

Transpiración: la fuerza motora...

El suelo, la planta y la atmósfera constituyen un sistema continuo, en el cual el suelo proporciona un anclaje mecánico a las plantas, además del almacenaje de agua y el oxígeno que absorben las raíces. La atmósfera constituye una fuente de demandas de agua ilimitada y la planta es la unidad conductora entre el suelo y la atmósfera, ya que absorbe el agua del suelo, luego esta circula por el xilema, y finalmente sale a través de los estomas de las hojas hacia la atmósfera en un proceso conocido como transpiración. El flujo de agua o transpiración se produce en respuesta a un gradiente de energía o de potenciales que existe entre el suelo y la atmósfera.

La transpiración constituye la fuerza motriz del ascenso de agua en las plantas. A nivel de las hojas, y en respuesta al gradiente de potencial hídrico entre la atmósfera y la hoja, se produce salida de agua desde estas en forma de vapor a través de los estomas, disminuyendo su potencial hídrico. Esta reducción de potencial hídrico foliar aumenta el gradiente entre la hoja y el suelo, lo que provoca un flujo de agua desde la zona de raíces. En la medida que la disponibilidad de agua del suelo disminuye (disminuye el potencial mátrico y la conductividad hidráulica del suelo), el flujo de agua hacia la planta es cada vez menor, llegando un momento en que la absorción no puede igualar a la transpiración, produciéndose un déficit hídrico en la planta, lo que induce un cierre estomático. Por otra parte los excesos de agua en el suelo provocan problemas de aireación, afectando el metabolismo radicular, lo que también afecta el desarrollo del cultivo en general. Por lo tanto es necesario mantener niveles de humedad adecuados en el suelo para satisfacer las necesidades de transpiración de las plantas y no provocar déficit o excesos hídricos, que afecten su crecimiento y desarrollo.

La aplicación de cantidades de agua concordantes con los requerimientos de las plantas y la eficiencia de la aplicación del sistema de riego que se utilice, permite ahorrar agua y energía, controlar las pérdidas de nutrientes por lixiviación y aumentar los rendimientos y calidad de la producción.

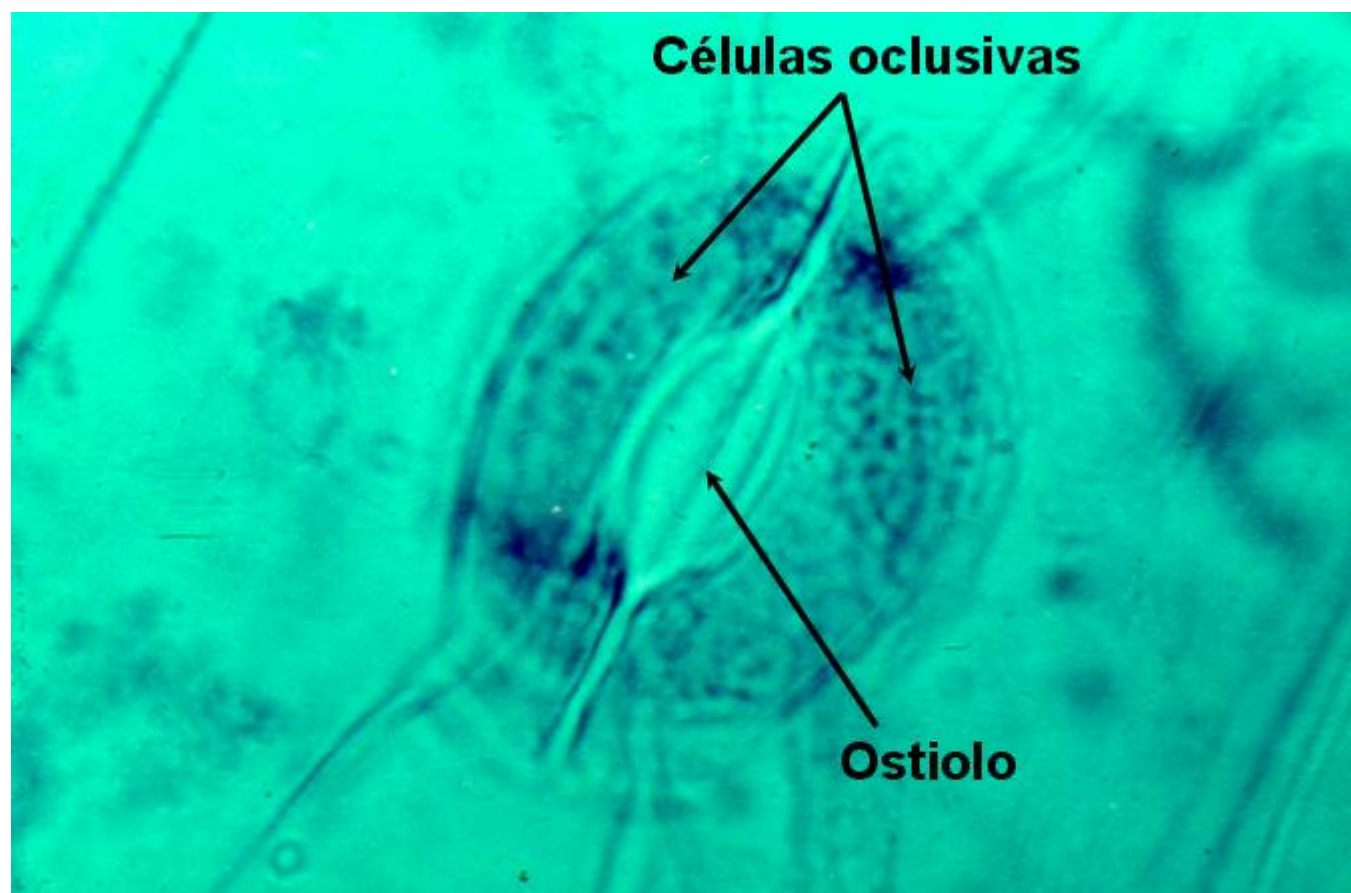
ESTOMAS Y TRANSPIRACIÓN

Transpiración: es el caso especial de evaporación de agua, desde un tejido vivo hacia el exterior. Tal fenómeno puede tener lugar en cualquier parte del vegetal que esté expuesta al aire, pero son las hojas los órganos que lo realizan con mayor intensidad. Las vías de transpiración en la planta son:

1-Transpiración estomática: por los estomas; es una vía controlable por la planta y

cuantitativamente representa alrededor del 90% del total de agua perdida.

Detalle de un estoma de Iris germanica (lirio) mostrando las células anexas y el ostiolo.

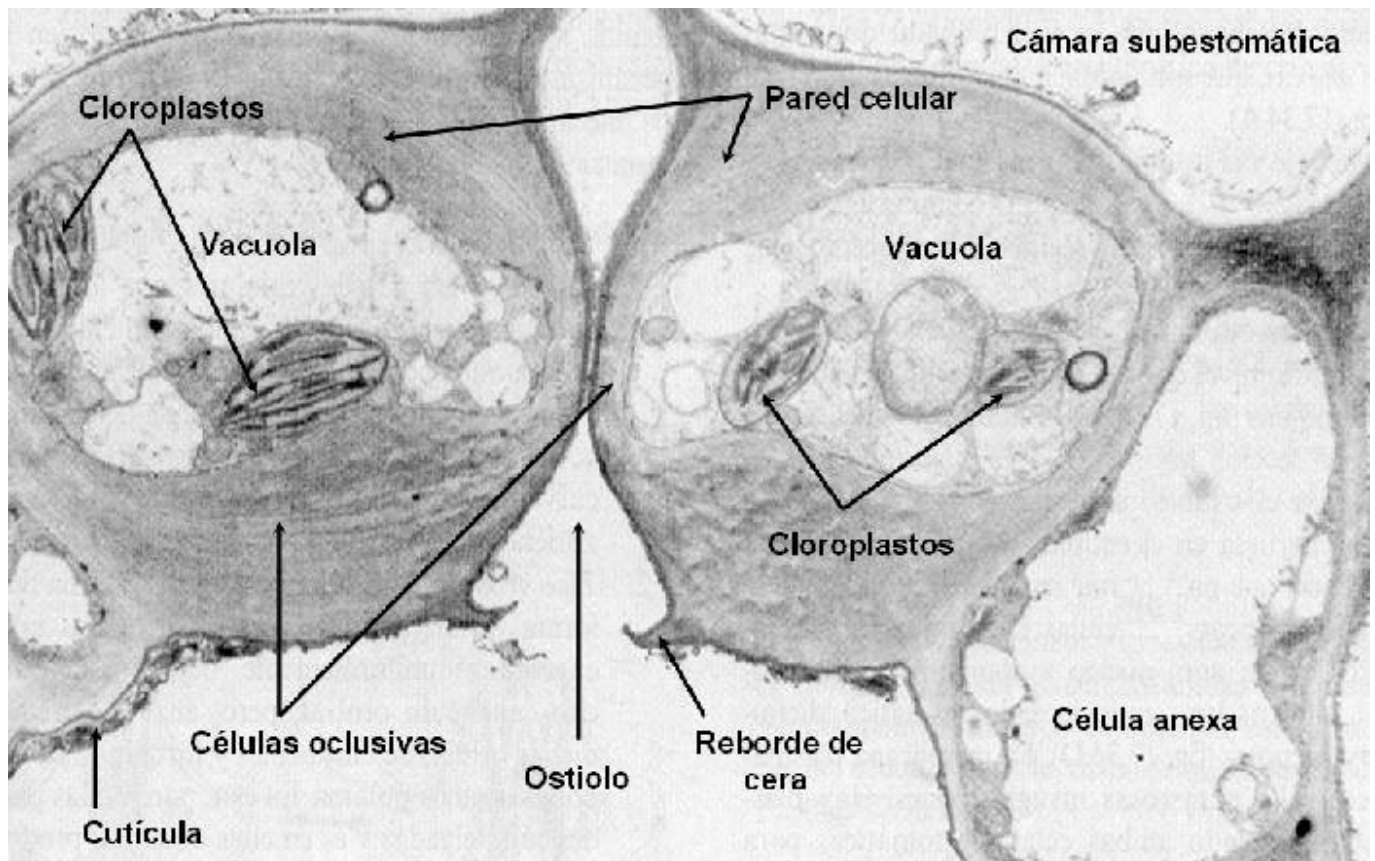


2- Transpiración lenticelar: por las lenticelas.

3- Transpiración cuticular: por la cutícula. Estas dos últimas vías no son controladas por la planta y cuantitativamente representan no más del 10% restante, pero adquieren fundamental importancia cuando los estomas se encuentran cerrados, por ej. por deficiencia de agua. En hojas de plantas xerófitas (típicas de zonas áridas), que tienen una cutícula muy gruesa y a veces cubierta de ceras, la transpiración cuticular frecuentemente no supera el 1% del agua perdida por los estomas .

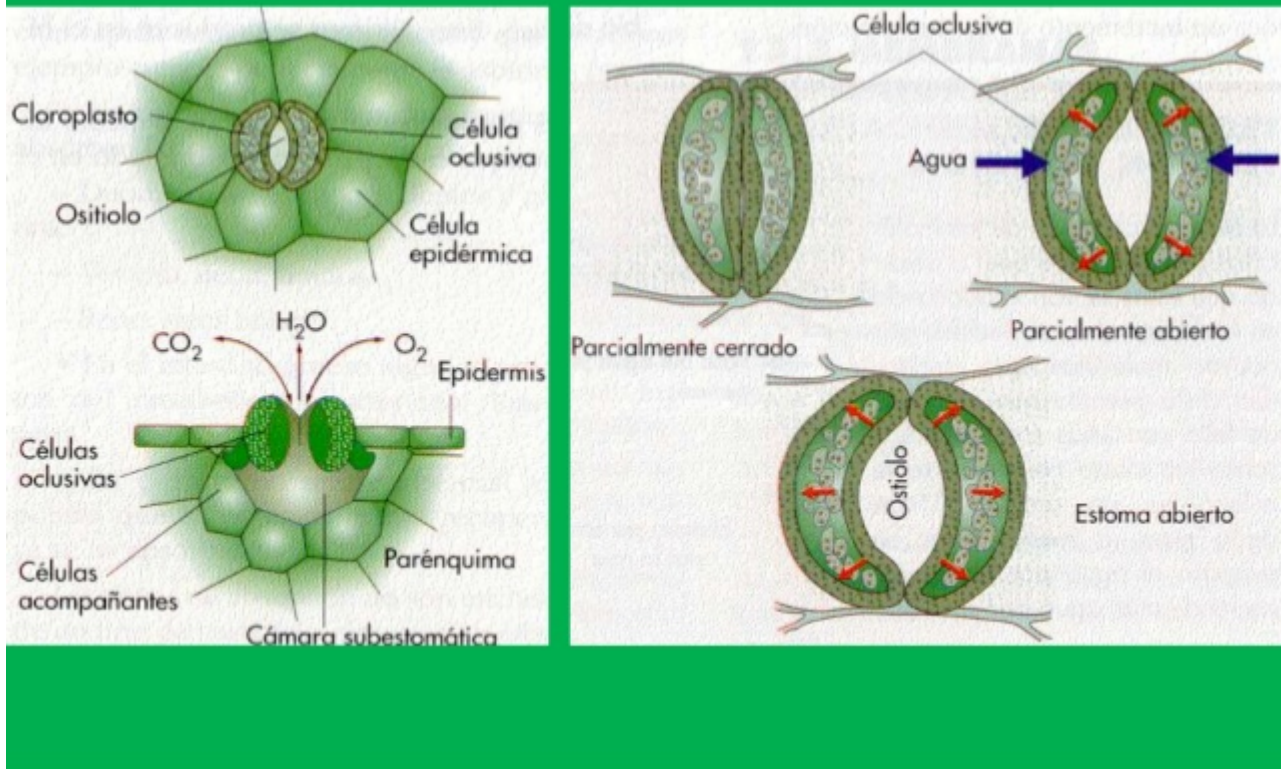
La transpiración estomática es regulada por los estomas, los cuales se cierran cuando hay un déficit apreciable de agua en la planta y constituyen la vía más importante para el intercambio gaseoso entre el mesófilo y la atmósfera.

Micrografía electrónica de un estoma de hoja de *Stellaria holostea* mostrando las células estomáticas vacuoladas con cloroplastos.



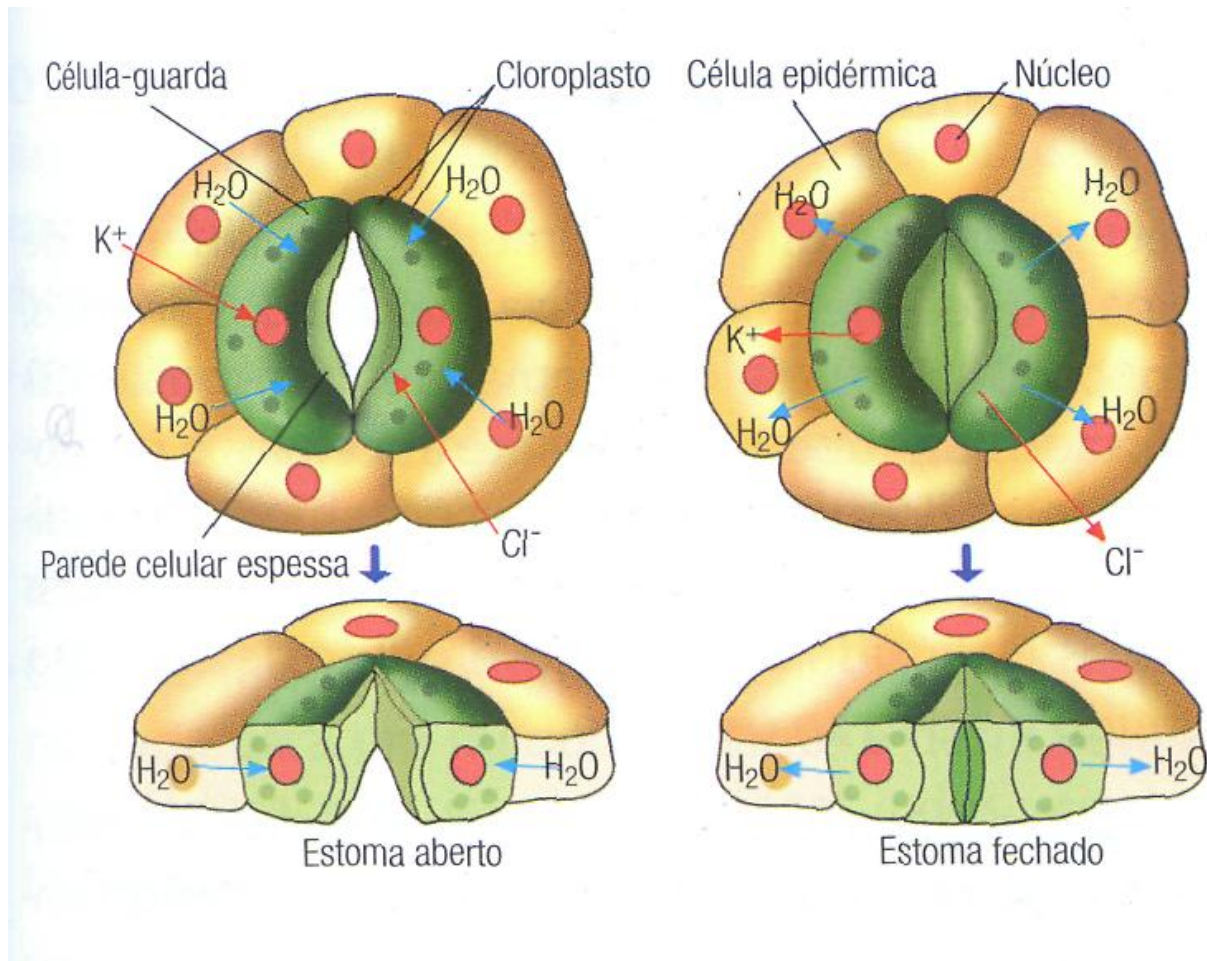
El número de estomas por unidad de superficie varía según las especies y las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla la planta, pudiendo oscilar entre 50 y 500 por mm². Existen plantas con estomas solamente en la cara superior de la hoja: hojas epistomáticas, como algunas acuáticas (hidrófitas) que tienen hojas flotantes; otras tienen estomas a ambos lados de las hojas: anfiestomáticas. Sin embargo son más numerosas las plantas que tienen mayor número de estomas en el envés: hipostomáticas.

APERTURA Y CIERRE DE LOS ESTOMAS



Se denomina estoma a la unidad conformada por un poro y las dos células oclusivas que lo rodean. Estas células oclusivas o guardianas se hallan en contacto con las células adyacentes de la epidermis y en muchos casos se ha comprobado la existencia de relaciones metabólicas muy estrechas entre las células oclusivas y las adyacentes. Los estomas de las Dicotiledóneas poseen células oclusivas de forma arriñonada y su distribución en la lámina es al azar.

En las Monocotiledóneas, particularmente en las Gramíneas, son alargadas y casi paralelas, y se distribuyen en la lámina paralelos a las nervaduras.



Al aumentar la turgencia celular, el poro se abre y al disminuir se cierra. Esto es así, debido a una característica especial de la anatomía submicroscópica de sus paredes celulares. Las microfibrillas de celulosa que forman esta pared, está organizada alrededor de la circunferencia de las células guardianas, en forma de anillo y radiadas desde un punto en el centro del estoma. Este arreglo se denomina micelación radial. Aún cuando la superficie ocupada por los estomas es muy baja en relación al área foliar total (1% ó menos), su eficiencia difusiva es mucho mayor que si fuese una superficie evaporante libre.

Ello está regido por el principio de difusión a través de áreas cribadas, que expresa que la velocidad de difusión es proporcional al perímetro y no al área de los orificios. El mecanismo de apertura y cierre del poro estomático, responde a variaciones de ciertos factores ambientales e internos, en particular la luz, la concentración de CO₂, el potencial agua de la hoja y la temperatura. Las plantas adaptadas a ambientes secos (xerófitas), tienen con frecuencia los estomas hundidos en la epidermis o agrupados en cavidades de las hojas, las cuales a veces, tienen una densa cobertura pilosa. Todos estos factores tienden a

disminuir considerablemente la pérdida de agua. Por el contrario las plantas que viven en ambientes húmedos (higrófitas), tienen adaptaciones como: estomas elevados, pelos y emergencias vivas que favorecen la transpiración. La transpiración presenta una periodicidad diurna relacionada con las condiciones meteorológicas.

En general es baja durante la noche, aumenta con rapidez después del amanecer hasta un máximo al final de la mañana o principios de la tarde y luego disminuye gradualmente hasta la noche. La transpiración de una planta o una hoja puede variar de un momento a otro, debido a efectos de los factores ambientales que modifican condiciones fisiológicas intrínsecas del vegetal (pH, potencial agua, etc.). Estos factores pueden ser: radiación solar, humedad relativa, temperatura, disponibilidad de agua en el suelo, viento.

Los principales métodos para medir la transpiración son:

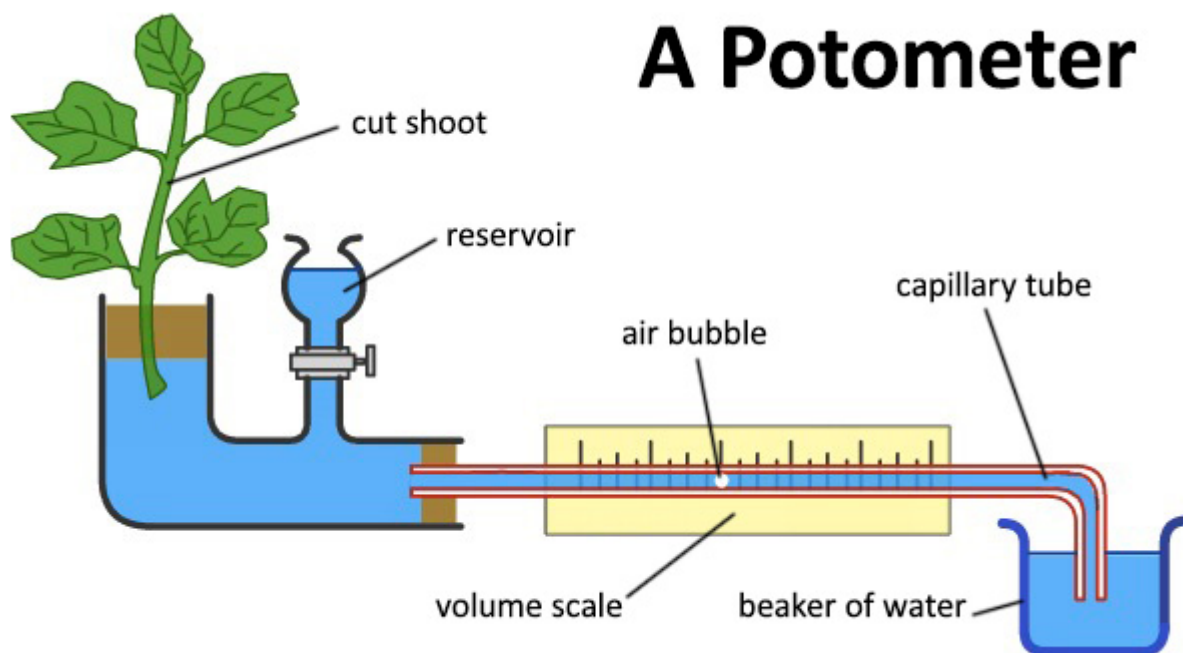
a) Pérdida de peso de una planta en una maceta: se calcula pesando una planta y su recipiente, debidamente sellado para evitar la evaporación del suelo, a intervalos de tiempo convenientes. También se puede usar un lisímetro, con el suelo sellado. Considerando que la cantidad de agua utilizada en el crecimiento es menor del 1 % del peso seco final (225 kg de agua por kg de materia seca), se asume que todo cambio en peso en el intervalo de tiempo considerado se debe a la transpiración. En una balanza de torsión sensible es posible medir la pérdida de peso de una hoja o rama cortada a intervalos de 1 o 2 minutos. Si el órgano no sufre estrés hídrico, el método da una medida satisfactoria y rápida, pero se cometen serios errores si la planta está sufriendo déficit hídrico, o se mide durante períodos mayores a los mencionados.

b) Método de Freeman: la planta o una de sus partes se aísla en un recipiente de cristal, en el que se hace fluir una corriente de aire seco. El vapor de agua se recoge en tubos que contienen pentóxido de fósforo o cloruro de calcio y se pesa. Como testigo se utiliza un aparato similar sólo que en ausencia de la planta. Adolece de serias objeciones dada la artificialidad del sistema que hace cambiar las condiciones experimentales.

c) Potómetro: si se admite que la absorción compensa la pérdida de agua por transpiración, con el potómetro se puede determinar de manera indirecta la intensidad de la pérdida de agua por la planta o vástago cortado, midiendo la tasa de absorción. Consiste en un depósito de agua en el que se introduce una planta o una parte de ella y un tubo capilar de vidrio de diámetro interno conocido, acoplado al depósito. En el tubo se introduce una burbuja de aire, y la velocidad de movimiento de ésta sobre una escala sirve como indicador de la intensidad de la transpiración. Para disminuir el error se recomienda usar plantas enteras, de todas formas no es un método muy preciso.

Método de medición con un potómetro.

A Potometer



d) Porómetro de difusión: con este moderno instrumento electrónico portátil se puede determinar la resistencia que ofrece la epidermis a la difusión de un gas (en este caso, vapor de agua). Consta de un medidor portátil de resistencia eléctrica y un sensor de humedad cuya resistencia varía en forma inversamente proporcional al grado de humedad. Para medir se adosa el sensor a la hoja y se mide con un cronómetro el tiempo que tarda en disminuir la resistencia entre dos valores de una escala. A mayor apertura estomática, más rápido será el cambio ya que disminuye la resistencia. Se calcula así la resistencia estomática (y su inversa la conductancia), conociendo la temperatura de la hoja (medida por el instrumento) y del aire.

Porómetro





Existen algunos métodos más, pero estos son los más usados. En este trabajo práctico se determinará la intensidad de la transpiración, por el método de pérdida de peso o gravimétrico.

Video de medición de la transpiración con un potómetro (En Inglés: "Transpiration: the power of the potometer")

Fuente: [UNER, Facultad de Ciencias Agropecuarias](#)

www.portalfruticola.com