

# RESPUESTA DEL CEREZO AL RIEGO DEFICITARIO. RESULTADOS PRELIMINARES

Blanco Montoya, V<sup>1</sup>., Domingo Miguel, R<sup>1</sup>. Ártés Hernández F<sup>2</sup>., Pérez Pastor, A<sup>1</sup>., Soto Vallés, F<sup>3</sup>., Torres Sánchez, R<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Dpto. de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena. [victor.blanco@upct.es](mailto:victor.blanco@upct.es); [rafael.domingo@upct.es](mailto:rafael.domingo@upct.es)

<sup>2</sup>Dpto. Ingeniería de los Alimentos y del Equipamiento Agrícola. Universidad Politécnica de Cartagena (ETSIA-UPCT)

<sup>3</sup>Departamento Tecnología Electrónica, Universidad Politécnica de Cartagena, Campus Muralla del Mar, Doctor Fleming, s/n, 30202, Cartagena.

## Resumen

En regiones áridas y semiáridas donde el principal factor limitante de la producción es el agua, la utilización de estrategias de riego deficitario unido al uso de las nuevas tecnologías puede contribuir a la mejora de la eficiencia de uso y sostenibilidad de la agricultura de regadío.

En general, la práctica del riego deficitario (RD), y en particular la del riego deficitario controlado (RDC) ha supuesto una mejora de la productividad del agua en cultivos frutales. Ahora bien, su correcto manejo precisa del conocimiento del estado hídrico del árbol o/y del suelo en todo momento. La utilización de sensores en suelo, planta y atmósfera facilita este conocimiento de forma continua y en tiempo real. En el presente trabajo y durante el primer año de ensayo el tratamiento de riego deficitario permitió un ahorro de agua del 23% en el cultivo del cerezo, unos 1615 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, sin mermas de producción (16,13 t ha<sup>-1</sup>) ni de calidad del fruto. Estos buenos resultados deberán ser validados en las próximas campañas antes de recomendar la utilización de la estrategia de riego a los productores de cereza de la zona de estudio.

## Introducción

La situación permanente de escasez de agua para la agricultura de zonas semiáridas ha propiciado el empleo de tecnologías de riego altamente eficientes, como es el caso del regadío de la Región de Murcia. Sin embargo, la mayor eficiencia alcanzada en el transporte, distribución y aplicación del agua sigue siendo insuficiente para poder satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos con los recursos actuales (Domingo et al. 2005, Erena et al., 2013). Además, es muy probable que el actual desfase entre oferta (recursos) y demanda se acentúe en un futuro inmediato.

La agricultura de regadío es y ha sido con mucho el principal consumidor de agua a nivel mundial. Sin embargo, en los últimos tiempos se está produciendo una creciente demanda del recurso por el conjunto de usuarios del resto de los sectores de la sociedad. Y éstos empiezan a ver el acceso a parte de los recursos destinados a la agricultura de regadío como solución a sus problemas de escasez de agua. Por lo tanto, existe una necesidad apremiante de mejorar el manejo del agua de riego a fin de conservar el agua, suelo y energía, incrementar la producción de alimentos y fibra y poder contribuir a satisfacer las necesidades de otros usuarios (Fereres y Evans 2006).

Aunque la solución a situaciones estructurales de escasez agua es muy compleja y requiere de la acción conjunta de distintas vertientes de actuación, existe gran unanimidad en que es posible mejorar la eficiencia de uso del agua. Una de las vías más prometedoras para mejorar la productividad del agua en determinadas especies vegetales es el empleo de estrategias de 'riego deficitario controlado' (RDC). Así, distintos estudios realizados en frutales y vid

demuestran que algunas especies son capaces de tolerar déficits hídricos en determinados períodos del ciclo de cultivo sin mermas de producción ni de calidad, como es el caso del limonero (Domingo et al. 1994), almendro (Egea et al., 2012; Puerto et al. 2015), uva de mesa (Conesa et al. 2015), nectarina (De la Rosa et al., 2016), etc.

Al objeto de poder reproducir las condiciones de disponibilidad de humedad en el suelo y cultivo que han dado lugar a resultados exitosos bajo RDC es necesaria la utilización de las nuevas tecnológicas al permitir el conocimiento del potencial de agua en el suelo, planta y atmósfera en continuo y en tiempo real.

Este trabajo se realizó en cerezo [*Prunus avium* (L.)], un cultivo prometedor por sus elevados precios de mercado, por ser una alternativa interesante a otros cultivos, ya que permite simultanear su manejo con el de otros frutales de la explotación. Por todo ello, nuestro objetivo fue caracterizar y evaluar la influencia de la estrategia de riego sobre las relaciones hídricas, producción y calidad de la cereza. En esta contribución presentamos los resultados del primer año de ensayo, 2015.

## **Materiales y Métodos**

El ensayo se realizó durante 2015 en una parcela de 0,5 ha perteneciente a la finca comercial "Finca Toli" en Jumilla, Murcia (38° 8' N; 1° 22' W y 680 m de altitud). El suelo es de textura franco-arenosa y medianamente pedregoso, lo que le confiere unas propiedades de retención de agua medias. La plantación, constituida por cerezos "Prime Giant" sobre SL 64 como variedad base y "Brooks" y "Early Lory" como polinizadores, de 15 años de edad y dispuesta a marco de plantación de 5 m x 3 m, está formada en vaso bajo con un área sombreada de aproximadamente el 55% y diámetro de tronco de 16,3 cm. El diseño del sistema de riego por goteo fue de un único lateral por hilera de árboles con 3 goteros de 4 L h<sup>-1</sup> por árbol. El agua de riego, de pozo, es de buena calidad y presentó una conductividad eléctrica de 0,8 dS m<sup>-1</sup> y un contenido en sodio y cloruros de 79,1 y 120,5 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. La evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>) acumulada en el periodo 80-300 DDA (día del año) fue 987,7 mm y la ET<sub>0</sub> media diaria, muy similar en precosecha y poscosecha fue de 4,7 y 4,5 mm, respectivamente. La precipitación total fue de 141,4 mm y la temperatura media diaria presentó un valor máximo de 29°C (DDA 187, 188 y 207), siendo su valor promedio de 19,8°C. El déficit de presión de vapor (DPV) medio diario osciló entre 0,14 y 3,09 kPa, DDA 298 y 187, respectivamente (Figura 1).

El ensayo constó de 3 tratamientos de riego según un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y 7 árboles por repetición. Se instalaron 2 dendrómetros por repetición, en rama principal, cada uno de ellos en un árbol (LVDT sensors, model DF ±2.5 mm, precisión ±10 μm, Solartron Metrology, Bognor Regis, UK); 2 sensores capacitivos de compensación térmica para la medida del potencial matricial del agua en el suelo, Ψ<sub>m</sub>, (MPS-6, Decagon devices, Inc., Pullman, WA 99163 - USA) a 1,5 m del tronco y a 25 y 50 cm de profundidad en un árbol por repetición. Así mismo, se instaló en el mismo árbol un tubo de acceso con 3 sensores FDR para la medida del contenido volumétrico de agua en el suelo, θ<sub>v</sub>, (Enviroscan, Sentek Pty. Ltd., Adelaide, Australia) a 20, 40 y 70 cm de profundidad. Además, se controló el estado hídrico de la planta, a partir de medidas de potencial hídrico de tallo a mediodía (Ψ<sub>t</sub>) con cámara de presión Scholander (Scholander 1965), según la metodología propuesta por McCutchan y Shackel (1992) en 6 árboles por tratamiento.

Se aplicaron 3 tratamientos de riego: i) control, CTL, regado para satisfacer las necesidades hídricas máximas del cultivo en goteo (110% ET<sub>cg</sub>) durante toda la campaña, ii) agricultor, AGR, programado de acuerdo con su propia experiencia y iii) riego deficitario sostenido, RD<sub>85</sub>, programado al 85% de la ET<sub>cg</sub> durante toda la estación de riegos, a excepción de los días de

cosecha en los que se regó como el tratamiento control. Las necesidades hídricas netas del cultivo ( $ET_{cg}$ ) se calcularon a partir de la fórmula propuesta por FAO:

$$ET_{cg} = ET_0 \times K_c \times K_r$$

donde,  $ET_0$  es la evapotranspiración de referencia,  $K_c$  el coeficiente de cultivo (Marsal et al. 2010) y  $K_r$  un coeficiente corrector por localización dependiente de la superficie del suelo cubierta por las copas de los árboles (Feres y Castel 1981).

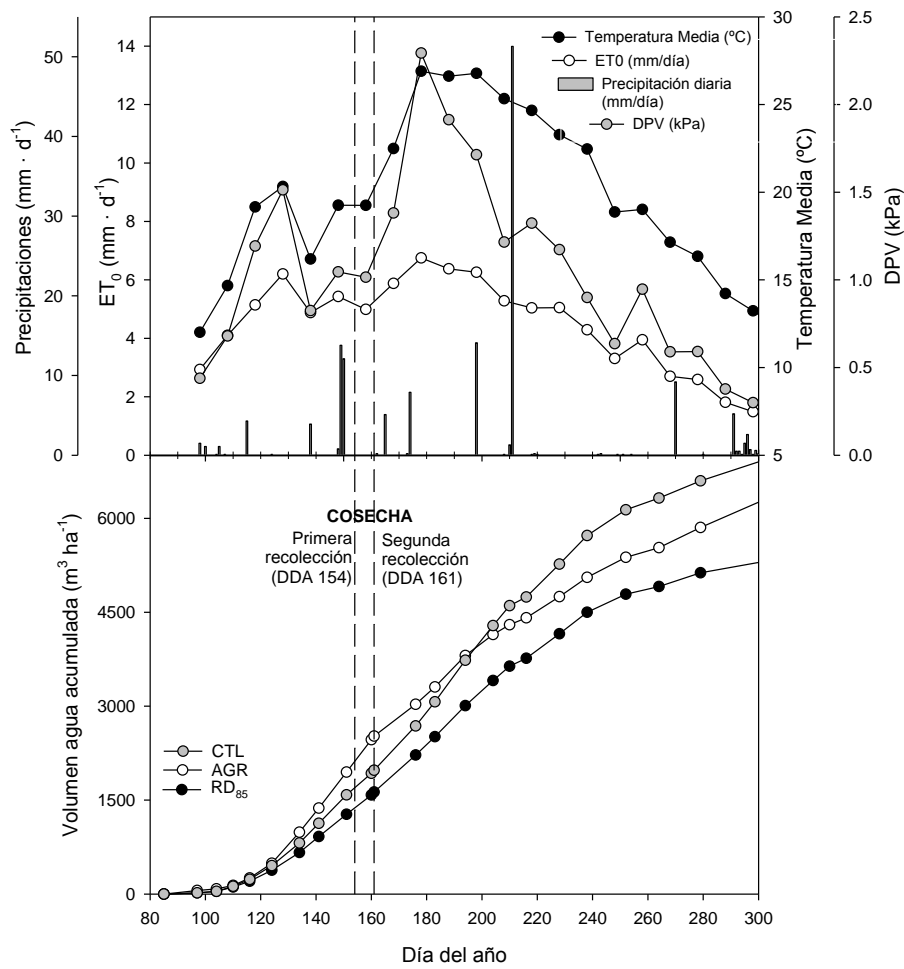
En la madurez comercial de la fruta, se recogieron y pesaron los frutos provenientes de los 5 árboles centrales de cada repetición. Para ello, se realizaron dos recolecciones en los días del año, DDA, 154 y 161. Así mismo, se contaron los frutos existentes en muestras de 5 kg al objeto de conocer el peso unitario de la cereza. La calidad fisicoquímica de las cerezas se determinó en la primera recolección (03/06/2015) a partir de las dimensiones del fruto, color, firmeza, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) e índice de madurez (IM). Los caracteres geométricos se midieron con un calibre digital, el color se determinó con un colorímetro Minolta CR 300 (Ramsey, NJ, EEUU), la firmeza con un analizador de textura LFRA 1500 (Middleboro, Brookfield, MA, EEUU) con una sonda de 2 mm de diámetro para rotura y una de 25,42 mm para compresión, los sólidos solubles totales con un refractómetro (Atago N1, Tokio (Japón)) y la acidez titulable por valoración ácido-base.

El análisis de datos se realizó mediante ANOVA y regresiones lineales.

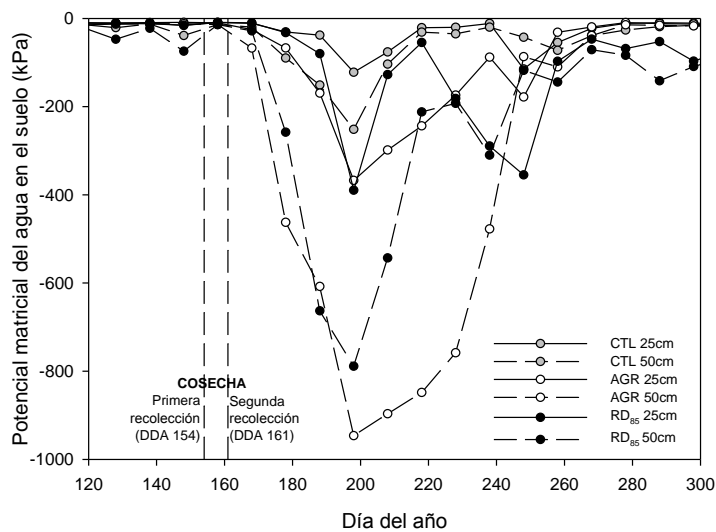
## Resultados y Discusión

La figura 1 recoge por un lado la evolución estacional de las variables meteorológicas reinantes durante el ensayo, expresadas como valores medios de periodos de 10 días; y por otro lado, los volúmenes de riego aplicados en 2015. El volumen de riego aplicado al tratamiento CTL fue  $6.916 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , mientras que los de  $RD_{85}$  y AGR fueron  $5.304$  y  $6.278 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , respectivamente. La figura 1 muestra igualmente la diferente conducta seguida en la aplicación del riego en los tratamientos CTL y AGR. Así en precosecha, periodo en el que tiene lugar el crecimiento del fruto, el tratamiento AGR recibió aproximadamente un 30% más de agua que CTL, mientras que en poscosecha recibe un 24% menos que CTL. Además, de los volúmenes de agua aplicados con el riego, las lluvias aportaron 141,4 mm de los cuales 39,1 mm ocurrieron durante precosecha y 102,3 mm durante poscosecha, destacando el DDA 212 con 51,3 mm.

El potencial matricial ( $\Psi_m$ ) reflejó el régimen hídrico seguido en los diferentes tratamientos (Figura 2). Así, CTL presentó valores medios precosecha de -12 y -22 kPa y poscosecha de -33 y -53 kPa para 25 y 50 cm de profundidad, respectivamente. Las diferencias  $\Psi_m$  entre CTL y  $RD_{85}$  fueron 0,3 y 16 kPa a 25 y 50 cm en precosecha lo que sugiere un déficit hídrico muy ligero en la capa de 50 cm, y la inexistencia de déficit en la de 25 cm. Sin embargo, las diferencias entre ambos tratamientos fueron evidentes en poscosecha (77,7 kPa y 155,0 kPa a 25 y 50 cm, respectivamente). AGR mantuvo valores ligeramente superiores a CTL en precosecha y claramente inferiores en poscosecha. Las diferencias  $\Psi_m$  poscosecha respecto a CTL fueron 62,0 y 240,0 kPa para cada profundidad. Las diferencias de  $\Psi_m$  alcanzadas en poscosecha tanto para AGR como  $RD_{85}$  pueden ser inductoras de déficit hídrico en planta, máxime si se tiene en cuenta el bajo porcentaje de suelo humectado en riego por goteo (Domingo et al., 1994). El que se alcanzasen en todos los tratamientos valores  $\Psi_m$  similares durante el tiempo transcurrido entre ambas recolecciones se debió al hecho de haber igualado los aportes hídricos de  $RD_{85}$  a los del tratamiento CTL con fines de no limitar el tamaño final del fruto de la segunda recolección. El gradual ascenso de  $\Psi_m$  a partir del día 212 se debió al cambio en las condiciones climatológicas, lo que permitió a final de campaña que los tres tratamientos tuviesen valores relativamente similares.

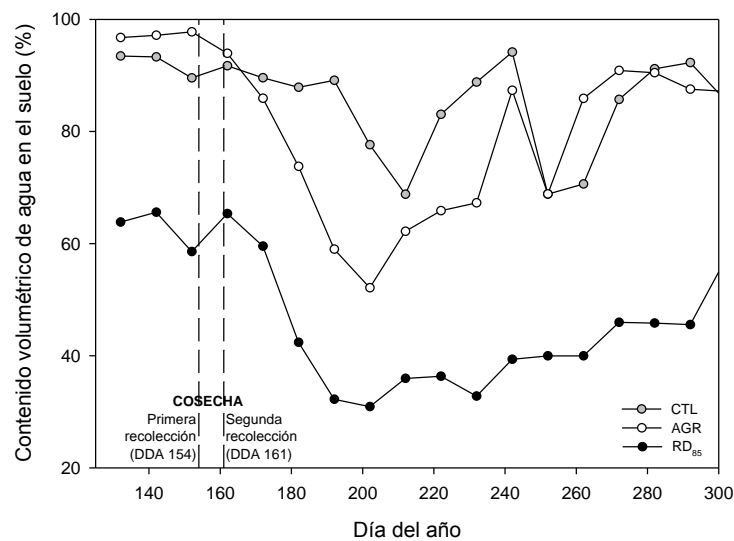


**Figura 1.** Evolución de las variables meteorológicas y del volumen de agua de riego aplicado a cada tratamiento durante 2015. Para las variables  $ET_0$ ,  $T_m$ , DPV cada punto representa el valor medio de periodos de 10 días.



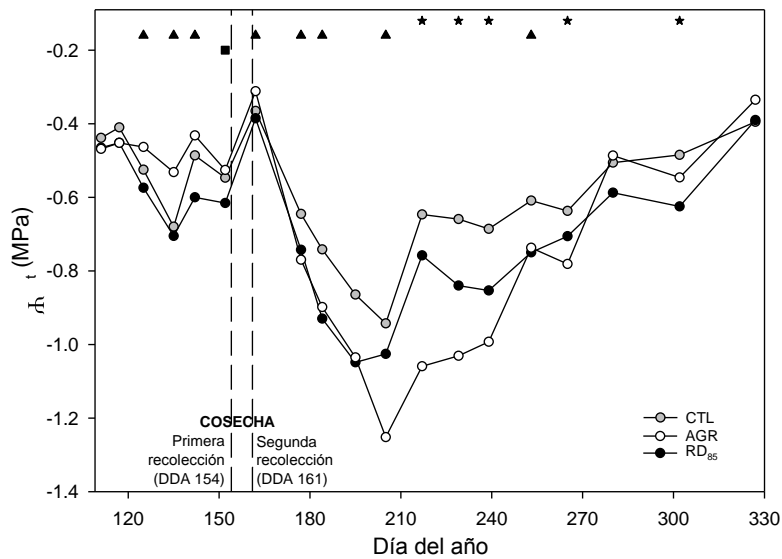
**Figura 2.** Evolución del potencial matricial del agua en el suelo a 25 y 50 cm de profundidad para los tres tratamientos de riego. Cada punto representa el valor medio de periodos de 10 días.

La figura 3, representa la evolución estacional del contenido volumétrico de agua en el suelo ( $\theta_v$ ) respecto a capacidad de campo ( $\theta_{vcc}$ ) y a 20 cm de profundidad para los tres tratamientos de riego. Durante precosecha CTL y AGR se mantuvieron en niveles altos de humedad, al 93 y 97% de  $\theta_{vcc}$ , respectivamente. Estos valores son indicativos de condiciones de humedad no limitantes de agua en el suelo. Contrariamente, la aplicación del 85% de la  $ET_{cg}$  en  $RD_{85}$  no le permitió mantener condiciones de humedad similares a CTL y AGR quedándose en valores del 63% de  $\theta_{vcc}$ , los que a su vez indican condiciones capaces de inducir déficit hídrico en planta. En poscosecha todos los tratamientos disminuyeron los porcentajes de humedad del suelo. El orden de mayor a menor humedad fue CTL (84%) > AGR (79%) >  $RD_{85}$  (49%). Estos valores indican condiciones de humedad en el límite de la adecuación para CTL, ligeramente bajas para AGR y muy bajas para  $RD_{85}$ . Este comportamiento fue igualmente observado a 40 y 70 cm de profundidad e inclusive más acentuado tanto en AGR como en  $RD_{85}$  (Datos no mostrados).



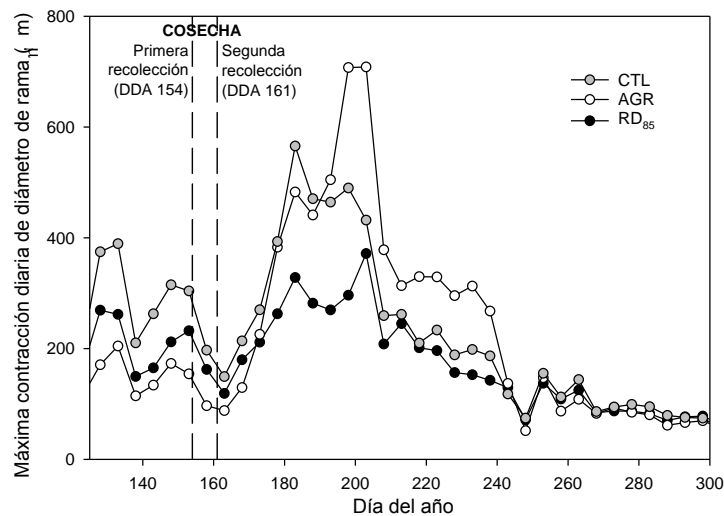
**Figura 3.** Evolución del el contenido volumétrico de agua en el suelo ( $\theta_v$ ) a 20 cm de profundidad y para los tres tratamientos de riego. Cada punto representa el valor medio de periodos de 10 días.

A nivel de planta, el potencial de tallo a mediodía ( $\Psi_t$ ) presentó valores medios precosecha de -0,51 (CTL), -0,48 (AGR) y -0,57 MPa ( $RD_{85}$ ), con diferencias significativas en 4 de los 6 días de medida, principalmente entre los tratamientos más regados (AGR y CTL) y el de menor riego ( $RD_{85}$ ). En poscosecha, los valores medios de  $\Psi_t$  fueron -0,63 (CTL), -0,79 (AGR) y -0,74 MPa ( $RD_{85}$ ) como se puede observar en la figura 4.  $\Psi_t$  presentó los valores mínimos de -0,94, -1,0 y -1,2 MPa para CTL, AGR y  $RD_{85}$  respectivamente (DDA 205). Ningún tratamiento sobrepasó el umbral de -1,5 MPa aplicado por Marsal et al. (2010) en la variedad de cereza "Summit" para proceder a la recarga hídrica del perfil del suelo antes de volver aplicar nuevamente los riegos deficitarios. Al igual que  $\Psi_m$ ,  $\Psi_t$  fue sensible al régimen de riego como lo demuestran las diferencias significativas encontradas en la mayor parte de los días de medida (Figura 4). De ahí el interés de  $\Psi_t$  como indicador del estado hídrico de la planta y por tanto del estrés hídrico en cerezo, esta utilidad ya ha sido indicada por numerosos investigadores, entre ellos Naor (2000), McCutchan y Shackel (1992), Nortes et al. (2005).



**Figura 4.** Evolución del potencial de tallo a mediodía durante el período pre y poscosecha. Cada punto representa el valor medio de seis medidas. Las diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo al test de Duncan ( $P > 0,05$ ) aparecen indicadas como: ■ diferencias entre 2 tratamientos, ▲ diferencias de un tratamiento con los otros dos y ★ diferencias entre los 3 tratamientos.

A partir de las fluctuaciones diarias de diámetro de rama, obtenidas a partir de 8 dendrómetros se determinó la máxima contracción diaria de diámetro de rama (MCD). Ésta fue muy dependiente de las condiciones de clima y humedad del suelo. Tanto durante el periodo precosecha como poscosecha se dieron diferencias significativas entre tratamientos lo que indica la sensibilidad de este parámetro al régimen de riego (Figura 5). Tras la cosecha, existe un periodo sin diferencias entre tratamientos. Es con el aumento de la demanda evaporativa de la atmósfera y el agotamiento paulatino del agua en el suelo en los tratamientos deficitarios cuando éstas diferencias empiezan a ser significativas, DDA 183-238. A partir de 238 DDA se produce un aumento del estado energético del agua en la planta (Figura 4) y las diferencias de MCD entre tratamientos desaparecen (Figura 5), teniendo un comportamiento idéntico los tres tratamientos.



**Figura 5.** Evolución de la máxima contracción diaria de diámetro de rama principal. Los datos representados son las medias de 5 días.

En la tabla 1 se recoge la producción comercial de cereza en cada una de las dos recolecciones realizadas y la total, así como los principales parámetros de calidad evaluados en las cerezas de la primera recolección en el momento de la cosechada. La producción comercial total fue 15,58; 16,13 y 14,84 t ha<sup>-1</sup> para CTL, RD<sub>85</sub> y AGR respectivamente, sin diferencias significativas entre tratamientos. Estas producciones son consideradas como medias-altas, máxime teniendo en cuenta los daños acaecidos por granizo el 19 de mayo de 2015, los que fueron cifrados a nivel de parcela entre 1.5 y 2,0 t ha<sup>-1</sup> de pérdidas. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos AGR y RD<sub>85</sub> en el tono (°hue) y la acidez titulable (AT). Éstas pudieron deberse a una mayor concentración de antocianinas y de ácido málico en RD<sub>85</sub>. Esta mayor concentración de ácido málico en RD<sub>85</sub> no influyó sobre el índice de madurez (IM), debido a una posible compensación con el ligero aumento de los sólidos solubles titulables (Tabla 1). En firmeza no se observaron diferencias entre tratamientos tanto a nivel de compresión como de rotura, aunque sí se dio una relación directa entre la firmeza, especialmente a compresión, y el agua aplicada a cada tratamiento en precosecha. En cuanto al calibre del fruto, diámetro ecuatorial o volumen, principal parámetro de calidad de la cereza, no hubo diferencias significativas entre tratamientos y tampoco lo hubo a nivel de peso unitario, éste último determinado en campo en muestras de gran representatividad. Sin embargo, se observó una tendencia a mayores pesos unitarios, volumen y diámetro ecuatorial del fruto en los tratamientos más regados, especialmente en precosecha. Este hecho podría deberse al patrón de crecimiento de las variedades tempranas, en las que apenas se aprecie la fase II de desarrollo del fruto; y por tanto, su crecimiento es prácticamente lineal a diferencia del sigmoidal de las tardías. Ello hace que la satisfacción plenamente de sus necesidades hídricas sea muy conveniente en precosecha a fin de no penalizar el tamaño final del fruto (Marsal et al. 2010).

**Tabla 1.** Producción y parámetros de calidad medidos en la primera recolección.

		CTL	RD <sub>85</sub>	AGR	
Recolección I	(t·ha <sup>-1</sup> )	8,86	10,43	8,17	n.s.
Recolección II	(t·ha <sup>-1</sup> )	6,72	5,71	6,67	n.s.
Cosecha Total I+II	(t·ha <sup>-1</sup> )	15,58	16,13	14,84	n.s.
Peso unitario fruto	(g)	11,07	10,63	11,77	n.s.
Diám. Ecuatorial	(mm)	29,59	29,13	29,95	n.s.
Volumen fruto	(cm <sup>3</sup> )	10,54	10,03	10,85	n.s.
Croma		30,70	29,04	29,73	n.s.
Ángulo Hue		25,89ab	26,81a	25,49b	
Firmeza Compr.	(N·mm <sup>-1</sup> )	12,21	12,23	12,23	n.s.
Firmeza Rotura	(N·mm <sup>-1</sup> )	4,82	4,63	5,10	n.s.
SST	(°Brix)	18,51	18,70	18,46	n.s.
AT	(g·L <sup>-1</sup> )	9,34ab	9,83a	9,13b	
IM		19,88	19,07	20,24	n.s.

Los valores medios seguidos de letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos para ese parámetro de acuerdo al test de Duncan (P>0,05). n.s. al final de la fila indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

## Conclusiones

Los resultados mostrados, correspondientes al primer año de aplicación de diferentes estrategias de riego deficitario ligero, sugieren la posibilidad de alcanzar con estas estrategias producciones similares a las obtenidas bajo riego completo con mínima o nula penalización en la calidad de la cereza. Por ello, es necesario mantener los ensayos ya iniciados durante 2 o más años con el fin de recomendar o no este tipo estrategias de riego deficitario en zonas

productoras de cereza con escasos recursos hídricos y aguas de buena calidad, ya que pueden suponer ahorros de agua entre un 20-25% respecto a riego completo.

El hecho de que el potencial de tallo a mediodía se mantuviese en todo momento por encima de -1.25 MPa es un primer paso de cara a establecer valores consigna tendentes a un manejo del riego sostenible en la agricultura de regadío. Dado el lógico comportamiento encontrado entre los diferentes indicadores de estrés evaluados, es esperable poder encontrar relaciones entre potencial de tallo y algunos de los indicadores de estrés de registro continuo y en tiempo real. Esto permitiría establecer valores consigna y protocolos de riego en función del periodo fenológico del árbol de cara a la programación remota e incluso automática o del riego.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) a través del proyecto: 'Evaluación de la automatización del riego deficitario en frutales. Mejora de la gestión del agua para asegurar la productividad y sostenibilidad '. Referencia: AGL2013-49047-C2-1R.

### **Bibliografía**

- Conesa, M.R.; De la Rosa, J.M.; Artés-Hernández, F.; Dodd, I.C.; Domingo, R.; Pérez-Pastor A. 2014. Long-term impact of deficit irrigation on the physical quality of berries in 'Crimson Seedless' table grapes. *J. Sci. Food Agric.* 95 (12), 2510-2520.
- De la Rosa, J.M.; Domingo, R.; Gómez-Montiel, J.; Pérez-Pastor, A. (2015). Implementing deficit irrigation scheduling through plant water stress indicators in early nectarine trees. *Agricultural Water Management.* 152, 207–216.
- Domingo, R.; Ruiz-Sánchez, M.C.; Sánchez-Blanco, M.J.; Torrecillas, A. (1996). Water relations, growth and yield of Fino lemon trees under regulated deficit irrigation. *Irrigation Sci.* 16, 115-123.
- Domingo, R.; Nortes, P.A.; Egea, G.; Torres, R.; Pérez-Pastor, A. (2005). Utilización de sensores en planta para la programación del riego. *Vida rural.* 217, 42-46.
- Egea, G.; Nortes, P.A.; Domingo, R.; Baille, A.; Pérez-Pastor, A.; González-Real, M.M. (2013). Almond agronomic response to long-term deficit irrigation applied since orchard establishment. *Irrigation Sci.* 31, 445-454.
- Erena M., Pellicer C., Rincón L., Botía P., Correal E., Pérez J.G., Romero P., Gris-Martínez J., Aragón R., Domingo R., Pérez-Pastor, A., Alcón F., Torrecillas A., Ruiz-Sánchez M.C., Montesino S. (2013) Gestión integrada del agua en la Región de Murcia: el caso del Campo de Cartagena. IMIDA. Depósito Legal MU 332-2013.
- Fereres, E. y Evans, R.G. (2006). Irrigation of fruit tree and vine; an introduction. *Irrigation Sci.* 24, 55-57.
- Fereres, E y Castel, J.R. (1981). Drip irrigation management. Division of Agricultural Sciences, University of California. Publicación Leaflet 21259.
- Marsal, J.; López, G.; del Campo, J., Mata, M.; Arbones, A.; Girona J. (2010). Postharvest regulated deficit irrigation in 'Summit' sweet cherry: fruit yield and quality in the following season. *Irrigation Sci.* 28, 181-189.



- McCutchan, H. y Shackel, K.A. (1992). Stem Water Potential as a Sensitive Indicator of Water Stress in Prune Trees (*Prunus domestica* L. Cv. French.). *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117, 607-611.
- Naor, A. (2000). Midday stem water potential as a plant water stress indicator for irrigation scheduling in fruit trees. *Acta Hortic*. 537, 447-454.
- Nortes, P.A.; Pérez-Pastor, A.; Egea, G.; Conejero, W.; Domingo, R. (2005). Comparison of changes in stem diameter and water potential in young almond trees. *Agric. Water Manage*. 77, 296-307.
- Puerto, P.; Domingo, R.; Torres, R.; Pérez-Pastor, A.; García-Riquelme, M. (2013). Remote management of deficit irrigation in almond trees based on maximum daily trunk shrinkage. *Water relations and yield. Agric. Water*. 126, 33-45.
- Scholander, P.; Bradstreet, E.; Hemmingsen, E.; Hammel, H. (1965). "Sap Pressure in Vascular Plants: Negative hydrostatic pressure can be measured in plants". *Science* 148 (3668): 339-346.