

# Fisiología Vegetal

Clase 2

[http:// www.biouls.cl](http://www.biouls.cl)

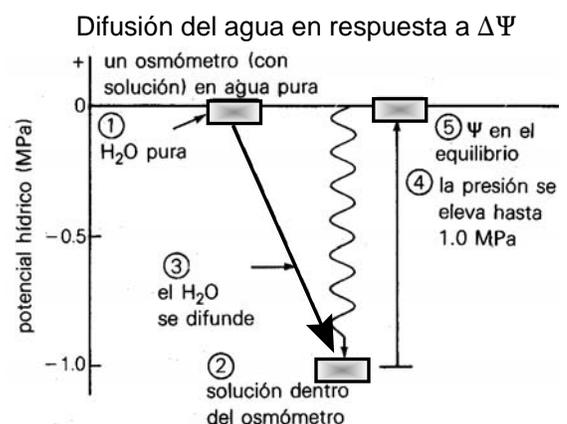
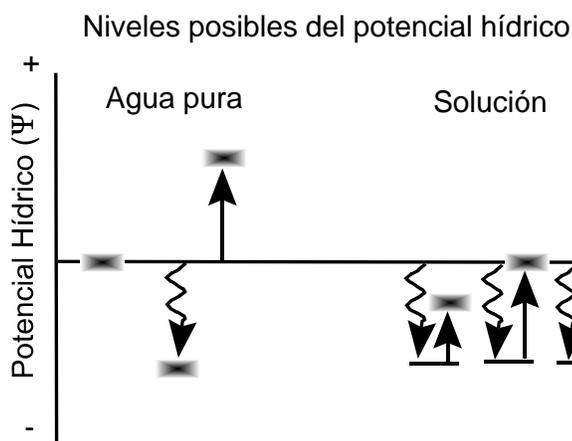
## ¿Preguntas de la clase anterior?

### Potencial Químico (PQ)

- $\Delta G = \Delta E + P\Delta V - T\Delta S \dots$  (E = Ec + Ep)
- $PQ = G / PM$
- independiente de la cantidad de sustancia considerada
- $PQ_{\text{agua}} = \Psi = PQ_w - PQ_w^{\circ}$
- donde  $PQ_w^{\circ} = PQ$  del agua pura, a T y P cte.
- por definición  $PQ_w^{\circ}$  pura a 25° y 1 atm = 0

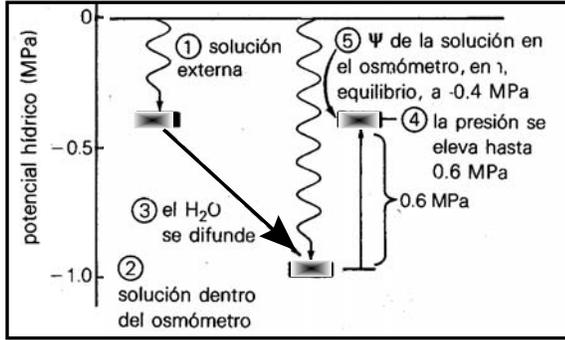
### Potencial Hídrico y sus Componentes

- Potencial hídrico ( $\Psi$ )= energía/masa
- $\Psi = (RT/mV) \ln (p/p^{\circ})$ ,
- donde m= peso molecular de agua (18 gr/mol), V= volumen específico del agua (1 g/mol), R= cte. gases (8.31 J/(K mol)), T= temperatura (K).
- $\Psi = \Psi_p + \Psi\pi + \Psi_m + \Psi_g$
- Potencial de presión o de turgor ( $\Psi_p$ , + a -) + Potencial osmótico ( $\Psi\pi$  ó  $\Psi_s$ ,  $\leq 0$ ) + Potencial mátrico ( $\Psi_m$ ,  $\leq 0$ ) + Potencial gravitacional ( $\Psi_g$ ,  $> 0$ ).



# Difusión del agua en respuesta a $\Delta\Psi$

Un osmómetro (con solución) en una solución menos concentrada



## c Dos gradientes de potencial hídrico un continuo suelo-planta-aire típico

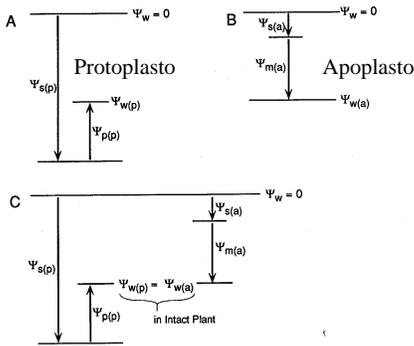
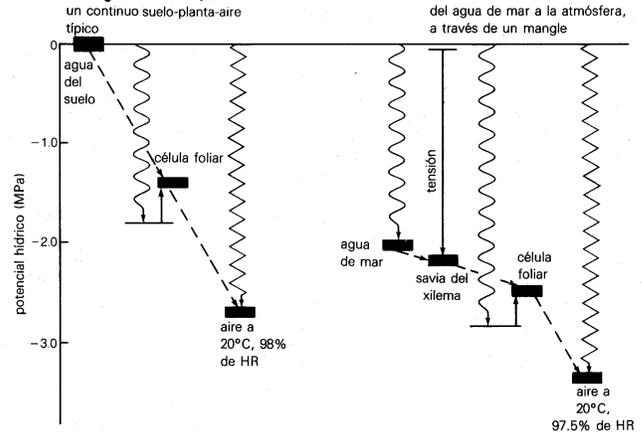
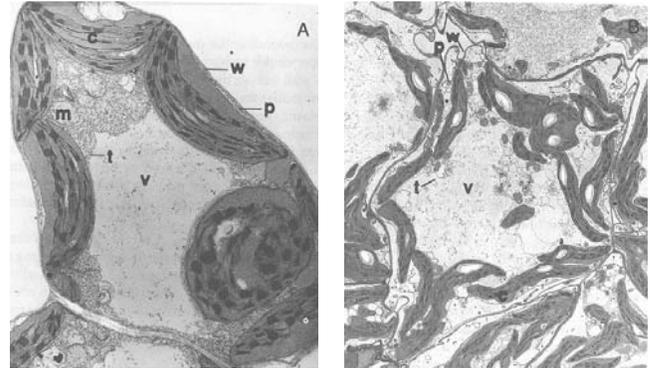


Figure 3.4 Water potentials in plant cells with component potentials shown by arrows (decreasing potentials are downward pointing, increasing potentials are upward pointing). The water potential of zero is shown by upper horizontal bar. (A) Protoplast (symplast) water potential consisting of the osmotic potential ( $\Psi_{s(p)}$ ) and the turgor pressure ( $\Psi_{p(p)}$ ), (B) cell wall (apoplast) water potential consisting of the osmotic potential ( $\Psi_{s(a)}$ ) and matric potential ( $\Psi_{m(a)}$ ), (C) equilibrium between the protoplast and apoplast water potentials. Note that the difference in osmotic potential is large across the plasmalemma ( $\Psi_{s(p)} - \Psi_{s(a)}$ ). Also, the matric potential consists mostly of tension (negative pressure) in the pores of the apoplast. Therefore, the pressure difference across the plasmalemma also is large ( $\Psi_{p(p)} - \Psi_{m(a)}$ ). At equilibrium, the difference in osmotic potential ( $\Psi_{s(p)} - \Psi_{s(a)}$ ) equals the difference in pressure ( $\Psi_{p(p)} - \Psi_{m(a)}$ ).



Célula de mesófilo de girasol con  $\Psi = -0,44$  MPa, CRA = 99%

Célula de mesófilo de girasol con  $\Psi = -2,11$  MPa, CRA = 35%

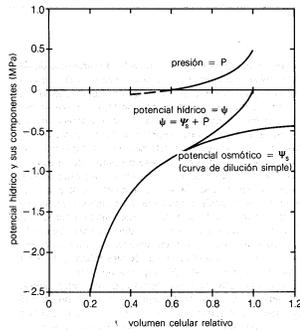


Figura 3-3 Diagrama de Höfler. Se muestra cómo varían los componentes del potencial hídrico con el volumen en un osmómetro (a veces el volumen celular). El potencial osmótico se representa como una curva de dilución que se calcula mediante la relación  $\Psi_1 V_1 = \Psi_2 V_2$ , como se describe en el texto. La curva de presión es arbitraria, pero expresa el hecho de que cuando una célula con presión de cero absorbe agua, dicha presión se incrementa, al principio de manera lenta y luego más rápida (exponencialmente). La curva del potencial hídrico es la suma algebraica de las curvas de presión y potencial osmótico, conforme a la ecuación 3.1.

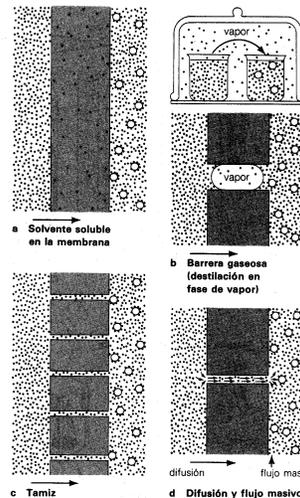
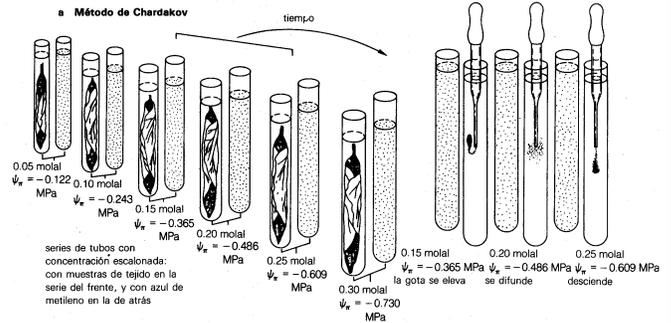


Figura 3-4 Diagrama esquemático de cuatro posibles mecanismos membranales. Los puntos negros representan moléculas de agua, con diámetro aproximado de 0.3 nm; los círculos representan moléculas de sacarosa de alrededor de 1.0 nm de diámetro, y las membranas se trazan a la escala de casi todas las membranas celulares, con espesor de 7.5 nm. Nótese que la concentración del agua es casi la misma a ambos lados de las membranas. Las moléculas de agua se desplaza con rapidez a través de las membranas en las células, quizá por mecanismos similares a los que se representan con los modelos a y c. Esto se analiza en el Cap. 7. El modelo d es un refinamiento del modelo c, como se estudia en el texto. El modelo b, para vapor de agua, es aplicable a plantas y suelos en diversas circunstancias, pero aún no se conoce una membrana que tenga poros llenos de gas.

# Medición del Potencial Hídrico

- Termopar - Psicrómetro
- Cámara de presión
- Sonda de presión

## a Método de Cherdakov



## b Método de volumen constante

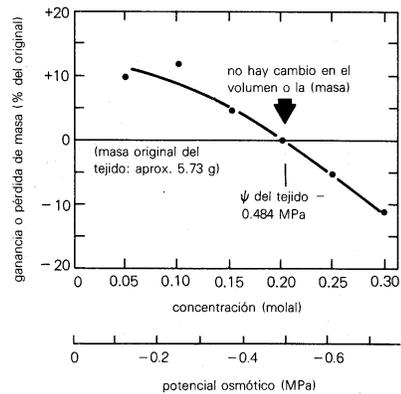
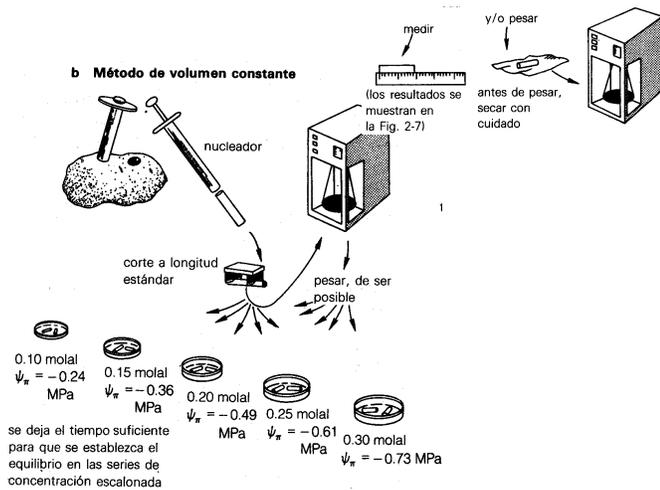


Figura 3-7 Masas de muestras de tejidos vegetales graficadas como función de la concentración de los solutos con que las muestras han llegado al equilibrio. (Datos de informes de laboratorio de estudiantes de fisiología vegetal. Colorado State University.)

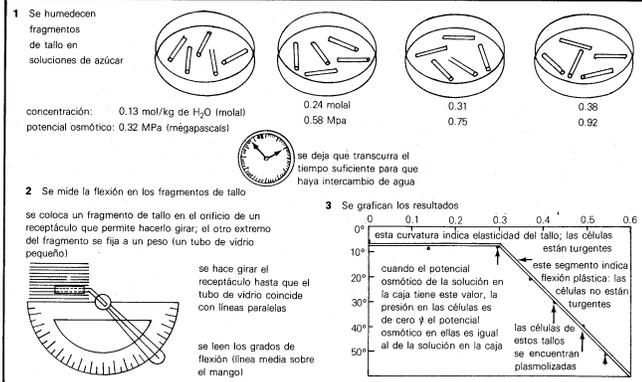
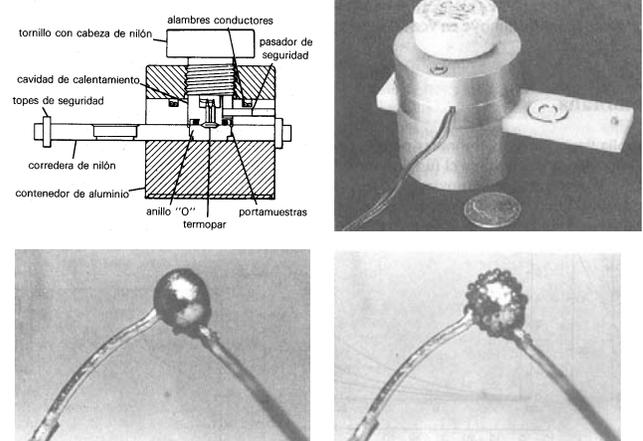
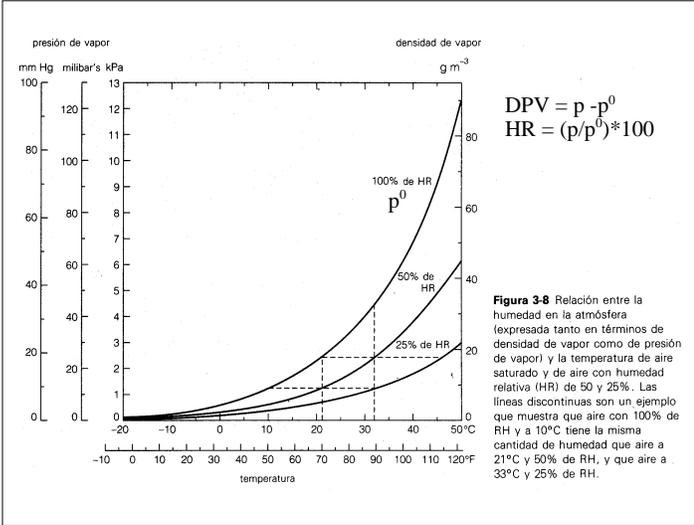
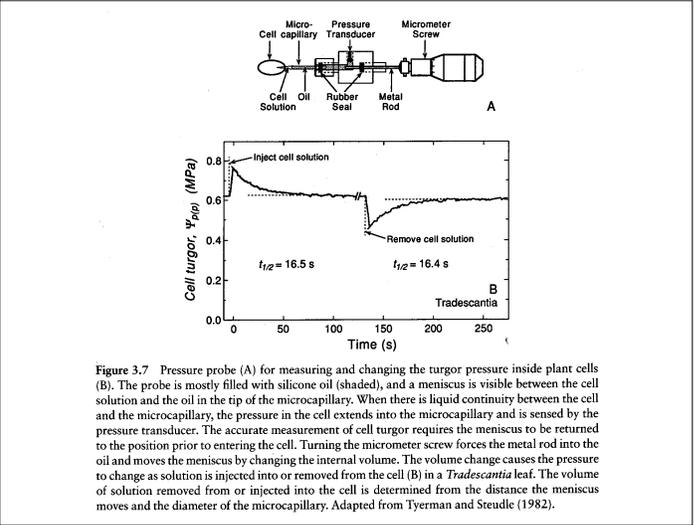
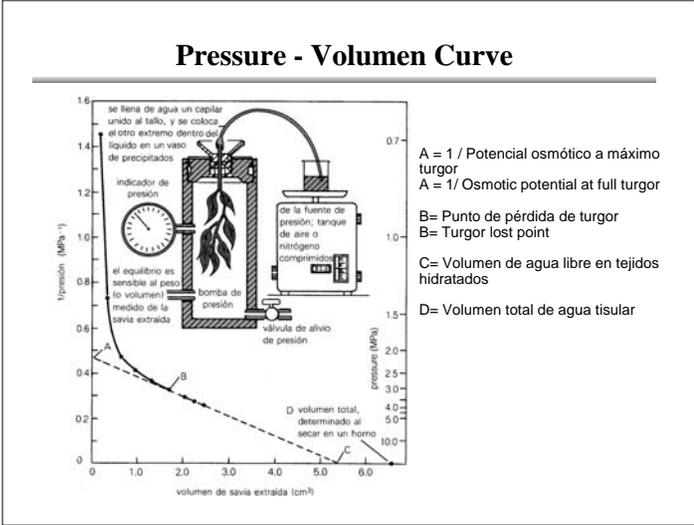
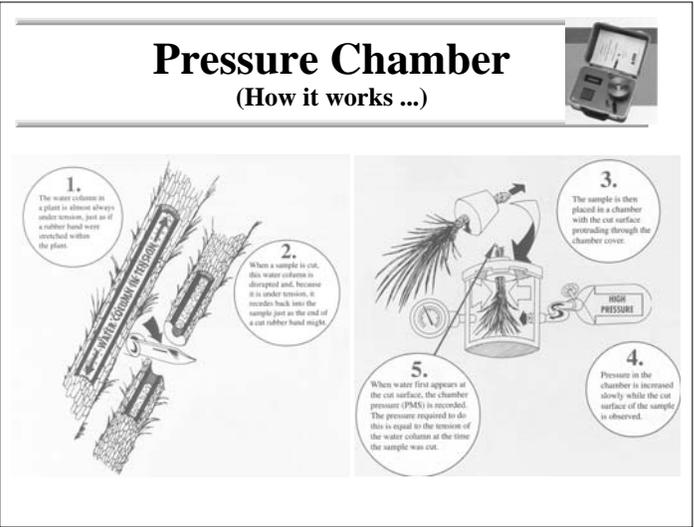
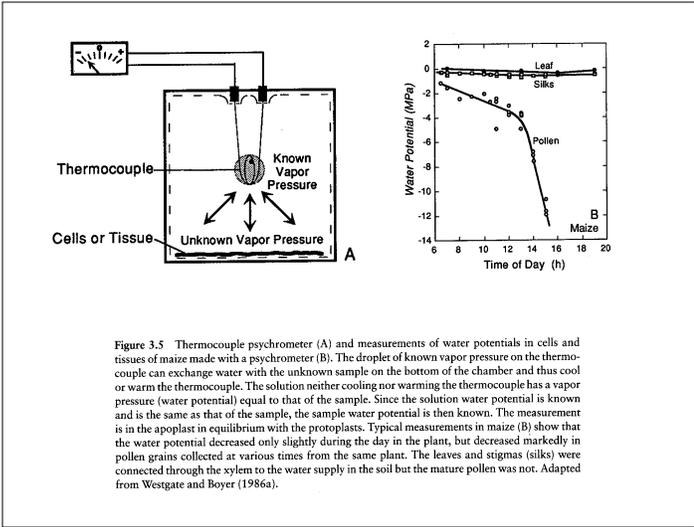


Figura 3-11 Forma de detectar cuándo las células comienzan a plasmolizarse, sin verlo de forma directa. Al momento en que la presión de turgencia en las células alcanza el cero, los tejidos (en este caso, tallo juvenil) se vuelven mucho más flexibles y mucho menos elásticos. (Tomado de Jensen y Salisbury. 1984: véase Lockhart. 1959.)

## c Método de presión de vapor



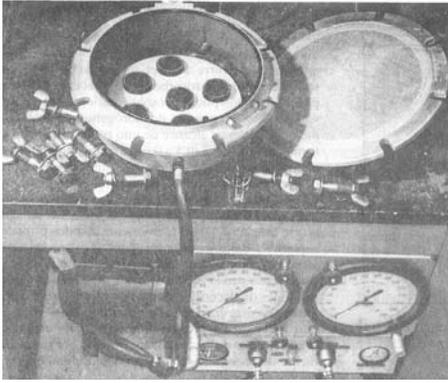


$$\Psi = - \frac{RT}{V_1} \ln \frac{p^0}{p} \quad (3.5)$$

El cociente  $100 p/p^0$  es la humedad relativa. Si se convierte a logaritmos comunes y se utilizan valores numéricos para  $R$  y  $V_1$ , la ecuación 3.5 se simplifica como sigue:

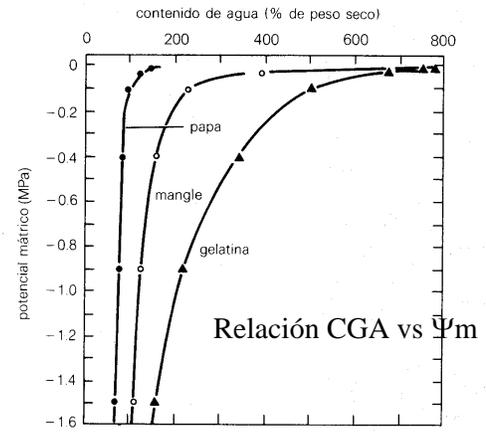
$$\Psi \text{ (in MPa)} = - 1.06 T \log_{10} \left( \frac{100}{RH} \right) \quad (3.6)$$

Con esta ecuación se obtiene el potencial hídrico del aire, cuando se conocen su temperatura y humedad relativa.



**Figura 3-14** Un aparato con placa (o membrana) de presión utilizado para medir potenciales mátricos en suelos y otros materiales. Las muestras húmedas se colocan en los contenedores circulares sobre la placa de presión, una placa porosa que permite la difusión de agua. Después de que se coloca la tapa, asegurándola con tornillos de mariposa contra un anillo de caucho, se ejerce presión y el agua empieza a difundirse por la placa y hacia el pequeño tubo que hay dentro del vaso de precipitados (al centro de la fotografía). Cuando deja de salir agua por el tubo (con frecuencia después de 24 h), el potencial mátrico (un valor negativo) de la muestra es numéricamente igual a la presión (valor positivo) en el aparato, como se puede leer en las carátulas, en la parte inferior de la fotografía. Después puede aplicarse mayor presión para expeler más agua, lo que produce una curva de liberación de humedad como la que se muestra en la Fig. 3-15. (Placa de presión del laboratorio de Ray. W. Brown, de Forestry Sciences Laboratory, Logan, Utah; fotografía de Frank B. Salisbury.)

Relación CGA vs  $\Psi_m$



**Figura 3-15** Curvas de liberación de humedad para dos materiales y gelatina. (De Wiebe, 1966).

## Leer

[www.biouls.cl/librofv](http://www.biouls.cl/librofv) (fv)

- Squeo, F.A. (2007) El Agua y el Potencial Hídrico. En: (F.A. Squeo & L. Cardemil, eds.) Fisiología Vegetal: (2) 47-66. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.