

ANEXO - Trabajo Práctico Nº 2
Potencial Hídrico



If your vines could talk..... what would they say?

Técnicas para medir potencial hídrico en materiales vegetales

Métodos

- * Método de Volumen constante
- * Cámara de presión
- * Osmómetro
- * Sicrometros
- * Sonda de presión

Cámara de presión

Un método rápido para medir el potencial hídrico de trozos grandes de tejidos, tales como ramas y hojas es utilizando la cámara de presión de Scholander. La cámara de presión mide la presión hidrostática negativa (tensión) que existe en el xilema de muchas plantas (Figura 2). Se asume que el potencial hídrico del xilema es muy cercano al potencial hídrico promedio de todo el órgano. En ésta técnica, se separa de la planta el órgano a ser medido, se introduce en una cámara de presión sellada, se aplica una presión con N₂ comprimido, hasta que el agua en el xilema aparece de nuevo en la superficie cortada. La presión necesaria para restaurar la columna líquida, se llama presión de balance. La presión de balance es igual en magnitud pero de signo contrario, a la tensión que existía en el xilema, antes de cortar el órgano.

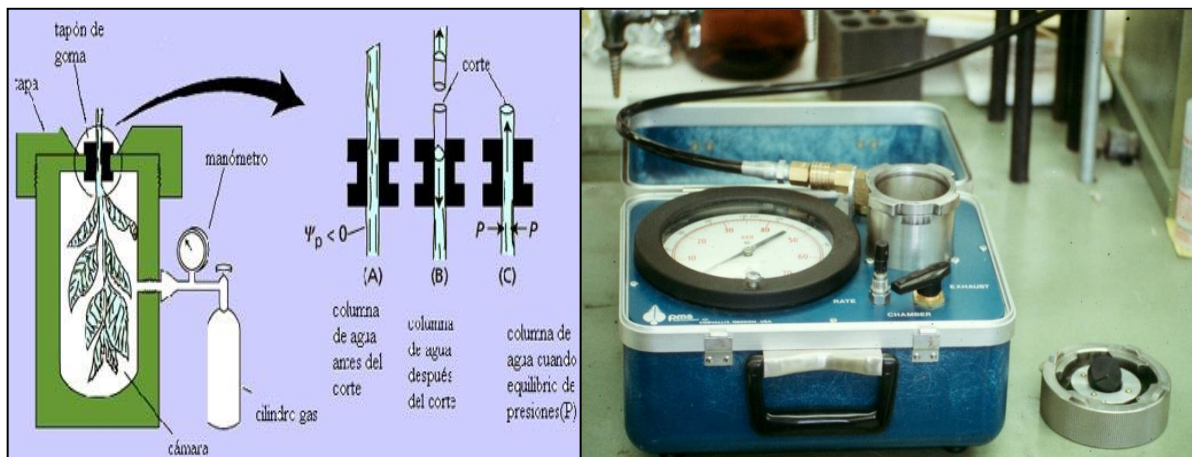


Figura 2: Imagen y funcionamiento de una cámara de presión Tipo Scholander.

Resumen

- * Método rápido y comúnmente el más usado.
- * El equipo puede ser usado en campo; aunque puede ser pesado y voluminoso.
- * Se aplican niveles peligrosos de presión en la cámara.

Método de Volumen constante

El método del volumen constante usa los potenciales hídricos conocidos de soluciones molares para estimar el potencial hídrico de tejidos vegetales. Este método asume dos cosas. Primero, que la presión hidrostática es cero ya que el tubo se encuentra abierto a la atmósfera y no se aplica presión extra; y segundo, se asume que el potencial hídrico del tejido vegetal es igual al potencial hídrico de la solución cuando no hay movimiento neto de agua entre ambos. Note que aunque no haya movimiento neto de agua, el movimiento del agua no cesa, solo que la cantidad de agua que se mueve entre el tejido vegetal y la solución es similar.

El método del volumen constante es una técnica muy sencilla para estimar el potencial hídrico de tejidos vegetales; se requiere un mínimo de equipo y es muy barato. Sin embargo, la resolución de sus resultados es muy baja.

Resumen

- Es un método simple
- Requiere un equipo mínimo
- Resultados de baja resolución

Osmómetro

El Osmómetro Crioscópico (Figura 3) estima el potencial hídrico de tejidos vegetales evaluando el potencial osmótico de la savia celular. Este método se basa en las Propiedades Coligativas de las Soluciones, que señalan que conforme la concentración de solutos de una solución se incrementa, el punto de congelamiento se reduce.

Cuando se usa este método, se asume que el potencial hidrostático (YP) en las células es cero por el daño que el congelamiento causa en las membranas.

El Osmómetro Crioscópico consiste de un componente de temperatura controlada incorporado a un microscopio. Una gota de savia celular es depositada en un pequeño hueco del componente térmico. Se agrega aceite para evitar la evaporación.

La temperatura es disminuida rápidamente para congelar la savia celular. Enseguida, se eleva la temperatura lentamente a la vez que la fusión de la savia es observada por el microscopio hasta que el último cristal de savia se derrite. Cuando esto ocurre, se registra la temperatura.

Debe recordarse que los puntos de fusión y congelamiento son los mismos. El potencial osmótico de la savia se calcula usando la disminución en el punto de congelamiento

El Osmómetro Crioscópico es un instrumento muy costoso, que solo puede ser operado en condiciones de laboratorio por técnicos capacitados.

La presencia de sustancias anticongelantes en las células puede afectar las estimaciones del potencial osmótico basadas en la disminución del punto de congelamiento.

Resumen

- * Instrumento costoso
- * Solo técnicos capacitados lo usan bajo condiciones de laboratorio
- * Sustancias anticongelantes en las células pueden afectar la estimación de YS

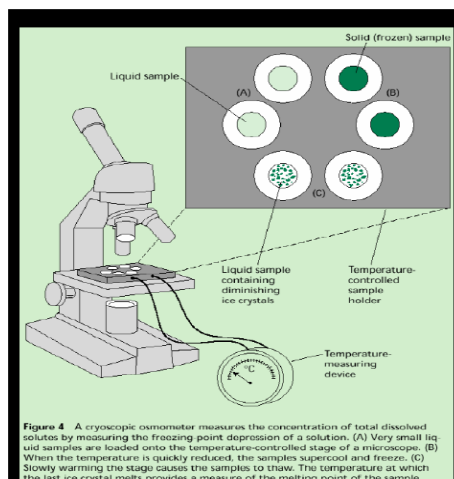


Figura 3: Osmómetro crioscópico.

Psicrómetros

“Psicro” viene del griego y significa “enfriar”. El psicrómetro estima el potencial hídrico midiendo el cambio de temperatura debido a la evaporación o condensación del agua (Figura 4).

Es una aplicación del efecto Peltier a la medida de parámetros hídricos, concretamente para medir el potencial hídrico de tejidos, fragmentos de órganos y pequeños órganos enteros. Son medidas destructivas.

El Psicrómetro consiste de una cámara sellada con un termopar conectado a un medidor de temperatura. Una gota de una solución estándar de potencial hídrico conocido es colocada en el termopar y un segmento de tejido vegetal es depositado en el fondo de la cámara.

La cámara es sellada. Se permite que la gota de solución y el tejido vegetal entren en equilibrio.

Si la gota de solución en el termopar presenta un potencial hídrico mayor que el del tejido vegetal, el agua se moverá de la solución al tejido causando una disminución de la temperatura debido al enfriamiento evaporativo.

Aquí, el agua se mueve de la gota de solución al tejido, siguiendo el potencial hídrico más bajo. La evaporación enfría al termopar.

Si el tejido tiene un potencial hídrico mayor que el de la gota de solución, el agua se moverá del tejido vegetal y se condensará sobre la gota de solución, causando un incremento en la temperatura

Aquí, el agua se mueve del tejido a la gota de solución, siguiendo el potencial hídrico más bajo. La condensación calienta el termopar

En el punto en el que no se detectan cambios de temperatura se asume que los potenciales hídricos de la gota de solución y del tejido vegetal son iguales.

Aquí, el agua está en equilibrio entre la gota de solución y el tejido. Por lo tanto, no hay un cambio de temperatura.

El psicrómetro puede ser usado para estimar el potencial hídrico de segmentos de tejidos vegetales intactos y de soluciones. El equipo es muy sensible a los cambios de temperatura y debe ser operado bajo condiciones controladas constantes en laboratorio.

Resumen

- * Estima el potencial hídrico de segmentos de tejidos vegetales intactos y de soluciones
- * El equipo es muy sensitivo a las fluctuaciones de temperatura
- * Se usa bajo condiciones controladas de laboratorio

Algo más sobre los psicrómetros...

Peltier (1834) descubrió que cuando se hace circular una corriente eléctrica a través de un termopar o unión de dos metales en una dirección, uno se calienta y el otro se enfría, si la dirección de la corriente se invierte se produce un efecto contrario en el calentamiento y enfriamiento. Actualmente los psicrómetros constan de una pequeña cámara donde se sitúa la muestra vegetal (o una solución de referencia) y el termopar conectado exteriormente a una fuente y un registrador de voltaje. El termopar se construye con alambres de cromel (aleación cromo-níquel) y de constantan (aleación cobre-níquel), protegidos del exterior por una pequeña malla de acero inoxidable o una copa cerámica que permita entrar el vapor del agua.

En El funcionamiento del psicrómetro de termopar es de la siguiente manera: Por medio de la inducción de un pequeño voltaje, la temperatura del termopar se reduce hasta el punto de rocío, de tal manera que el vapor de agua de la atmósfera de la cámara del aparato se condensa en la unión metálica o termopar (efecto Peltier). El enfriamiento se detiene (cortando el paso de corriente eléctrica) y la temperatura de la unión metálica es medida con un microvoltímetro mientras el agua de la gota formada sobre la unión se va evaporando. La temperatura de la unión depende de la velocidad de evaporación (a mayor evaporación mayor descenso de temperatura de la unión metálica), la cual a su vez depende de la humedad relativa del ambiente, que está directamente relacionada con el potencial hídrico del tejido.

Las lecturas registradas por los psicrómetros son microvolts (μV) generados por la diferencia de temperaturas de la unión de referencia y la unión de medición. Para convertir las lecturas a valores de potencial hídrico será necesario realizar una curva de calibración con la respuesta del psicrómetro a diferentes concentraciones de disoluciones de potencial hídrico conocido. Comúnmente se utilizan disoluciones de cloruro de sodio a diferentes concentraciones, a menor potencial hídrico.

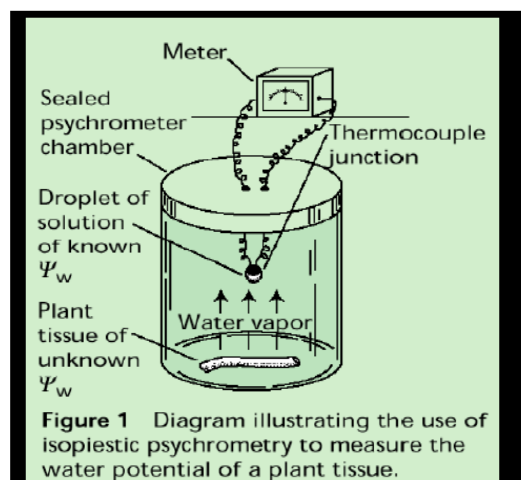


Figura 4: Psicrometro para medir el potencial hídrico en material vegetal.

Sonda de presión

Microcapilar que es introducido en una célula viva para medir la turgencia celular. Mide utilizando un sensor de presión (Figura 5).

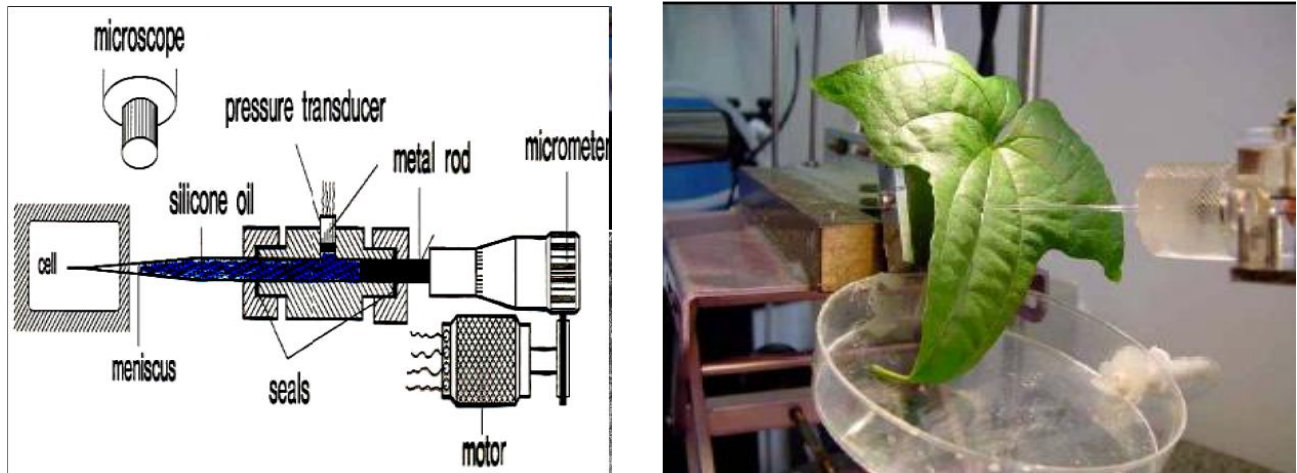
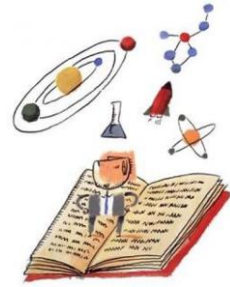


Figura 5: Sonda de presión

Bibliografía:

- ✓ Barcelo Coll, J.; Rodrigo Gregorio, N.; Sabater García, B. & Sánchez Tames, R. Fisiología Vegetal- Editorial Pirámide. Madrid- 211 pp-
- ✓ Guía de Trabajos Prácticos de Fisiología vegetal y fitogeografía. 1997. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales U.N.L.P.
- ✓ Salisbury, F. & Ross, C.- 1994- Fisiología Vegetal- Ed. Interamericana.



Datos curiosos o de actualidad

Ecología Austral 43-60 , Abril de 2011
Asociación Argentina de Ecología
www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v21n1/v21n1a05.pdf

Economía del agua de especies arbustivas de las Estepas Patagónicas

SANDRA J. BUCCI^{1,2}, FABIÁN G. SCHOLZ^{1,2}, PATRICIA A. IOGNA^{1,2} & GUILLERMO GOLDSTEIN^{1,3,4}

*1*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. *2*Grupo de Estudios Biofísicos y Ecofisiológicos (GEBEF), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Argentina *3*Laboratorio de Ecología Funcional (LEF), Departamento de Ecología, Genética y Evolución, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina *4*Department of Biology, University of Miami, Coral Gables, Florida, USA

Resumen

La vegetación de la estepa patagónica está expuesta a una baja disponibilidad de agua y nutrientes, a bajas temperaturas, y elevadas velocidades y frecuencia de vientos. Estos factores físicos determinan la estructura y el funcionamiento del ecosistema y las características morfo-fisiológicas de sus especies. En esta revisión se presenta información ya publicada y nuevos resultados del efecto de la dinámica espacio-temporal del agua del suelo, sobre el estado hídrico, y características de la arquitectura hidráulica de 10 especies arbustivas dominantes que abarcan un rango de profundidades de enraizamiento desde los 50 cm hasta más de 200 cm. La dinámica del agua del suelo indica la existencia de un aumento de la disponibilidad de agua con la profundidad y un aumento durante el invierno. Las especies leñosas cuyas raíces acceden a fuentes de agua más estables, como *Schinus johnstonii* Barkley y *Berberis heterophylla* Jussieu Lam, tienen potenciales hídricos foliares mínimos menos negativos, pero sus sistemas de transporte de agua son menos eficientes (menor conductividad hidráulica específica) que las especies con sistemas radicales más superficiales, como *Senecio filaginoides* De Candolle y *Mulinum spinosum* (Cav.) Pers. Las características hidráulicas de las especies con raíces profundas y el acceso a horizontes más húmedos del suelo podrían limitar la velocidad de respuesta de estas especies a los pulsos de lluvia que ocurren durante el verano. A pesar de que la eficiencia de uso de agua tanto intrínseca como integrada en el tiempo y la tasas de fotosíntesis por unidad de biomasa tienden a ser mayores en las especies con raíces profundas y con mayor disponibilidad de agua, su menor capacidad de almacenamiento de agua, mayor densidad de madera y los elevados gradientes de potencial hídrico entre el suelo y las hojas sugieren que estas especies tendrían tasas de crecimiento bajas pero mantenidas por un período mayor a lo largo del año. Se presentan algunas preguntas para estudios adicionales, como por ejemplo por qué las plantas con sistemas radicales profundos no hacen un mayor uso del agua disponible en profundidad.

En la siguiente tabla extraída del paper mencionado anteriormente se observan los valores de potenciales hídricos foliares mínimos y máximos de distintas especies de Patagonia.

Especie	Forma de vida	Fenología foliar	Prof. de raíces (cm)	$\psi_{L \text{ max}}$ (MPa)	$\psi_{L \text{ min}}$ (MPa)	Fuente Bibliografica
<i>Stipa humilis</i>	pasto	perenne	<50	-2.2 a -4.0		Armas et al. 2008
<i>Stipa speciosa</i>	pasto	perenne	<50	-1.8 a -3.8	-4 a -6.5	Armas et al.2008; Golluscio et al. 2009
<i>Stipa tenuis</i>	pasto	perenne	<50	-0.8 a -1.6	-2 a -11	Kropfl et al. 2002; Rodríguez 2008
<i>Poa liguralis</i>	pastos	siempreverde	<50	-1.4 a -4.6	-4 to -8	Sala et al..1989; Golluscio et al. 1998
<i>Nassauvia glomerulosa</i>	arbusto	siempreverde	<50		-6 a 8	Schulze et al. 1996; Golluscio et al. 2009
<i>Brachyclados caespitosus</i>	arbusto	siempreverde	<100	-2.0 a -2.95	-2.7 a -4.5	Bucci et al. 2009
<i>Euphorbia collina</i>	arbusto	decidua	<100	-1.4 a -2.8	-2.2 a 4.1	Bucci et al. 2009
<i>Mulinum spinosum</i>	arbusto	decidua	<100	-1.2 a -4.2	-2 a 5.5	Golluscio et al. 1998 Bucci et al. 2009
<i>Sencecio filagionoides</i>	arbusto	siempreverde	<100	-2.2 a -3.78	-3.1 a 5.1	Bucci et al. 2009
<i>Adesmia boronioides</i>	arbusto	siempreverde	<200	-0.65 a -1.2	-2.5 a 3.5	Bucci et al. 2009
<i>Adesmia volckmnni</i>	arbusto	decidua	<200	-0.9	-1.8	Soriano and Sala 1983; Golluscio et al. 2005
<i>Colliguaya integerrima</i>	arbusto	siempreverde	<200	-2.0 a -3.2	-2.9 a -4.5	Bucci et al. 2009; logna et al. 2010
<i>Lycium chilense</i>	arbusto	decidua	<200	-1.1 a -2.0	-3 a -4.3	Bucci et al. 2009
<i>Retanilla patagonica</i>	arbusto	decidua	<200	-3.40	-4.5	logna et al. 2010
<i>Berberis heterophylla</i>	arbusto	siempreverde	>200	-0.9 a -1.2	-3.2 a -3.5	Schultze et al. 2009; Bucci et al. 2009;
<i>Larrea divaricata</i>	arbusto	siempreverde	>200		-2 a -15	Bertiller et al.1991; Rodríguez 2008
<i>Schinus johnstonii</i>	arbusto	siempreverde	>200	-0.6 a -1.2	-2.6 a -2.7	Bucci et al. 2009