

Trabajo Práctico Nº 2
Potencial Hídrico



Introducción

La distribución de los vegetales en el suelo está controlada, entre otros factores, por la disponibilidad de agua; además, existe una importante relación suelo - planta - atmósfera que origina un flujo de agua a favor de gradientes de potencial químico.

Se entiende por potencial químico a la energía libre por mol de sustancia. Cuando la sustancia considerada es el agua, el potencial químico se denomina Potencial Agua. Los componentes del Potencial Agua son:

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s + \Psi_m$$

Ψ_p : Potencial de pared; expresa la reacción de la pared a la entrada y salida de agua; aumenta la energía libre del agua y su valor es positivo.

Ψ_s : Potencial de soluto, o potencial osmótico; expresa el efecto de los solutos en la solución vacuolar, disminuye la energía libre del agua, su valor es negativo.

Ψ_m : Potencial mátrico; expresa el efecto de retención de agua por los coloides celulares, la energía libre del agua celular disminuye, su valor es negativo.

El potencial mátrico adquiere fundamental importancia en el proceso de imbibición, en el cual las sustancias coloidales cargadas eléctricamente fijan agua o iones en su superficie. Los **Ψ_p** y **Ψ_s** tienen importancia en la absorción y pérdida de agua por parte de la planta.

La diferencia entre la entrada y la salida de agua en la planta se conoce como **balance hídrico de la planta** (absorción - transpiración).

Llamamos **déficit hídrico** al fenómeno por el cual la pérdida de agua por transpiración supera a la ganancia por absorción y se evidencia por una pérdida de turgencia de las células y tejidos. Se distinguen dos **tipos de déficit**:

Marchitez temporaria o déficit al mediodía: fenómeno que ocurre cuando la transpiración supera a la absorción, aún cuando el suelo está bien provisto de agua. Está relacionado con las tardes calurosas de verano, por un exceso temporario de transpiración. El síntoma más aparente es el cierre total o parcial de los estomas durante este período. Durante la noche, la turgencia se recupera debido a la menor pérdida de agua por el cierre de estomas, por la humedad relativa más alta y la menor carga energética.

Marchitez permanente: este fenómeno ocurre por factores edáficos y depende fundamentalmente del potencial suelo y del potencial mátrico de la raíz. La recuperación nocturna del estado hídrico de la planta es posible mientras se mantenga el gradiente entre **$\Psi_{raíz}$** y **Ψ_{suelo}** . Si no se resuministra agua al suelo y la sequía edáfica se acentúa, el agua no se moverá del suelo a la

planta ni aún durante la noche. En este caso: punto de marchitez permanente, las hojas marchitas (por déficit hídrico) no se recuperan de su marchitez ni aún colocándolas en una atmósfera saturada de humedad, a menos que la deshidratación celular no haya sido severa, se agregue agua al suelo y se vuelva a crear un gradiente que permita la absorción radical de agua.

El agua disponible o agua útil es aquella que se halla entre el potencial de capacidad de campo (-0,2 atm) y el potencial de PMP (-15 atm) (Figura 1).

El potencial de los suelos salinos es muy bajo (-100 a -200 atm). Las especies adaptadas a este hábitat (plantas halófitas) poseen un potencial osmótico (*Salicornia sp*, *Atriplex sp.*) o un potencial mátrico (cactáceas) muy reducido que les permite extraer agua del suelo aún ante esa situación tan desfavorable. En el caso de las cactáceas por ejemplo, el potencial suelo en lugares áridos no es inferior a -14 atm mientras el potencial mátrico es muy negativo (-250 atm).

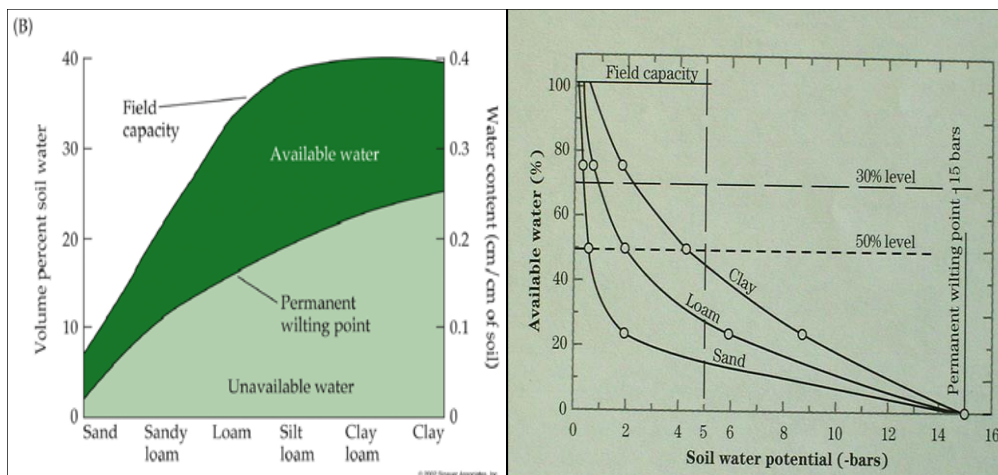


Figura 1: Diferentes tipos de suelo y contenidos de agua.

El contenido relativo de agua (CRA) es otro índice de utilidad para evaluar el estado hídrico de la planta. El CRA o TR (turgencia relativa) es el porcentaje de agua de un tejido, considerando como 100% el contenido de agua de éste en condiciones de turgencia máxima.

El CRA admite comparación entre tejidos idénticos, pero no con el de otros que poseen distinta estructura (por ej. distintas especies). Su mayor desventaja es que a menos que el déficit hídrico sea muy severo, un pequeño cambio del contenido de agua afecta mucho menos al CRA que al Ψ_w .

El DSH (déficit de saturación hídrica) es la magnitud en que los tejidos difieren de la cantidad máxima de agua que pueden absorber y se calcula por la diferencia: $DSH = 100 - CRA$

Existen distintos métodos para medir el potencial hídrico en tejidos vegetales. Entre ellos:

Método de 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.

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 baja.

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.

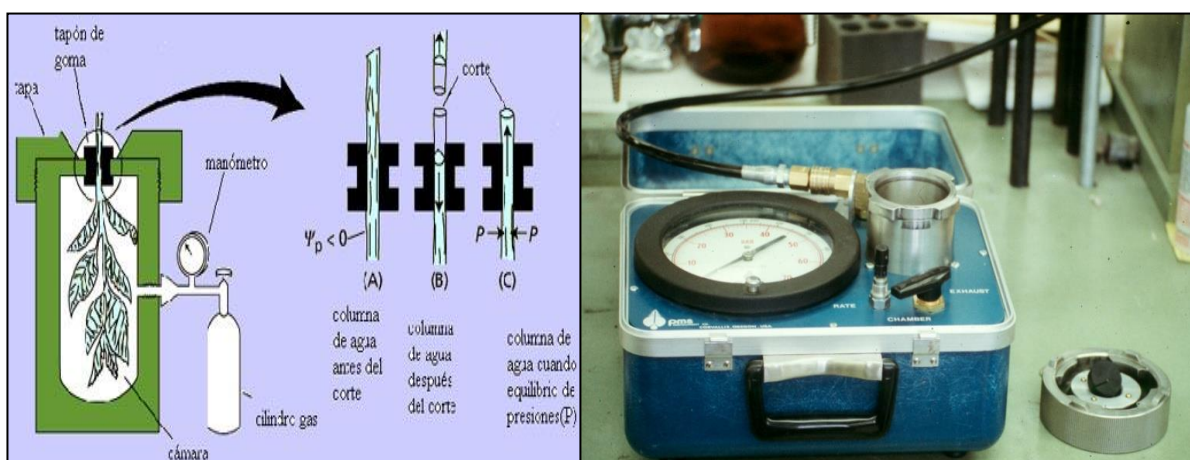


Figura 2: Imagen y funcionamiento de una cámara de presión Tipo Scholander.

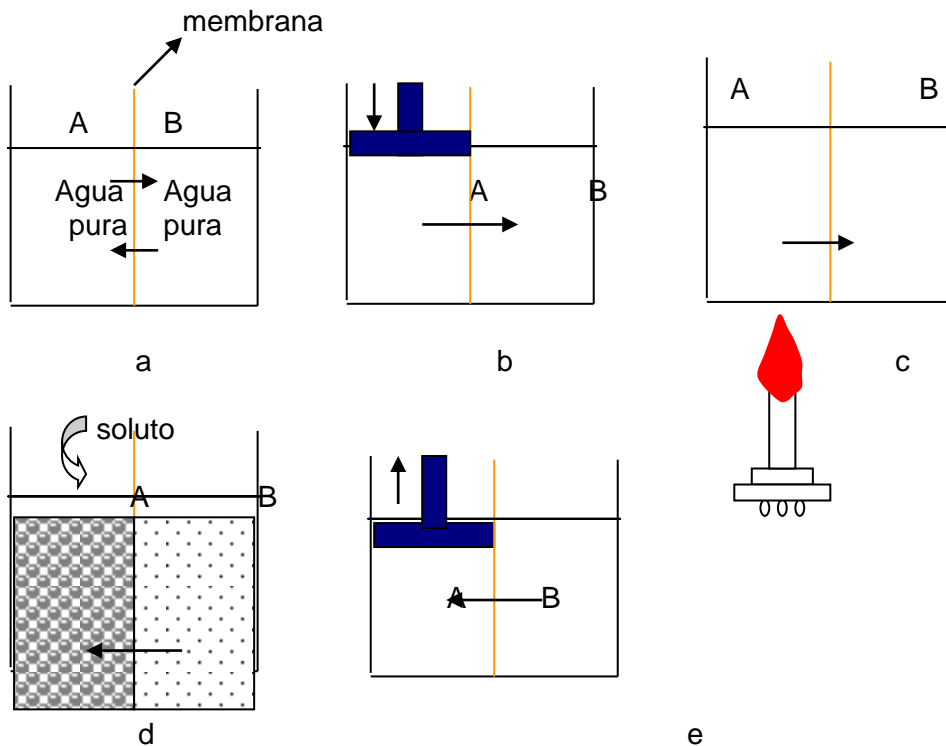
Objetivos:

- Estimar en forma indirecta el potencial hídrico de un tejido vegetal.
- Determinar en forma directa el potencial hídrico de un tejido vegetal.
- Determinar y comparar el contenido relativo de agua en diversos tejidos vegetales.

Actividad 1:

En los siguientes esquemas se pueden resumir aquellos factores que interesan para conocer la dinámica del agua en la planta. Analícelos y establezca algunas conclusiones en relación a:

- ❖ la dirección del movimiento del agua en relación a sus potenciales
- ❖ la modificación del potencial hídrico con respecto a la temperatura, presión y el agregado de un soluto, un coloide o la acción de una tensión.



Actividad 2:

Materiales:

| | |
|--------------------|--|
| 11 tubos de ensayo | 1 probeta de 25 ml |
| 4 cajas de petri | sacabocados de 1 cm |
| papel de filtro | hojas con pecíolos recién cortadas |
| Bisturí | <u>1 papa, 1 batata y 1 manzana grandes</u> |
| algodón | soluciones de sacarosa: |
| estufa | 0.6M, 0.55M, 0.5M, 0.45M, 0.4M, 0.35M, 0.3M, |
| regla | 0.25M, 0.2M, 0.15M, 0.1M. |

Metodología:

Estimación indirecta de Potencial Hídrico (Ψ_w)

1. Preparar 50 ml de las soluciones de sacarosa mencionadas en Materiales y colocar cada solución en tres tubos de ensayos rotulados.
2. Pelar una papa grande y cortar 11 cilindros usando el sacabocados. Luego se vuelven a cortar los cilindros, cuidando que tengan 4 cm de largo. Todos los cilindros deben cortarse de la misma papa y mantenerse en humedad (envueltos en un trapo húmedo) para evitar la evaporación a partir de las superficies cortadas. Repetir con manzana y batata.
3. Tan rápido como sea posible, se pesa cada cilindro al centígramo y se transfiere uno a cada dilución de la serie anterior, tapando enseguida cada tubo de ensayo.
4. Se colocan en heladera durante 48 horas y luego se vuelven a pesar, secándolos previamente con papel de filtro.

Resultados y conclusiones

- Confeccionar una tabla con los pesos iniciales y finales de cada cilindro, la ganancia o pérdida de peso (agua) de cada uno y la ganancia o pérdida de cada uno por gramo inicial de peso.
- Graficar el cambio de peso (%) en función de las variaciones en la concentración de sacarosa.
- La solución en la cual no hay ganancia o pérdida de peso, es considerada igual en presión osmótica al Ψ_w de las células de la papa. Las soluciones de igual potencial se denominan **isoosmóticas**.
- ¿Qué indican los valores encontrados en la tabla:
 - cuando hay aumento de peso?
 - cuando hay disminución de peso?
 - cuando no hay variación de peso?
- Alguno de los valores obtenidos ¿le serviría para hallar el potencial hídrico del tejido? ¿cuál? ¿cómo?

Actividad 3

Medición del potencial hídrico con una cámara de presión Scholander

Materiales:

| | |
|------------------------------|-------------------|
| Ramas terminales de arbustos | Hojas de árboles |
| Bolsas ziploc | Cámara de presión |

Procedimiento

1. Cortar ramas terminales de arbustos y hojas de árboles con “buen” pecíolo y colocar en bolsas ziploc.
2. Determinar el potencial hídrico de las muestras con la utilización de una cámara de presión. Se realizarán al menos 4 mediciones por especie.
3. Discutir resultados y concluir.

Actividad 4

Estimación de Contenido relativo de agua

Procedimiento

1. Tomar el peso fresco (PF) de las hojas del vegetal a estudiar (por ejemplo hojas jóvenes y hojas viejas).
2. Llevar a cámara de humedad para lograr la saturación hídrica, durante 1 o 2 días. Al cabo de este tiempo, tomar el peso saturado (PSat).
3. Colocar en estufa a 95 o 100 ° C durante 1 o 2 días.
4. Registrar el peso seco de las hojas (PS).
5. Con los valores obtenidos calcular el CRA.

$$CRA = \frac{PF - PS}{Psat - PS} \cdot 100$$

6. Comparar los valores obtenidos y elaborar conclusiones en relación a los tipos de hoja analizados.

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.

Anexo Problemas

1. ¿Qué presión desarrollaría una solución 0.3 M si se coloca en un osmómetro, a 25 °C?. ¿Cómo se denomina esta presión y cómo se relaciona con el potencial osmótico de la solución?
2. La célula A tiene un potencial hídrico = -12 atm y está sumergida en una solución de potencial hídrico = -6 atm. La célula B tiene un potencial hídrico = -10 atm y está en una solución de potencial hídrico = -8 atm. Suponga que ambas células llegan al equilibrio con las soluciones en que se encuentran, se las retira y se las pone en contacto. ¿En qué dirección pasaría el agua y por qué?.
3. Un trozo de epidermis con potencial osmótico = -8 atm y potencial de pared = 3 atm, se fracciona en tres partes y se sumergen en tres soluciones distintas, de potencial osmótico = -5, -8 y -10 atm. Indique las magnitudes osmóticas en el equilibrio en los tres casos.
4. Una célula cuya presión de pared = 2.6 atm contiene: glucosa, 0.1M; sacarosa, 0.1M y maltosa, 0.18M. Se halla sumergida en una solución de potencial osmótico = -3 atm. La temperatura es 20°C. Calcule el potencial hídrico de la célula y el potencial hídrico y de pared en el equilibrio.
5. Hay suelos que a pesar de estar a capacidad de campo, no pueden suministrar agua a las plantas. Explique por qué.
6. Trozos de tejidos de hojas fueron colocados en agua y en soluciones cuyos potenciales osmóticos = -0.1, -0.3 y -0.7 atm y dejados en ellas hasta alcanzar el equilibrio. En la solución de -0.7 atm, las células se plasmolizaron incipientemente y el volumen disminuyó un 3%. En la solución de -0.3 atm, conservaron el mismo volumen que tenían originariamente; en la solución de -0.1 atm y en agua pura hubo aumento de volumen. Se desea saber el valor de potencial hídrico, potencial osmótico y potencial de pared de la hoja en su estado inicial.



Ejercicios de repaso

1. El potencial hídrico de la célula depende principalmente de los siguientes factores:
 - a) Concentración de solutos en la vacuola
 - b) Presión gravitatoria
 - c) Presión de turgor de la pared celular
 - d) Potencial eléctrico
 - e) a y c

2. Si una célula (donde el potencial hídrico es igual a -0.3atm y el potencial osmótico es -0.8atm) es introducida en una solución de sucrosa (presión osmótica: 0.8atm), entonces el agua:
 - a) se mueve hacia dentro de la célula
 - b) se mueve hacia fuera de la célula
 - c) no hay movimiento de agua

3. Mediante el método de volumen constante podemos:
 - a) determinar el potencial de soluto de las células del tejido vegetal
 - b) determinar el potencial hídrico de las células del tejido vegetal
 - c) determinar el potencial de pared de las células del tejido vegetal
 - d) a y c

4. Si una célula presenta plasmólisis incipiente su potencial de pared es:
 - a) distinto de 0
 - b) igual a 0

5. El agua en la planta se mueve:
 - a) de potenciales hídricos menores a potenciales hídricos mayores
 - b) de potenciales hídricos mayores a potenciales hídricos menores

6. Si una hoja presenta un potencial hídrico de -0.7atm , que potencial debería poseer la raíz para que se evidencie flujo de agua por el tallo:
 - a) menor
 - b) mayor
 - c) igual