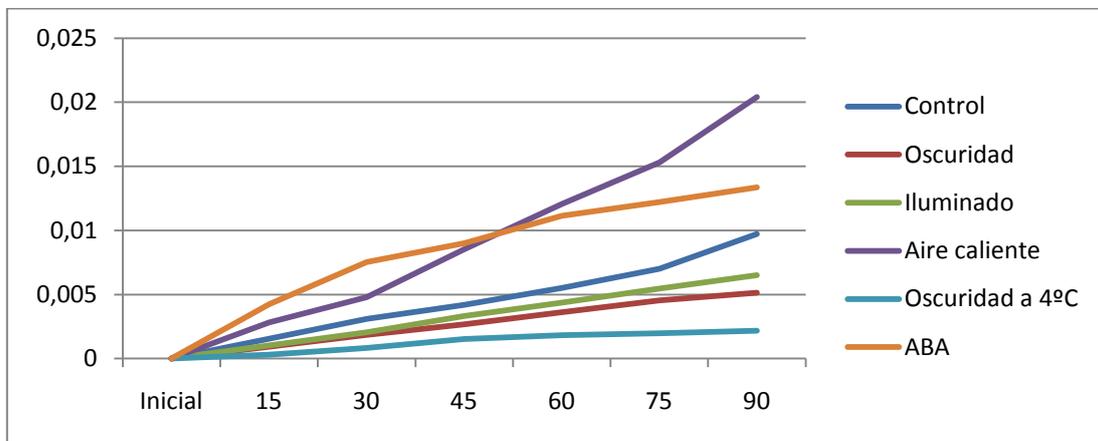


Gráfica de representación de la pérdida en gramos



Observamos que oscuridad a 4°C es la que menos pérdida presenta, lo cual era de esperar, por el contrario aire caliente representa el mayor descenso, hemos de aclarar también que el ambiente de aire caliente estaba expuesto a la luz. Los que se encuentran en valores intermedio son oscuridad iluminado control y ABA. Comentaremos primero a la hormona por su carácter especial, parece ser que el efecto de la hormona no se produjo hasta pasada la media hora, eso nos puede explicar la caída que representó a la par con la función de aire caliente, hasta llegar a un punto estable a la hora y media donde se encuentra con ambiente control, por otra parte esperaría más que se encontrara entre iluminado y oscuridad, pero de ninguna forma por debajo de control. Los ambientes de oscuridad iluminado y control parecen encontrarse en parámetros normales.

La gráfica de representación de la pérdida en gramos tiene un inconveniente, se puede observar la pérdida pero ésta no es relativa, por eso debemos dividirla por su propio peso original.



Gráfica de representación de la pérdida relativa de peso en valor absoluto

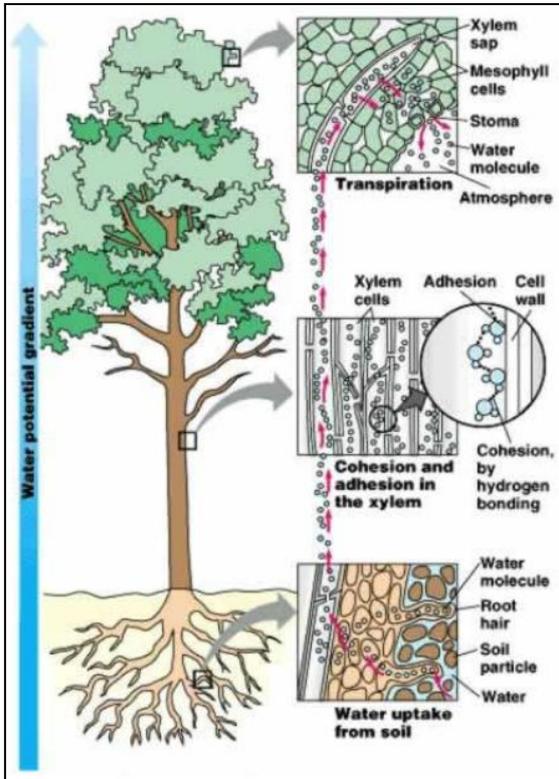
Esta gráfica nos da un valor real y comparable, y aunque parecida a la varianza que tiene la gráfica inmediatamente superior se pueden vislumbrar algunas diferencias, a saber; la hormona sólo queda por debajo del aire caliente a la hora menos siete, cabe indicar que el efecto de la hormona no se ha producido o ha habido un mal tratamiento de la misma.

	Inicial	15	30	45	60	75	90	Peso	cm ²
Control	255,65	255,25	254,86	254,58	254,24	253,87	253,16	1,789	193,5
Oscuridad	254,61	254,37	254,14	253,93	253,69	253,45	253,3	1,32	142,7
Iluminado	300,21	299,9	299,59	299,21	298,9	298,57	298,25	1,508	165,5
Aire caliente	303,64	302,78	302,18	301,05	299,98	298,99	297,44	?	?
Oscuridad a 4°C	344,84	344,73	344,55	344,31	344,21	344,16	344,09	0,87	94,05
ABA	188,5	187,7	187,08	186,8	186,4	186,2	185,98	1,642	177,57

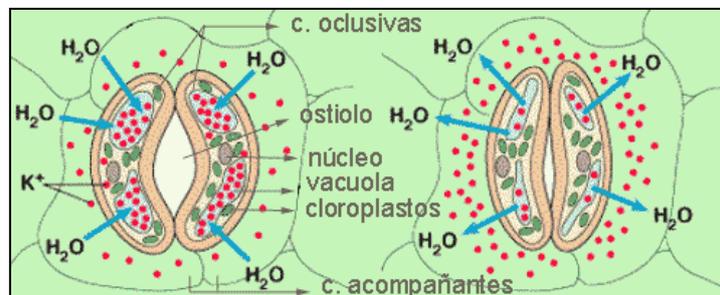
Deberíamos tener también en cuenta la cantidad de superficie de hoja que tiene cada uno de los ambientes para ser más precisos a la hora de determinar la transpiración de la planta, podríamos multiplicar a los resultados obtenidos una constante de transpiración, pues en el caso del ambiente control es el que más superficie de transpiración tiene, y seguidamente el ABA, y no sabemos con certeza lo que puede influir en nuestros resultados la superficie de transpiración.



3. ¿Qué tipo de células permiten el ascenso y la pérdida del agua?



Podríamos decir que casi todas las células de la planta intervienen de alguna manera en el ascenso del agua por la planta, ya sea participando activamente como canales de la misma o indirectamente ejerciendo succión. En el caso del *Apium graveolens* analizado en la práctica debemos eliminar la parte de la raíz pues fue desechada durante la experiencia; nos queda por tanto la parte del tallo y las hojas. En el tallo se encuentran los elementos del xilema que son los principales canales de transporte de agua hacia las partes superiores de la planta hasta llegar a las hojas, en ellas se produce una tensión que arrastra a las demás moléculas de agua para que lleguen hasta arriba.

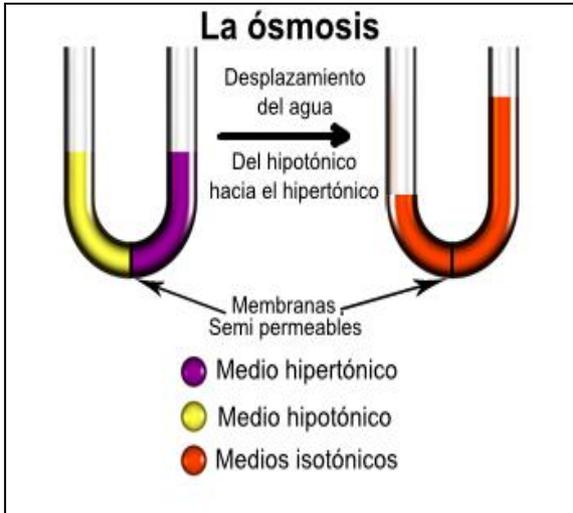


En la hoja se produce la mayor parte de la fotosíntesis y el intercambio gaseoso, es por tanto el lugar de mayor pérdida en agua interviniendo activamente los estomas en la regulación de la transpiración y las células de las cámaras en la cesión del agua.



2ª Práctica: Determinación del potencial hídrico

1. Introducción



A través de los fenómenos osmóticos se pueden calcular potenciales hídricos de los tejidos. La ósmosis es un fenómeno físico relacionado con el comportamiento de un sólido como soluto de una solución ante una membrana semipermeable para el solvente pero no para los solutos. Dicho proceso acarrea una difusión compleja a través de la membrana, sin gasto de energía. La ósmosis del agua es un fenómeno biológico esencial para la fisiología celular de los seres vivos. La ósmosis puede producir, según la concentración del tejido y de la disolución, distintos fenómenos:

- Turgescencia: Se dará en el caso de que la concentración del tejido sea mayor que la de la disolución en contacto, por ello, para equilibrar los potenciales hídricos, el tejido absorberá agua.
- Plasmólisis: Se dará en el caso de que la concentración del tejido sea menor que la de la disolución en contacto, por ello, para equilibrar los potenciales hídricos, el tejido liberará agua.
- Equilibrio hídrico: Se dará sólo en el caso de que el potencial hídrico del tejido y de la disolución sean iguales, no habrá, por tanto, ni cesión ni ganancia de agua.

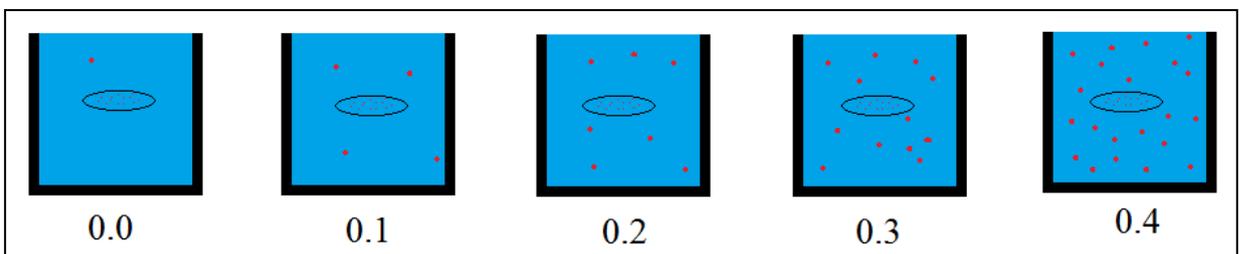


Ilustración de la representación de los cilindros de patata sumergidos en distintas disoluciones de sacarosa

El objetivo de la práctica es ilustrar el método clásico de determinación del potencial hídrico del tejido vegetal.



1.1. Ideas preconcebidas

Partiendo de nuestros conocimientos, sabemos que el tejido no puede tener ni un potencial hídrico muy alto, ni uno muy bajo, por ello, sumergido en una concentración 0 M, es decir, agua destilada, el tejido tenderá a igualar la concentración absorbiendo agua del medio, en este caso aumentará el peso rápidamente y será notable, por el contrario en una disolución muy elevada en concentración, el tejido disminuirá su peso al intentar igualar la concentración.

2. Materiales y métodos

Los materiales para desarrollar la práctica fueron los siguientes:

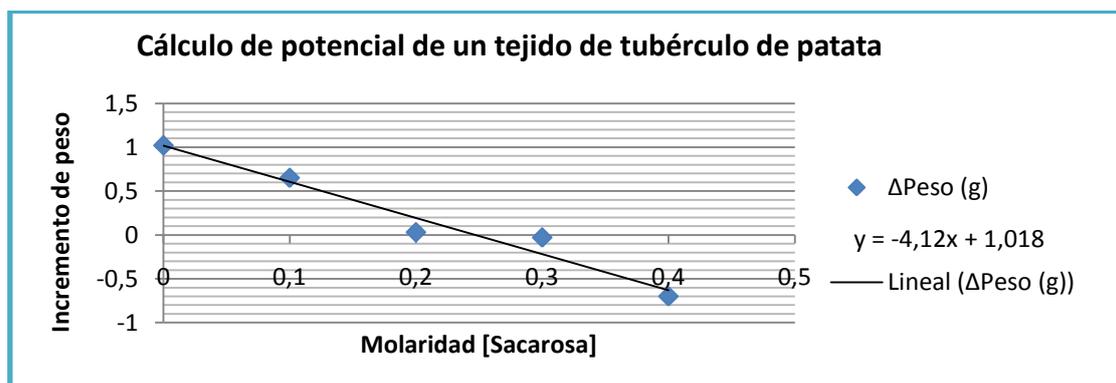
- Tubérculos de patata
- Taladracorchos
- Bisturí
- Disoluciones de sacarosa (100 ml) de molaridades 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4
- Vasos de precipitados de 250 ml
- Balanza
- Papel de filtro
- Papel de aluminio

El procedimiento desarrollado fue el siguiente: Usamos un Taladracorchos afilado para sacar 10 cilindros de igual longitud, aproximadamente 4 cm y 1 cm de diámetro, retirando los excesos o material inútil de los extremos. Después de obtener el cilindro se enrolla rápidamente en papel de filtro humedecido, se pesa y se sumerge, cada par de cilindros, en las disoluciones preparadas repitiendo el proceso con cada una de las disoluciones. Los vasos han de cubrirse con el papel de aluminio y dejando reposar el tejido en disolución toda la noche a temperatura ambiente para realizar la determinación de peso final.

Después de la realización del proceso hacer las pesadas de la pareja de cilindros de la disolución para determinar el potencial osmótico del tejido.

3. Cuestiones sobre la experiencia

[Sacarosa](M)	Ψ_{π} (MPa)	Peso inicial(g)	Peso final (g)	Δ Peso (g)
0.0	0	6.43	7.45	1.02
0.1	-0.25	5.86	6.51	0.65
0.2	-0.5	6.12	6.09	0.03
0.3	-0.74	5.99	6.00	-0.01
0.4	-0.99	6.29	5.59	-0.7





Para calcular la concentración molar del tejido igualamos la ecuación que nos muestra la gráfica a cero.

$$0 = -4,12 \cdot x + 1,018 \rightarrow \frac{-1,018}{-4,12} = x \rightarrow 0,247 = c$$

El potencial hídrico del tejido es igual al potencial hídrico de la disolución de azúcar que no causa variación del peso en dicho tejido. Por consiguiente, el punto de intersección con el eje de abscisas de la línea obtenida representa el potencial hídrico del tejido. Explicar el fundamento de esta afirmación.

Cuando la concentración del tejido y de la disolución son iguales, no se produce ni ganancia ni pérdida en agua, esto quiere decir que al no haber diferencia, ni positiva ni negativa, de la concentración de solutos, no se produce intercambio.

$$\Psi_w = -Rtc = -8,314 \cdot 298 \cdot 247 = -0,61196 \text{MPa}$$

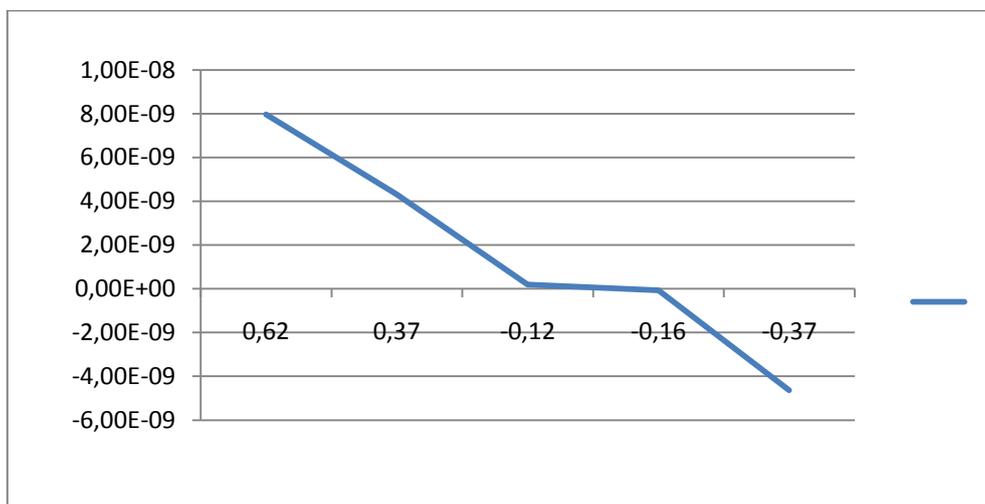
Si el valor del Ψ_w del tejido es de $-1,1 \text{MPa}$ ¿Cuál será el valor del potencial de turgor, o potencial de presión Ψ_p ?

$$\Psi_p = -\Psi_s + \Psi_w = -0,61196 + 1,1 \rightarrow \Psi_p = 0,48804 \text{MPa}$$

Construir una tabla en la que refleje la diferencia de potenciales hídricos ($\Delta\Psi_w$) entre la disolución de sacarosa (Ψ_w^{sol}) y el tejido (Ψ_w^{tej}). Calcular el flujo de agua (J_w) para cada par de cilindros y para cada diferencia de potencial hídrico, asumiendo que $J_w = \text{volumen de agua (unidades de superficie por unidad de tiempo)}^{-1}$.

Ψ_w^{sol} (MPa)	Ψ_w^{tej} (MPa)	$\Delta\Psi_w$ (MPa)	J_w (m/s)
0	-0,62	0,62	$7,96 \cdot 10^{-9}$
-0,245	-0,62	0,37	$4,31 \cdot 10^{-9}$
-0,495	-0,62	-0,12	$1,99 \cdot 10^{-10}$
-0,74	-0,62	-0,16	$-6,63 \cdot 10^{-11}$
-0,99	-0,62	-0,37	$-4,64 \cdot 10^{-9}$

Representar el flujo (J_w)(ordenadas) en función de la diferencia de los potenciales hídricos ($\Delta\Psi_w$)(abscisas). Las ganancias de peso deben ponerse sobre la parte positiva del eje de ordenadas y las pérdidas en la parte negativa.



Representación del flujo de agua en función de la diferencia de potenciales hídricos



Bibliografía

1. Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide, S.A. – Madrid. Autores: Juan Barceló Coll, Gregorio Nicolás Rodrigo, Bartolomé Sabater García y otros.