

## Comparación de la cámara de presión tipo Scholander modelo Pump-up respecto a la cámara de presión tradicional en vides de mesa

*Comparison of the Scholander type pressure chamber Pump-up model to the traditional pressure chamber in table grapes*

Rodrigo Gálvez Pavez<sup>1</sup>, Rodrigo Callejas Rodríguez<sup>1</sup>, Gabino Reginato Meza<sup>1</sup>

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue relacionar las mediciones de potencial hídrico xilemático ( $\psi_{xm}$ ) obtenidas a través de la cámara de presión tipo Scholander modelo Pump-up (PMS Instrument Company, Oregon, USA) respecto a las de la cámara de presión tradicional modelo 3005 (Soil moisture, Corp. Santa Bárbara, CA, USA). El ensayo se realizó en plantas de vid variedad Thompson Seedless, de dos años de edad, en las cuales se generaron tres condiciones de estado hídrico; "plantas hidratadas" (C1), "plantas bajo estrés hídrico" (C2) y "plantas con una condición hídrica intermedia" (C3), de manera de obtener un amplio rango de  $\psi_{xm}$ . El  $\psi_{xm}$  de cada planta se evaluó a medio, día solar con cámara de presión modelo Pump-up y modelo tradicional. La relación existente entre las mediciones de ambas cámaras de presión se ajustó a una función lineal positiva con una pendiente cercana a 1 y con un alto coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,999$ ;  $p < 0,001$ ). Esto indica que no existe diferencia entre las mediciones de ambas cámaras de presión.

**Palabras clave:** Potencial hídrico, cámara de presión, control del riego.

### ABSTRACT

The aim of this study was to relate the stem water potential ( $\psi_{xm}$ ) measurements obtained with the Scholander type pressure chamber Pump-up model (PMS Instrument Company, Oregon, USA) to those obtained with the traditional pressure chamber model 3005 (Soil moisture, Corp. Santa Barbara, CA, USA). The trial was conducted in two year old grapevines cultivar Thompson Seedless, in which three conditions of water status were generated; hydrated plants (C1), plants under drought stress (C2) and plants with an intermediate water status (C3), in order to obtain a wide range of  $\psi_{xm}$ . For each plant  $\psi_{xm}$  was assessed at solar noon with the Pump-up and the traditional pressure chamber models. The relationship between measurements of the pressure chambers fit a positive linear function with a slope close to 1 and with a high determination coefficient ( $R^2 = 0.999$ ,  $p$ -value  $< 0.001$ ). This indicates no difference between the pressure chamber measurements.

**Key words:** Water potential, pressure chamber, irrigation control.

### Introducción

El control del riego se realiza comúnmente a través de técnicas que permiten determinar el contenido de agua del suelo y estimaciones de la demanda atmosférica (Cohen, 1994). Sin embargo, en la actualidad se han propuesto técnicas alternativas que consisten en evaluar el estado hídrico de la planta a través de indicadores fisiológicos. Entre éstos se encuentran: potencial hídrico basal, potencial hídrico foliar, potencial hídrico xilemático, conductancia estomática, flujo de savia y diámetro

del tronco. Éstos permitirían describir cambios en el estado hídrico de la planta integrando condiciones climáticas y del suelo (Naor, 2006; Patakas *et al.*, 2005; Sellés *et al.*, 2002; Choné *et al.*, 2001; Patakas *et al.*, 1997).

De todos los parámetros fisiológicos, antes mencionados, el de mayor sensibilidad al estrés hídrico es el potencial xilemático; por esto su estimación es recomendada para ser utilizada como una herramienta en el control del riego en vid (Naor, 1998; 2000; Choné *et al.*, 2001; Sellés *et al.*, 2002; Williams y Trout, 2005).

<sup>1</sup> Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Centro Regional de Estudios Agronómicos de la Universidad de Chile (UCHILECREA). Av. Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago.  
E-mail: rogalvez@uchile.cl; rcalleja@uchile.cl y reginat@uchile.cl

El potencial hídrico xilemático ( $\psi_{xm}$ ) se determina a través de una cámara de presión, evaluando hojas sombreadas, ubicadas al interior de la copa de la planta. Éstas son cubiertas con bolsas plásticas y papel aluminio por 90 minutos, logrando un equilibrio entre el potencial hídrico de planta con el de la hoja (Naor, 1998). La medición se realiza en días despejados, a mediodía solar, donde existe la máxima demanda de la atmósfera (Sellés *et al.*, 2002).

Gran parte de las investigaciones en las cuales se ha utilizado el potencial hídrico xilemático como indicador fisiológico del control del riego utilizan la cámara de presión tipo Scholander tradicional. Esta posee un balón de gas comprimido de nitrógeno como fuente externa de presión, la cual la hace difícil de manipular y transportar en terreno y peligrosa. Por ello el potencial xilemático mayoritariamente se utiliza con fines de investigación, debido a que su medición es poco práctica. Sin embargo, en la actualidad existe una cámara de presión tipo Scholander que no requiere de una fuente externa para generar presión, siendo práctica su utilización en terreno (cámara de presión tipo Scholander, modelo Pump-up, PMS Instrument Company, Oregon, USA), pudiendo ser utilizada por el productor agrícola para el control del riego.

La cámara de presión tipo Scholander, modelo Pump-up (PMS Instrument Company, Oregon, USA) fue diseñada por el Dr. Ken Shackel de la Universidad de California-Davis, con el objetivo de monitorear y programar los riegos en huertos frutales. Esta cámara de presión tiene un solo inconveniente, al no poseer un tanque de gas comprimido, la presión máxima que trabaja es baja (máximo 2 MPa), ya que la generación de presión depende del bombeo manual de un pistón (PMS Instrument Company, 2008).

Debido a la diferencia que existe en la fuente de presión es necesario realizar una calibración de la cámara de presión tipo Scholander modelo Pump-up con respecto a la tradicional con la finalidad de poder comparar y utilizar los datos obtenidos por ambas cámaras.

El objetivo de este estudio fue relacionar las mediciones de potencial hídrico xilemático obtenidas a través de la cámara de presión tipo Scholander, modelo Pump-up (PMS Instrument Company, Oregon, USA) respecto a las de la cámara de presión tradicional, modelo 3005 (Soil moisture, Corp. Santa Bárbara, CA, USA).

## Materiales y Métodos

El ensayo se realizó durante la temporada 2007-2008, entre los estados fenológicos de cuaje y cosecha, en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Se dispuso de plantas de vid (*Vitis vinifera*) variedad Thompson Seedless, de dos años de edad, en macetas de 20 L. con sustrato de arena, regadas con un gotero/planta de 4 L·h<sup>-1</sup> de caudal.

Para la calibración, se generaron tres condiciones de estado hídrico de las plantas: “plantas hidratadas” (C1), “plantas bajo estrés hídrico” (C2) y “plantas con una condición hídrica intermedia” (C3), de manera de obtener un amplio rango de  $\psi_{xm}$  (entre 0,3 y 0,8 MPa). Para la obtención de las distintas condiciones hídricas se varió la frecuencia de los riegos; las “plantas hidratadas” se regaron todos los días, las plantas en “estrés hídrico” se regaron una vez cada dos semanas y las “plantas en condición hídrica intermedia” se regaron una vez por semana. Se dispusieron de cinco plantas para cada condición hídrica.

Se evaluó, a cada planta, el potencial hídrico xilemático ( $\psi_{xm}$ ), a mediodía solar, cuando existía la máxima demanda de agua, 12-14 h para la zona. Las hojas evaluadas se encontraban sombreadas y cercanas a la corona de la planta; éstas se cubrieron con bolsas plásticas, envueltas en papel de aluminio por un periodo de 90 minutos. Posteriormente, se retiró la hoja de la planta y sin extraerla de la bolsa se midió inmediatamente el  $\psi_x$  (MPa) (antes de dos minutos de extraída de la planta). Las mediciones se realizaron con la cámara de presión tipo Scholander, modelo Pump-up (PMS Instrument Company, Oregon, USA, Figura 1) y la cámara de presión tradicional, modelo 3005 (Soil moisture, Corp. Santa Bárbara, CA, USA, Figura 2), evaluando una hoja para cada cámara de presión por planta, seleccionando hojas contiguas de un mismo brote.

Para la obtención de la calibración se relacionaron los valores de  $\psi_{xm}$  obtenidos por la cámara de presión tipo Scholander modelo Pump-up (PMS Instrument Company, Oregon, USA) en función de los  $\psi_{xm}$  obtenidos por la cámara de presión tradicional modelo 3005 (Soil moisture, Corp. Santa Bárbara, CA, USA) para cada planta.

## Resultados y Discusión

A través de la variación en la frecuencia de riego se logró obtener un amplio rango de valores



Figura 1. Cámara de presión tipo Scholander modelo Pump-up (PMS Instrument Company, Oregon, USA).



Figura 2. Cámara de presión tradicional modelo 3005 (Soil moisture, Corp. Santa Bárbara, CA, USA).

de potencial hídrico xilemático, consiguiendo los valores críticos necesarios para la obtención de una relación confiable. Los valores obtenidos por la cámara de presión tipo Scholander tradicional fueron de  $-0,36$  MPa para las “plantas hidratadas” y de  $-0,81$  MPa para “plantas con estrés hídrico”; por su parte, los potenciales hídricos xilemáticos fueron entre  $-0,35$  y  $-0,81$  MPa para las plantas evaluadas con la cámara de presión tipo Scholander modelo Pump-up (Figura 3). Estos potenciales xilemáticos coinciden con algunos investigadores (Williams y Trout, 2005; Patakas *et al.*, 2005; Williams y Baeza, 2007), que determinan a la vid en una condición hídrica óptima con potenciales hídricos xilemáticos menores a  $-0,7$  MPa.

Cabe señalar que los cinco valores más altos de potencial xilemático medidos por la cámara de presión tipo Scholander tradicional fueron  $0,01$  MPa más negativos con respecto a la modelo Pump-up. Esta diferencia se puede deber a la metodología de medición, ya que evaluaciones con cámara de presión tipo Scholander tradicional es fácil cometer errores en la lectura, debido a que la presión es regulada con una válvula que fácilmente puede entregar más presión a la cámara, si la experiencia del operario no es la adecuada, entregando valores más negativos que los reales, con mayor facilidad cuando se requiere menos presión para la determinación del potencial hídrico. Esta puede ser la explicación de por qué algunos investigadores (Sellés *et al.*, 2002; Deloire *et al.*, 2004; López, 2005; Girona *et al.*, 2006) catalogan a vides en condición óptima de riego con valores de  $\psi_{xm}$  más negativos;  $\psi_{xm} < -1$  MPa.

La relación existente entre ambas cámaras de presión se ajustó a una función lineal positiva con una pendiente cercana a 1 ( $n = 1,015$ ) con un alto coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,999$ ;  $p$ -value  $< 0,001$ ) y un bajo error (RMSE =  $0,006$ ) respecto al valor obtenido por la cámara de presión tipo Scholander modelo Pump-up (Tabla 1). Esto indica que la medición de potencial xilemático obtenido por ambas cámaras de presión es la misma.

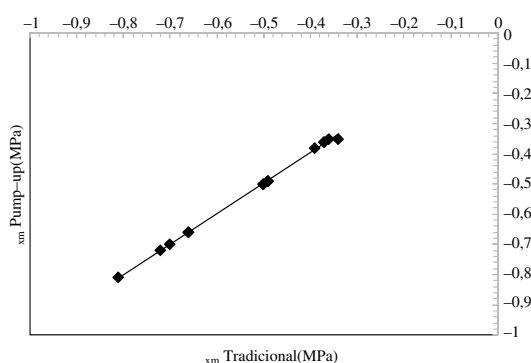


Figura 3. Relación entre el potencial hídrico xilemático ( $\psi_{xm}$ ) medido con la cámara de presión tipo Scholander tradicional (Modelo 3005, Soil moisture, Corp. Santa Bárbara, CA, USA) y con la modelo Pump-up (PMS Instrument Company, Oregon, USA).

Tabla 1. Análisis ecuación de calibración cámara de presión tipo Scholander modelo Pump-up.

Cámara de presión	A	B	R <sup>2</sup>	RMSE	n
Pump-up	1,015	0,009	0,99***	0,006	15

Los coeficiente a y b corresponden a la ecuación de calibración  $y = ax + b$ , en donde  $R^2$  es el coeficiente de determinación y n el tamaño de la muestra. RMSE es la raíz del cuadrado medio del error (\*\*\*,  $p < 0,001$ ).

## Conclusiones

Los valores de potencial xilemático obtenidos por la cámara de presión tipo Scholander modelo Pump-up no difieren respecto a los valores entregados por cámara de presión tipo Scholander tradicional. Por tanto, la utilización del potencial hídrico xilemático como criterio del control del riego será más práctica en terreno y de menor valor.

## Agradecimientos

Esta investigación se realizó a través del Centro Regional de Estudios Agronómicos de la Universidad de Chile (UCHILECREA), se agradece el apoyo brindado.

### Literatura Citada

- Choné, X.; Van Leeuwen, C.; Dubourdieu, D. y Pierre, J.  
2001 Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. *Annals of Botany* 87: 477-483.
- Cohen, M.  
1994 Funcionamiento hídrico y producción frutal del nogal en zonas semiáridas: aplicación al manejo del riego. Tesis Dr. Ing. Agr. Lleida. Universitat de Lleida. Escola técnica superior D'enginyeria agraria. 298 p.
- Deloire, A.; Carbonneau, A.; Wang, Z. y Ojeda, H.  
2004 Vine and water a short review. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 38: 1-13.
- Girona, J.; Mata, M.; del Campo, J.; Arbonés, A.; Bartra, E. y Marsal, J.  
2006 The use of midday leaf water potential for scheduling deficit irrigation in vineyards. *Irrigation Sciens.* 24: 115-127.
- López, V.  
2005 Respuestas fisiológicas en uva de mesa cultivar Crimson Seedless sometidas a déficit hídrico. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 24 p.
- Naor, A.  
1998 Relations between leaf and stem water potentials and stomatal conductance in three field-grown woody. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73 (4): 431-436.
- Naor, A.  
2000 Midday stem water potential as a plant water stress indicator for irrigation scheduling in fruit trees. *Acta Horticulturae* 537: 447-454.
- Naor, A.  
2006 Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchard. *Horticultural Reviews*, 32: 111-165.
- PMS instrument Company  
2008 Pump-up Pressure Chamber. Disponible en: <http://pmsinstrument.com/pump-up.htm>. Leído el 13 de octubre del 2009.
- Patakas, A.; Noitsakis, B. y Stavrakas, D.  
1997 Adaptation to seasonal drought in *Vitis vinifera* L. as affected by leaf age. *Vitis* 36 (1): 11-14.
- Patakas, A.; Noitsakis, B. y Chouzouri, A.  
2005 Optimization of irrigation water use in grapevines using the relationship between transpiration and plant water status. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106 (2005): 253-259.
- Sellés, G.; Ferreira, R. y Maldonado, P.  
2002 Cámara de presión: instrumento para controlar el riego a través de mediciones del estado hídrico de las plantas. *Aconex*, 76: 18-26.
- Williams, L. y Baeza, P.  
2007 Relations among ambient temperature and vapor pressure deficit and leaf and stem water potentials of fully irrigated, field-grown grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58 (2): 173-181.
- Williams, L. y Trout, T.  
2005 Relationships among vine-and soil-based measures of water status in a Thompson seedless vineyard in response high-frequency drip irrigation. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56 (4): 357-366.