

# USO DE LA BOMBA DE PRESIÓN PARA PROGRAMACIÓN DE RIEGO EN MENTA (*Mentha piperita* L.)<sup>1</sup>

## Using pressure bomb for irrigation scheduling in peppermint (*Mentha piperita* L.)

Iván Gallardo A.<sup>2</sup>, Richard H. Cuenca<sup>3</sup>, Marshall English<sup>3</sup> y Allan Mitchell<sup>3</sup>

### S U M M A R Y

Leaf water potential (LWP) measured with a pressure bomb in peppermint under five irrigation treatments was used for irrigation scheduling.

The LWP varied during the day in such a way that it was not possible to establish a relationship with water stress, differences in soil moisture content, or different irrigation levels. LWP was influenced by the diurnal weather conditions and represented the current demand more than the cumulative demand. The results of this study indicate that mid-day pressure bomb measurements of LWP cannot be used in irrigation scheduling. Predawn measurements of LWP were stable, well and had a good correlation with the soil moisture content, and therefore may be useful in irrigation scheduling.

**Key words:** leaf water potential, irrigation, pressure bomb.

### INTRODUCCIÓN

Entre las numerosas técnicas que existen para determinar una programación de riego eficiente, se pueden distinguir aquellas que están directamente relacionadas con la condición hídrica de la planta, y otra que se basan en las condiciones del ambiente que las circundan. Métodos que usan mediciones ambientales, tales como contenido de agua en el suelo, temperatura del aire, y radiación solar, están relacionados con los requerimientos de la plantas a través de algún factor matemático o estadístico obtenido normalmente en forma empírica. Todos esos métodos son consumidores de tiempo y sujetos a diversas restricciones de aplicación y asociadas a variadas fuentes de error. La condición hídrica de la planta integra la demanda atmosférica, el potencial de agua en el suelo, densidad y distribución de raíces y el estado de desarrollo general del cultivo. Por lo tanto, las mediciones para definir el momento del riego debieran ser hechas en la planta, y no en suelo o en la atmósfera (Gallardo *et al.*, 1993).

En este estudio se analizaron mediciones del potencial hídrico de la hoja (PHH) en plantas de menta (*Mentha piperita* L.), usando la bomba de presión o cámara de presión. El PHH medido con la bomba de presión es un indicador del nivel de estrés de la planta. Se ha encontrado que el PHH responde bien con cambios en el "status" de la planta (Scholander *et al.*, 1965).

Mediciones del PHH con una bomba de presión es considerado como una confiable y práctica técnica de campo (Meron *et al.*, 1987). La bomba de presión es ampliamente usada en estudios de relaciones agua planta por su relativo fácil uso y versatilidad. Mejoras en la bomba de presión o cámara de presión fueron hechas por Scholander *et al.* (1964, 1965), simplificando las mediciones de PHH bajo condiciones de campo.

El principal objetivo de este experimento fue probar el uso de la bomba de presión en la medición del potencial de agua en la hoja, para ser usado en programación de riego. Además, buscó establecer el grado de correlación entre el potencial de agua en la hoja y el contenido de humedad en el suelo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el verano de 1991, en el campo experimental del Centro Agrícola de Oregon Central, en la ciudad de Madras, EE.UU.

<sup>1</sup>Recepción de originales: 18 de marzo de 1994

<sup>2</sup>Centro Regional de Investigación Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

<sup>3</sup>Department of Bioresources Engineering, Oregon State University, Corvallis, EE.UU.

El experimento se condujo en menta (*Mentha piperita* L.), de primer año, regada a cinco diferentes cargas de agua usando el método descrito por Hanks *et al.* (1976). El PHH se midió en una hoja seleccionada al azar completamente expandida cerca del ápice de la planta. Esta se cortaba en la base del peciolo y colocaba en la cámara de presión (PMS Instrument Co., Corvallis, OR., Model 600) dentro de 10 segundos después de cortada. Las mediciones se hicieron durante cuatro períodos de crecimiento de cuatro días cada uno, nueve veces durante el día desde las 05:00 AM hasta las 19:00 PM.

El suelo fue clasificado como Madras loam con menos de 1% de pendiente, moderadamente profundo con textura media, presentando un "hardpan" endurecido a 75 cm, aproximadamente. Permeabilidad moderada. El agua disponible de el suelo varió entre 0,12 a 0,25 cm de agua por centímetro de suelo durante el desarrollo del experimento. La profundidad efectiva de raíces fue 50 a 75 cm.

Cada unidad experimental consistió de una franja de 5 m de ancho y 15 m de largo. La menta fue plantada en hileras de 70 cm de ancho, paralelas a la línea de aspersión (Hanks *et al.*, 1980), con cuatro repeticiones, seleccionadas al azar desde la parcela principal.

El diseño estadístico usado es similar a un bloque dividido, que, a su vez, es una variación del diseño de parcela dividida (Hanks *et al.*, 1980).

La cantidad de agua aplicada en cada riego varió desde 110 a 45% de los requerimientos de la menta, midiéndose en los tratamientos de 110 (T<sub>1</sub>), 90 (T<sub>2</sub>), 70 (T<sub>3</sub>), 55 (T<sub>4</sub>) y 45% (T<sub>5</sub>), que cubren un rango de requerimiento completo a deficiente (Watts *et al.*, 1968), con una frecuencia de riego de cinco días.

El contenido de humedad se midió por el método gravimétrico y se expresó en porcentaje en base a volumen. Las mediciones se hicieron uno y cuatro días después del riego a profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-30 y 30-45 cm.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución diurna del potencial de agua en la hoja (PHH), no tuvo correlación con períodos ni días (figuras 1 y 2, respectivamente). Durante el día el PHH se incrementó desde el amanecer, alcanzando su máximo al mediodía y disminuyendo en la tarde (Figura 2). Esta variación producida es controlada más por condiciones climáticas

que por condiciones de la planta o condiciones de suelo (Dickey, 1982; Wheatherley, 1976). Como consecuencia de esta gran variación diaria en el PHH, en diferentes condiciones de humedad del suelo, hace impracticable el uso de la bomba de presión en dichas horas del día. La Figura 1 muestra, además, los valores de PHH bajo diferentes condiciones de riego y días después del riego; en ella se observa que plantas bajo diferentes condiciones alcanzaron el mismo valor de PHH.

En la Figura 2 se presenta la intersección de puntos como una zona en la cual plantas, en muy diferentes condiciones de humedad, presenta el mismo PHH, no produciéndose diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0,05$ ). Estos resultados señalan la inexactitud de usar datos diurnos de PHH para predecir diferentes condiciones hídricas de la planta.

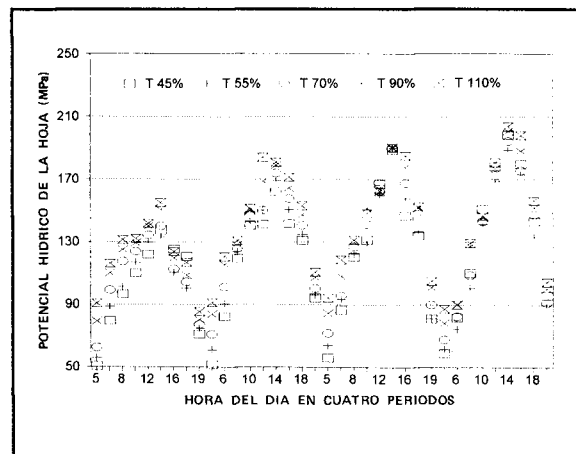


FIGURA 1. Variación diurna del PHH en cuatro días después del riego.

FIGURE 1. Diurnal variation of LWP during four days after irrigation.

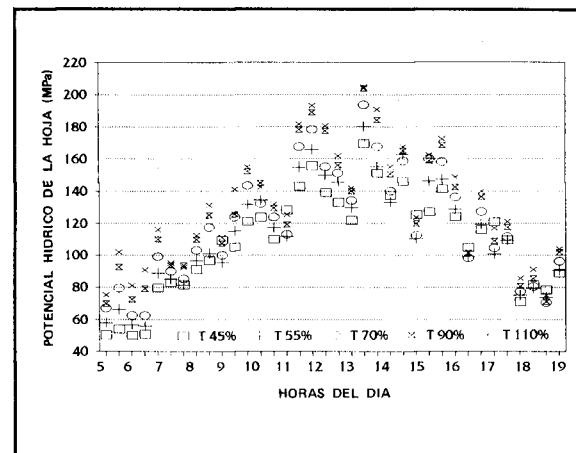


FIGURA 2. Variación diurna del PHH.

FIGURE 2. Diurnal variation of LWP.

Dickey (1982) y Wheatherley (1976) encontraron que el PHH antes del amanecer es solamente función del potencial mátrico del suelo y durante ese período de tiempo la planta sería análoga a un tensiómetro, respondiendo sólo a la humedad del suelo. Al correlacionar los valores de PHH, obtenidos antes del amanecer, con el contenido de agua en el suelo se obtuvo una razonable correlación y hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P \leq 0,05$ ).

La Figura 3 muestra la relación entre la humedad del suelo y PHH, medido antes del amanecer. Considerando que los datos de humedad son un promedio de los primeros cincuenta centímetros de suelo, y al analizar la dispersión de los datos de PHH, se observa que a medida que el suelo presenta un menor contenido de humedad, este potencial es alto, lo cual se explicaría por la mayor cantidad de aire presente dentro de la planta en condiciones de menor abastecimiento hídrico, lo que hace que, en ciertas mediciones, fluya aire antes que agua; en cambio, en una planta bien abastecida existe una mayor cantidad de espacios llenos con agua sin generarse una discontinuidad en la columna de agua. Lo anterior se expresa como:

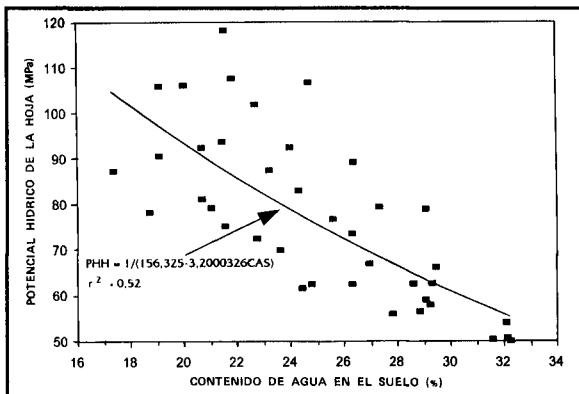


FIGURA 3. Contenido de agua en el suelo versus PHH nocturno.

FIGURE 3. Soil water content versus nocturnal LWP.

$$PHH = (156,725 + 3,2000326 CAS)^{-1}$$

donde:

CAS = contenido de agua en el suelo (% en volumen).

$$r^2 = 0,52.$$

Este resultado demuestra que el PHH medido antes del amanecer puede ser usado como un buen indicador del estado suelo-agua-planta, con la ventaja, además, que la planta al ser utilizada como instrumento, integra en mejor forma las condiciones en la zona radical que aparatos como tensiómetros, aspersores de neutrones, psicrómetros y bloques de yeso. El rango del PHH, entre el cual la planta puede ser usada como tensiómetro, es de 0 a 2 MPa, o más; en cambio, un tensiómetro convencional tiene un rango límite de 0 a 0,1 MPa.

### CONCLUSIONES

- El PHH no puede ser usado para medir estrés hídrico con bomba de presión, ni diferenciar el contenido de humedad en el suelo o entre tratamientos de riego, debido a la gran variación diaria de éste.
- Mediciones del PHH, efectuadas durante el día, no pueden usarse en programación de riego, debido a que este potencial es influido por las condiciones diarias de clima y, además representa la demanda actual más que la acumulada, o la demanda de agua del cultivo.
- Mediciones antes del amanecer permiten que el PHH pueda ser usado satisfactoriamente en programación de riego, debido a que sus valores fueron más estables y hubo correlación tanto con los diferentes tratamientos de riego como con el contenido de agua en el suelo.

### RESUMEN

Se evaluó el uso de la bomba de presión para medir el potencial hídrico de las hojas en menta (*Mentha piperita* L.), bajo cinco tratamientos de riego, para ser usada en programación de riego.

El PHH varió durante el día, por lo que no fue posible establecer una relación con estrés hídrico, ni con la diferencia en el contenido de agua en el suelo, o con los diferentes niveles de riego. PHH fue influenciado por las condiciones climáticas diurnas y representó la demanda actual más que

la demanda acumulada. Los resultados de este estudio indican que mediciones diurnas de PHH con la bomba de presión no pueden ser usadas en programación de riego. Mediciones de PHH antes del amanecer pueden ser usadas en programación de riego, debido a que fueron más estables y obtuvieron una correlación razonable con el contenido de agua en el suelo.

**Palabras claves:** potencial hídrico de las hojas, riego, bomba de presión.

## LITERATURA CITADA

---

- DICKEY, G.L. 1982. Use of plant water tension measurements for irrigation scheduling. Portland State University. Agronomy Irrigation Workshop, Portland, Oregon, EE.UU., March 8 to 12. Circular of Information N° 4. 6 p.
- GALLARDO A., I., CUENCA, R.H., ENGLISH, M. y MITCHELL, A. 1993. Uso de temperatura infrarroja para programación de riego en menta (*Mentha piperita* L.). Agricultura Técnica (Chile) 53: 327-330.
- HANKS, R.J., KELLER, V.P., RASMUSSEN, D.J. and WILSON, G.D. 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 426-429.
- HANKS, R.J., SISSON, D.V., HURST, R.L., and HUBBARD, K.G. 1980. Statical analysis of results from irrigation experiments using the line-source sprinkler system. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 886-888.
- MERON, M., GRIMES, D.W., PHENE, C.J., and DAVIS, K.R. 1987. Pressure chamber procedures for leaf water potential measurements of cotton. Irrig. Sci. 8: 215-222.
- SCHOLANDER, P.F., HAMMEL, H.T., BRADSTREET, E.D. and HEMMINGSEN, E.A. 1964. Hydrostatic pressure and osmotic potential of leaves of mangroves and some other plants. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 52: 119-125.
- SCHOLANDER, P.F., HAMMEL, H.T., BRADSTREET, E.D. and HEMMINGSEN, E.A. 1965. Sap pressure in vascular plants. Science 148: 339-346.
- WATTS, D.G., DEHLINGER, C.R., WOLFE, J.W. and SHEARER, M.N. 1968. Consumptive use and net irrigation requirements for Oregon. Circular of Information 628, Agricultural Experimental Station, Oregon State University, Corvallis, OR.
- WEATHERLEY, P.E. 1976. Introduction: water movement through plants. Phil. Trans. R. Soc. Lon. B. 273: 435-444.