



# EFFECTO DEL CLIMA, DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA HOJA Y DE LA METODOLOGIA DE MEDICION EN EL POTENCIAL HÍDRICO XILEMÁTICO EN PALTO

Raúl Ferreyra E. 1, Gabriel Sellés V. 1, Patricio Maldonado B. 1, José Celedón de A. 1 y Pilar Gil M. 1

[1] Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile. E-mail: rferreyr@inia.cl

Proyecto financiado por INNOVA-CORFO.

## INTRODUCCIÓN

Diferentes estudios han demostrado que el  $\Psi_x$  medido con cámara de presión es un buen indicador del estrés hídrico en árboles frutales. Naor *et al.* (1995) encontró una buena correlación entre  $\Psi_x$  y el rendimiento y calibre en manzanos (*Pyrus malus* L.). Datos similares encontraron Ferreyra *et al.* (2002) y Ferreyra *et al.* (2004) en duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) y vides viníferas (*Vitis vinifera* L.). Naor (1998) y Ferreyra *et al.* (2002) comprobaron que la conductancia estomática en nectarines (*Prunus persica* var *nectarina* (Aiton) Maxim.) y vid vinífera está altamente correlacionada con  $\Psi_x$ . El  $\Psi_x$  mínimo o de mediodía ( $\Psi_{xmin}$ ), ha sido propuesto por varios autores como un indicador estándar para determinar el estado hídrico de la planta con fines de riego (Feres y Goldhamer, 1990; Shackel *et al.*, 1997; Naor y Peres, 2001; Ferreyra *et al.*, 2002). Sin embargo, los tiempos necesarios para producir el equilibrio del potencial en la hoja y el escaso tiempo disponible para realizar la medición a mediodía, sobre todo cuando el huerto involucra una gran superficie, dificultan la adopción de esta técnica por parte de los agricultores. Por lo indicado anteriormente, el objetivo de este estudio fue realizar un serie de experimentos para evaluar la posibilidad de optimizar y simplificar las mediciones de potencial hídrico xilemático ( $\Psi_x$ )

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la V región, durante las temporadas 2003 – 2004, en árboles de Palto Hass, sobre portainjerto Mexicola, los cuales se encontraban en etapa productiva y sin restricciones hídricas ni nutricionales. Los experimentos realizados se señalan a continuación: Efecto sobre el  $\Psi_x$ , del déficit de presión de vapor (DVP), de la edad de la hoja, del tiempo de equilibrio al cubrir la hoja, del tiempo transcurrido entre corte de la hoja y medición de esta, de la ubicación de la hoja en el árbol, y de la mantención de la hoja después de ser cortada del árbol en condiciones de alta humedad relativa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Efecto del DVP máximo en el  $\Psi_{xmin}$ .** Para las condiciones climáticas de Quillota, el  $\Psi_x$  en el palto presenta valores muy similares, sin diferencias significativas, entre las 12:30 y 17:30 h (Figura 1). Durante este período los valores diarios medidos fueron los mínimos, fluctuando entre -0,36 y -0,40 MPa, con un promedio de -0,38 MPa. A mediodía, las variaciones en el DVP del aire tienen poco efecto sobre el  $\Psi_{xmin}$  (Figura 2). El  $\Psi_{xmin}$  fluctúa entre -0,40 y -0,50 MPa (variación del 20%) para DVP que oscila entre 1,5 y 3,0 KPa respectivamente (variación del 50%). De estos resultados se puede inferir que durante el verano se disponen de 5 h en el día (12:30 a 17:30 h) para medir el  $\Psi_{xmin}$  con fines de control del riego, y que en paltos creciendo sin restricción hídrica este valor varía entre -0,4 y -0,5 MPa.

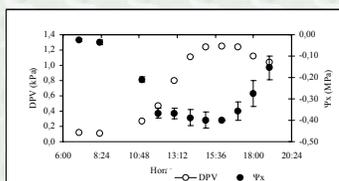


Figura 1. Efecto del déficit de presión de vapor (DVP) durante el día sobre el potencial hídrico xilemático ( $\Psi_x$ ). Las barras verticales representan la desviación estándar.

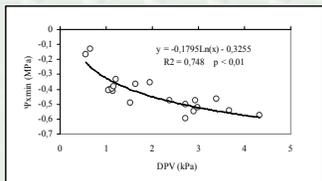


Figura 2. Efecto del déficit de presión de vapor (DVP) sobre el potencial hídrico xilemático a mediodía ( $\Psi_{xmin}$ ).

**Determinación del tiempo mínimo de equilibrio para la determinación del  $\Psi_x$ .** El  $\Psi_x$  se equilibra con el  $\Psi_x$  después de 15 min de haberse bloqueado la transpiración al introducir la hoja en bolsas cuyo interior era de plástico y exterior de papel aluminio (Figura 3), lo cual coincide con los datos reportados por Fulton *et al.* (2001). Esto indicaría que se puede medir el  $\Psi_x$  en hojas de palto después de 15 min de bloqueada la transpiración en las hojas a medir. Además, en la Figura 3 se puede observar que los valores de potencial hídrico medidos recién cubiertas las hojas ( $\Psi_h$ ) presentan una mayor variación (0,6 a -0,8 MPa) que los potenciales evaluados después de 15 min (-0,47 a -0,55 MPa), lo que concuerda con lo reportado por Shackel *et al.* (1997) que indican que el  $\Psi_h$  es más variable que el  $\Psi_x$ .

**Efecto de la ubicación de la hoja en el árbol en el  $\Psi_{xmin}$ .** Las hojas en el árbol expuestas al sol presentaron  $\Psi_{xmin}$  más negativos (-0,52 MPa), que las hojas medidas de la cara expuesta a la sombra (-0,40 MPa), aunque se bloqueó la transpiración de éstas antes de ser cortadas de la planta. La desviación estándar (DS) de las mediciones fue baja. Las hojas expuestas al sol presentaron DS de 0,065 MPa y las de la cara expuesta a la sombra DS de 0,018 MPa (Datos no mostrados).

**Efecto de la edad de la hoja en la variación del  $\Psi_{xmin}$ .** Las determinaciones en hojas de 1 mes presentaron  $\Psi_{xmin}$  promedio de -0,55 MPa y una DS de 0,12 MPa; en hojas de 4 meses el  $\Psi_{xmin}$  fue de -0,52 MPa, con una DS de 0,13 MPa, y en hojas de 10 a 12 meses el  $\Psi_{xmin}$  fue de -0,49 MPa con una DS de 0,1 MPa. Las hojas más jóvenes presentan un potencial 0,06 MPa más bajo que las hojas más adultas y una mayor DS.

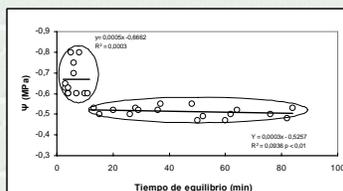


Figura 3. Efecto del tiempo de equilibrio en el potencial hídrico ( $\Psi$ ) a mediodía bajo condiciones de campo.

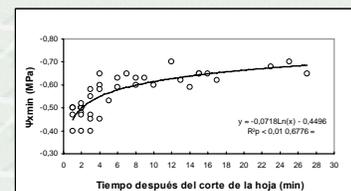


Figura 4. Efecto del tiempo transcurrido entre corte y la medición de la hoja, sobre el potencial hídrico xilemático ( $\Psi_{xmin}$ ) a mediodía, bajo condiciones de campo.

El  $\Psi_x$  presenta menor variación al ser medido en hojas de 10 a 12 meses. Esto se debería a que las hojas nuevas pueden ser afectadas por la presión que ejerce la goma de la cámara de presión sobre el peciolo de la hoja, retrasando la aparición de la savia en el xilema. Una variación de 0,06 MPa puede ser importante en el control del riego, según datos reportados por Lampinen (2004), donde indica que el nogal presenta  $\Psi_x$  entre -0,3 y -0,5 MPa cuando está sin restricción hídrica, y debiera regarse cuando disminuye este valor en -0,2 ó -0,3 MPa.

**Efecto del tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y la medición en el  $\Psi_{xmin}$  y efecto de la conservación de la hoja en condiciones de alta humedad relativa sobre el  $\Psi_{xmin}$ .** El tiempo que transcurre entre el corte de la hoja y la medición es una variable que afecta la determinación del  $\Psi_x$  (Figura 4). Si la medición se realiza cuando ha pasado más de 1 min de cortada la hoja, los valores medidos son menores a los reales, producto de la deshidratación de la hoja, y no reflejan el estado hídrico real del brote. Sin embargo, este trabajo muestra datos que permitirían aumentar el tiempo entre el corte de la hoja y la medición del potencial, si las hojas son cortadas e inmediatamente guardadas en una caja de PVC aislada térmicamente con humedad relativa cercana al 100%. El  $\Psi_x$  en hojas de un mismo árbol medidas inmediatamente luego de cortadas y otras después de 60 min de almacenamiento en condiciones de oscuridad, con 100% HR y 5°C, muestra valores similares (Figura 5). El uso de esta metodología para medir el  $\Psi_x$  es factible de implementar, pero requeriría medir un mayor número de hojas por árbol, ya que aumenta la variabilidad. Según la metodología para datos continuos descrita por Cochran (1971), el tamaño de la muestra debe ser de tres hojas por planta si las mediciones se realizan inmediatamente de cortadas las hojas, y de seis hojas por planta, para evaluaciones después de 60 min de almacenamiento en condiciones de alta humedad relativa. De estos resultados se puede inferir que durante el verano se disponen de 5 h en el día (12:30 a 17:30 h) para medir el  $\Psi_{xmin}$  con fines de control del riego, y que en palto creciendo sin restricción hídrica este valor varía entre -0,4 y -0,5 MPa.

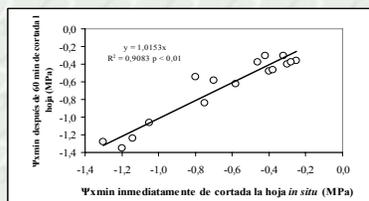


Figura 5. Efecto de la conservación de la hoja en condiciones de alta humedad relativa sobre el potencial hídrico xilemático ( $\Psi_{xmin}$ ).

## CONCLUSIÓN

- Los valores de  $\Psi_x$  medidos a mediodía en el palto son estables entre las 12:30 y 17:30 h, lo que permite disponer de 5 h para realizar mediciones de  $\Psi_{xmin}$ .
- Los palto sin restricción hídrica presentan valores  $\Psi_{xmin}$  de entre -0,40 y -0,50 MPa, para valores de DVP de entre 1,4 y 3,0 KPa, respectivamente.
- En las hojas de palto el equilibrio del  $\Psi_x$  se logra a los 15 min de introducir la hoja en bolsas cuyo interior es de plástico y exterior de papel aluminio
- En condiciones de campo, el potencial hídrico debe ser medido en un lapso no superior a 1 min después de cortar la hoja.
- El tiempo que trascurre entre el corte de la hoja y la medición del potencial hídrico en la cámara de presión puede ser aumentado hasta 60 min, al mantener las hojas en una caja de PVC aislada térmicamente y con alta humedad relativa.
- Las hojas que presentan la menor variabilidad son las de 10 a 12 meses de edad, expuestas al sol. Las hojas expuestas al sol presentan valores de  $\Psi_x$  más negativos, que las hojas de la cara expuesta a la sombra, aun cuando se haya bloqueado previamente su transpiración.