

## Programación del riego en uva de mesa cv. *Crimson Seedless* a partir de indicadores de planta

M. Conesa, A. Pérez-Pastor, R. Domingo

Universidad Politécnica de Cartagena. Departamento de Producción Vegetal. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203. Cartagena (Murcia). España charo.conesa@upct.es

### RESUMEN

En una explotación comercial de uva de mesa tardía (*Crimson Seedless* x *Paulsen 1103*), se evaluaron, durante dos años consecutivos, líneas de referencia obtenidas a través de la relación entre la máxima contracción diaria del tronco (MCD) y distintas variables climáticas, a partir de la medida de la fluctuación del diámetro del tronco (FDT) en vides bien regadas, para ser utilizadas en la programación del riego a través de la intensidad de señal (IS) de la MCD, relación entre la MCD actual y la de referencia. Después del primer año, se comprobó que los mejores ajustes tenían lugar en pre-enero, antes del cambio de color de las bayas. La temperatura media diaria ( $T_{med}$ ) fue la variable climática que mejor explicó las variaciones de MCD ( $r^2=0,66$ ). El mantenimiento de  $IS = 1$  y del potencial hídrico de tallo a mediodía ( $\Psi_t$ ) de  $-0,65$  MPa resultaron ser indicadores idóneos de programación durante pre y post-enero, respectivamente para vides bien regadas. Además, la programación  $IS=1$  durante pre-enero de 2013 repercutió positivamente en el estado hídrico de la vid evaluado durante post-enero, incrementado en el doble el coeficiente de determinación observado en la relación MCD versus  $T_{med}$  del año anterior.

**Palabras clave:** *Vitis Vinifera* L., líneas de referencia, potencial hídrico de tallo al mediodía, máxima contracción diaria, intensidad de señal.

### 1. Introducción

La máxima contracción diaria del tronco (MCD) es un parámetro sensible al déficit hídrico y además fácilmente automatizable [14]. Es un parámetro procedente de la fluctuación diaria del diámetro del tronco (FDT), e integra, en gran medida, las condiciones hídricas del entorno clima-suelo. En cambio, esta ventaja dificulta su uso en una hipotética programación del riego a partir de sus valores absolutos, dada su elevada dependencia de la climatología. Por ello, [6] propusieron normalizar los valores actuales de MCD respecto a los de árboles bien regados, a partir de la denominada intensidad de señal ( $IS$ ,  $MCD_{actual}/MCD_{referencia}$ ), obteniéndose  $MCD_{referencia}$  a través de la relación MCD de árboles bien regados y climatología. De esta forma, el riego se controlaría a partir de  $IS$ , con  $MCD_{referencia}$  procedente de años anteriores, no siendo necesario disponer de árboles bien regados, en una finca comercial en el que el riego se programe de forma sostenible [4,13].

El principal objetivo del trabajo fue evaluar la programación del riego en uva de mesa cv.

Crimson, a través de  $IS$  de la MCD, a partir de líneas de referencia, controlándose el estado hídrico de la planta con el potencial hídrico de tallo a mediodía ( $\Psi_t$ ).

### 2. Materiales y Métodos

#### 2.1 Condiciones experimentales

El ensayo se realizó durante dos años consecutivos (2012 y 2013) en una explotación frutícola (38º 15' N; 1º 33' W) de uva de mesa cv. Crimson sobre Paulsen 1103 situada en el término municipal de Cieza (Murcia). Las vides de 11 años de edad y situadas a un marco de plantación de 4 x 4 m y en riego localizado (4 emisores por vid de 4 L h<sup>-1</sup>) se regaron al 110% de la evapotranspiración máxima del cultivo (ETc) al objeto de evitar condiciones limitantes de agua en el suelo. ETc fue estimada a partir de los coeficientes de cultivo de [15] y de la evapotranspiración diaria de referencia (ET<sub>0</sub>) [1]. El agua de riego procedente del trasvase Tajo-Segura presentó una conductividad eléctrica (CE<sub>25°C</sub>) cercana a 1,3 dS m<sup>-1</sup>. El sistema de

recogida de datos utilizado fueron dataloggers inalámbricos (WSN, wireless). Las variables climáticas utilizadas;  $ET_0$ , temperatura (T) y humedad relativa (HR), se obtuvieron de una estación climática próxima a la parcela experimental (CI42-[www.siam.es](http://www.siam.es)). El déficit de presión de vapor (DPV) se calculó a partir de T y HR. El diseño experimental consistió en 3 repeticiones distribuidas al azar por tratamiento de riego. Las labores culturales fueron las típicas de la zona. Destaca el anillado y la colocación de la malla antigranizo realizadas en junio y finales de agosto, respectivamente.

### 2.2 Medidas realizadas

Las medidas realizadas fueron: i) fluctuación del diámetro de tronco (FDT) a partir de 6 vides con sensores *lineal variable diameter transducers* (LVDT) instalados por debajo del punto de injerto a 1 m del suelo, ii) potencial hídrico de tallo a mediodía ( $\Psi_t$ ) obtenido con cámara de presión y de acuerdo al protocolo descrito por Hsiao (1990); iii) contenido volumétrico de agua en el suelo ( $\Theta_v$ ) con sondas FDR y (iv) diámetro de bayas con calibre digital. A partir de FDT se obtuvieron los siguientes parámetros [5]: i) máximo y mínimo crecimiento diario del diámetro del tronco (MXTD y MNTD), ii) máxima contracción diaria (MCD), obtenido de la diferencia entre MXTD y MNTD y iii) tasa de crecimiento diaria (TCD), obtenido por la diferencia entre el valor de MXTD en dos días consecutivos.

### 2.3 Programación del riego

La programación del riego en pre-enero de 2013, se realizó en base a la línea de referencia de mejor ajuste lineal en 2012. Semanalmente se corrigió el volumen de agua aportado para que IS de MCD ( $IS_{MCD}$ ) se mantuviera en torno a 1:

- i)  $IS_{MCD} > 1$  (durante 4 días o más) → subir el riego un 10 %
- ii)  $IS_{MCD} < 1$  o igual a 1 (durante 4 días o más) → bajar el riego un 10 %

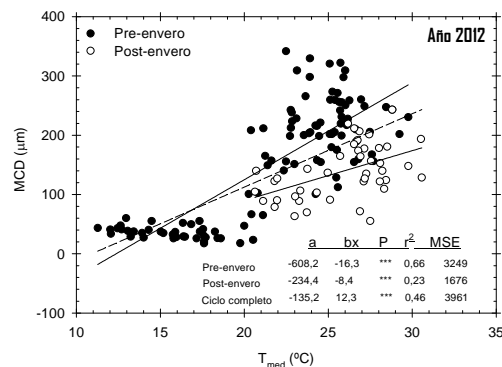
En ambos años, el periodo de estudio se dividió en dos periodos teniendo como base el envero o cambio de color de las bayas: pre-enero (de junio a agosto) y post-enero (de agosto a noviembre).

### 3. Resultados y Discusión

El clima se caracterizó por una  $ET_0$  de 1274 y 1253 mm y una pluviometría de 375 y 195 mm anuales, durante 2012 y 2013, respectivamente. En ambos años, el periodo de mayor demanda

hídrica coincidió con el final del pre-enero (meses de verano), alcanzando valores máximos de  $ET_0$ , DPV y T (8,1 mm d<sup>-1</sup>, 5,4 kPa y 42,3 °C).

El riego aplicado en 2012 (de junio a noviembre) fue de 237 y 418 mm en pre y post-enero, respectivamente. A lo largo del ciclo,  $\Theta_v$  mantuvo valores medios próximos a capacidad de campo (34%), promediando valores de  $\Psi_t$  de -0,68 y -0,65 MPa en pre y post-enero, respectivamente, indicativos de ausencia de estrés hídrico en el cultivo [2]. El crecimiento anual del tronco fue de  $2,42 \pm 1,24$  mm, registrándose la tasa de crecimiento (TCD) más elevada ( $\approx 110 \mu\text{m d}^{-1}$ ) en junio (pre-enero). Tras el anillado, TCD disminuyó sustancialmente ( $\approx 40 \mu\text{m d}^{-1}$ ) para volver a aumentar hasta finales de julio. Al inicio del envero (agosto), se observó una clara disminución de TCD a valores casi nulos, indicando un balance de carbono desfavorable para el tronco debido a la alta competencia por fotoasimilados entre órganos en desarrollo [3]. MCD reflejó una alta dependencia con la climatología en vides bien regadas, alcanzando valores máximos antes del envero ( $\approx 330 \mu\text{m}$ ). La temperatura media ( $T_m$ ) fue la variable que mejor correlacionó con MCD (Fig. 1), similar a lo observado en limonero por [11]. Sin embargo, en otros cultivos frutales como en olivo [10] ciruelo [8] y nectarino [4], la relación MCD *versus* DPV fue la que alcanzó coeficientes de correlación más altos. Este hecho puede estar relacionado con la influencia de la malla que protege al cultivo, al generarse un microclima que incrementa HR y en consecuencia, alterando los valores de DPV.

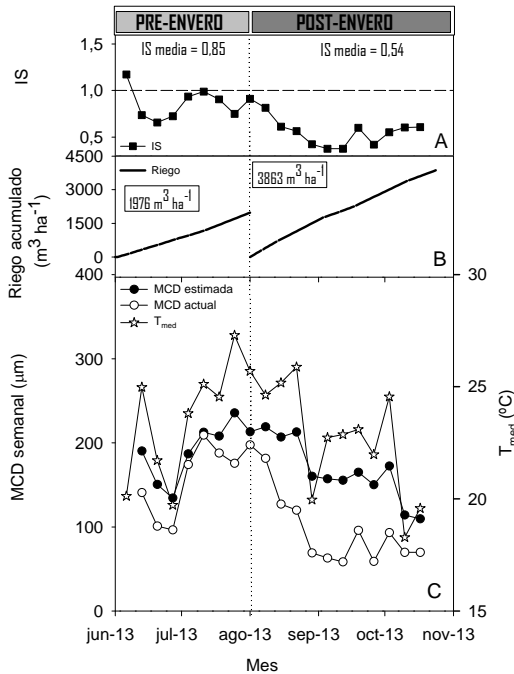


**Figura 1.** Relación lineal obtenida entre MCD *versus*  $T_{med}$  durante el año 2012 para los periodos de pre (●) y post-enero (○), respectivamente. Cada valor de MCD es la media de 6 sensores LVDT. La línea discontinua representa la relación obtenida media del ciclo completo

En post-enero fue también  $T_m$ , la que presentó el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) más alto

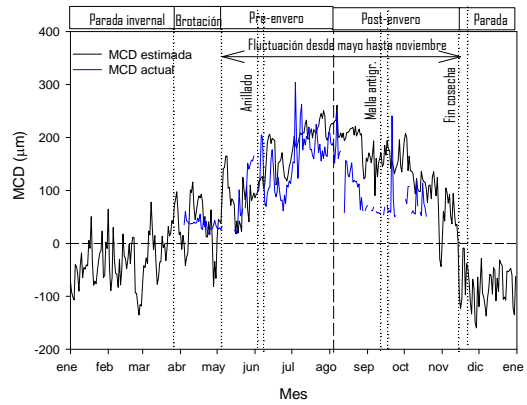
(0,23), aunque muy inferior al de pre-enero, indicando la escasa idoneidad de MCD para ser utilizado en la programación del riego en este periodo [9].

A partir de la línea de referencia obtenida en 2012, se programó el riego durante pre-enero de 2013, manteniendo  $IS_{MCD} \approx 1$ .  $IS$  promedió 0,84 durante este período, y TCD y MCD estuvieron en torno a  $150 \mu m d^{-1}$  y  $300 \mu m$ , respectivamente, valores muy similares a los obtenidos el año anterior (Fig. 2). Asimismo, se redujo un 17% el volumen de agua aplicado el año anterior, con una  $ET_0$  y precipitación similares ( $368 \text{ mm}$  y  $0,8 \text{ mm}$ , respectivamente). En post-enero, el indicador escogido fue  $\Psi_t$ , manteniéndose sus valores próximos a  $-0,65 \text{ MPa}$ ; de esta forma, el riego se redujo un 8% con respecto al registrado durante el año 2012.



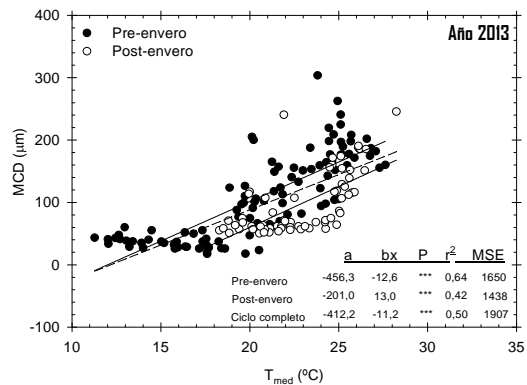
**Figura 2.** Evolución estacional semanal de: (A) la intensidad de señal (■); (B) del riego acumulado durante pre y post-enero (—); (C) y de la MCD estimada (●), MCD actual o observada (°) y la temperatura media (☆) obtenidas durante la programación del riego del año 2013. Cada valor de MCD actual es la media de 6 sensores LVDT.

$MCD_{actual}$  presentó una dinámica similar a la  $MCD_{referencia}$  estimada a partir de la ecuación obtenida en 2012, lo que evidenció la bondad del ajuste de programación  $IS_{MCD} = 1$ , junto a una fluctuación positiva de MCD desde abril hasta noviembre (Fig. 3). En mandarino, [13], consideraron como periodo de programación de riego en base a MCD de marzo a octubre, el cual cubría las fases I y II de crecimiento del tronco ( $\approx 80\%$  de las necesidades hídricas del cultivo).



**Figura 3.** Evolución estacional de la MCD estimada a partir de la línea de referencia propuesta (línea negra) y de la MCD actual o observada (línea azul) durante el año 2013. Cada valor de MCD actual es la media de 6 sensores LVDT. Las líneas verticales discontinuas delimitan los periodos fenológicos del cultivo.

Finalmente, el mantenimiento de  $IS$  en torno a 1 durante pre-enero de 2013, en base a la línea MCD y  $T_{med}$ , repercutió positivamente en las relaciones hídricas observadas en post-enero. De esta forma el estado hídrico de las vides, evaluado a partir  $\Psi_t$  se mantuvo constante en torno a  $-0,85 \text{ MPa}$ , y el coeficiente de determinación de la regresión MCD versus  $T_{med}$ , se incrementó en el doble ( $r^2=0,42$ ) al obtenido durante post-enero de 2012 (Fig. 4).



**Figura 4.-** Relación lineal obtenida entre MCD versus  $T_{med}$  durante el año 2013 para los periodos de pre (●) y post-enero (°), respectivamente. Cada valor de MCD es la media de 6 sensores LVDT. La línea discontinua representa la relación obtenida media del ciclo completo

#### 4. Conclusiones

La intensidad de señal de MCD igual a la unidad, junto al mantenimiento de  $\Psi_t$  en torno a  $-0,65 \text{ MPa}$  resultaron ser indicadores idóneos de

programación para vides bien regadas durante pre y post-verano, respectivamente. La programación del riego durante pre-verano en base a la línea de referencia MCD *versus*  $T_{med}$  supuso una reducción del 17% del riego aplicado respecto a la programación en base a ETC del año anterior.

## 5. Agradecimientos

El presente trabajo se realizó en una finca comercial perteneciente a la empresa Frutas Esther SA, al amparo del proyecto CYCIT (AGL-2010-19201-C04-04) financiado por el ministerio de Educación y Ciencia. María R. Conesa, disfrutó de una ayuda del programa de formación de profesorado universitario (FPU).

## 6. Referencias bibliográficas

- [1] Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. y Smith M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage, 56. FAO, Rome, Italy. 300pp.
- [2] Conesa MR., de la Rosa JM., Corbalán M., Domingo R. y Pérez-Pastor A. 2012. Evaluación del déficit hídrico en uva de mesa. Primeros Resultados. XXX Congreso Nacional de Riegos y Drenajes (AERYD).
- [3] Daudet F., Ameglio T., Cochard H., Archilla O. y Lacoine A. 2005. Experimental analysis of the role of water and carbon in tree stem diameter variations. J. Experim. Bot. 56:135–144
- [4] De la Rosa J.M., Conesa M.R., Domingo R., Torres R., Pérez-Pastor A., 2013. Feasibility of using trunk diameter fluctuation and stem water potential reference lines for irrigation scheduling of early nectarine trees. Agric Water Manag. 126: 133-141.
- [5] Goldhamer D.A. y Fereres E. 2001. Irrigation scheduling protocols using continuously recorded trunk diameter measurements. Irrig. Sci. 20:115–125
- [6] Goldhamer D.A. y Fereres E. 2004. Irrigation scheduling of almond trees with trunk diameter sensors. Irrig. Sci. 23:11–19
- [7] Hsiao, T.C., 1990. Measurements of plant water status. In: Steward, B.A., Nielsen, D.R. (Eds.), Irrigation of Agricultural Crops. Agronomy Monograph No 30. American Society of Agronomy, Madison, Wis. p. 243–279.
- [8] Intrigliolo D.S., Castel J.R., 2006. Usefulness of diurnal trunk shrinkage as a water stress indicator in plum trees. Tree Physiol. 26: 303–311.
- [9] Intrigliolo D.S. y Castel J.R., 2007. Evaluation of grapevine water status from trunk diameter variations. Irrig. Sci. 26: 49–59.
- [10] Moreno, F., Conejero, W., Martín-Palomo, M.J., Girón, I.F., Torrecillas, A., 2006. Maximum daily trunk shrinkage reference values for irrigation scheduling in olive trees. Agric Water Manag. 84: 290–294.
- [11] Ortuño M.F., García-Orellana Y., Conejero W., Ruiz-Sánchez M.C., Mounzer O., Alarcón J.J. y Torrecillas A. 2006. Relationships between climatic variables and sap flow, stem water potential and maximum daily trunk shrinkage in lemon trees. Plant Soil, 279: 229–242.
- [12] Ortuño M.F., Conejero W., Moreno F., Moriana A., Intrigliolo D.S., Biel C., Mellisho C.D., Pérez-Pastor A., Domingo R., Ruiz-Sánchez M.C., Casadesus J., Bonany J., Torrecillas A. 2010. Could trunk diameter sensors be used in woody crops for irrigation scheduling? A review of current knowledge and future perspectives. Agric Water Manag. 97: 1–11.
- [13] Pagan E., Perez-Pastor A., Domingo R., Conesa M.R. y Caro, M., 2012. Suitability of trunk diameter reference lines for irrigation scheduling with saline water in late mandarin trees with different crop load. Agric Water Manag. 111: 11–19.
- [14] Puerto P., Domingo R., Torres R., Pérez-Pastor A. y García-Riquelme M. 2013. Remote management of deficit irrigation in almond trees based on maximum daily trunk shrinkage. Water relations and yield. Agric Water Manag. 126, 33-45.
- [15] Williams L.E., Phene C.J., Grimes D.W. y Trout T.J. Water use of young *Thomson Seedless* grapevines in California. 2003. Irrig. Sci. 22: 1–9.