

Deficit irrigation automation assessment in cherry tree. Improve of irrigation management to ensuring productivity and sustainability.

Evaluación de la automatización del riego deficitario en cerezo. Mejora de la gestión del agua para asegurar la productividad y sostenibilidad.

V. Blanco*, R. Domingo, A. Pérez Pastor

Dpto. de Producción Vegetal. ETSIA-UPCT, Paseo Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena. Spain.

Abstract

In arid and semiarid regions where water is the main limiting factor of production, the use of deficit irrigation strategies linked to the use of new technologies can contribute to improving the efficiency and sustainability of irrigated agriculture. The recently started research work is performed in sweet cherry, var. "Prime Giant", whose fruit development and commercial maturity are reached before the period of maximum evaporative demand. In order to assess the suitability of "Prime Giant" in semiarid climate to be managed under regulated deficit irrigation (RDI), water relations and agronomic response to RDI were studied.

Keywords: "Prime Giant"; regulated deficit irrigation; ICTs; water relations.

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. El trabajo de investigación recientemente iniciado se desarrolla en cerezo, variedad "Prime Giant", en ella tanto el desarrollo del fruto como su madurez comercial se alcanzan antes del periodo de máxima demanda evaporativa. Con el objetivo de valorar la idoneidad de "Prime Giant" para ser manejada en riego deficitario controlado (RDC) en clima semiárido iniciamos un estudio sobre las relaciones hídricas y respuesta agronómica del cerezo al RDC.

Palabras clave: relaciones hídricas; "Prime Giant"; riego deficitario controlado; TICs.

1. INTRODUCCIÓN

El desequilibrio actual entre una oferta de recursos hídricos decreciente y una demanda hídrica creciente desafía el poder mantener una agricultura de regadío competitiva en zonas áridas y semiáridas. La agricultura de regadío es el principal consumidor de agua a nivel mundial. Por ello, se necesita emprender acciones dirigidas al aumento de la productividad y al ahorro de agua. La mayor eficiencia alcanzada en el transporte, distribución y aplicación del agua a nivel de

* E-mail: victorblanco1990@hotmail.com

parcela sigue siendo insuficiente para poder satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos. La mejora de la eficiencia de uso del agua puede venir a partir de una programación del riego más científica y técnica. En este sentido, el empleo de estrategias RDC pueden contribuir al necesario ahorro de agua manteniendo e incluso mejorando la producción y calidad de las cosechas.

El RDC se basa en reducir los aportes hídricos en aquellos períodos fenológicos considerados no críticos para la producción y calidad de la cosecha y satisfacer completamente la demanda del cultivo durante los periodos fenológicos en los que una privación pudiera afectar a uno o ambos factores. 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 [1], almendro [2], nectarina [3], etc.

Para el trabajo de investigación se ha elegido el cerezo [*Prunus avium* (L.)] al considerarlo un cultivo prometedor por sus elevados precios de mercado, por ser una alternativa interesante a otros cultivos y además por permitir simultanear su manejo con el de otros frutales de la explotación.

En el cerezo, el desarrollo de fruto y semilla es de muy corta duración en comparación con el crecimiento vegetativo. El ciclo de desarrollo del fruto en cerezo se asemeja a una curva doble sigmoidea en la que se identifican tres etapas (I, II y III). La etapa I, fase de división celular, desde plena floración hasta el inicio del endurecimiento del hueso, la etapa II, de duración casi imperceptible, con el endurecimiento de hueso y desarrollo del embrión y la etapa III con la elongación celular del fruto, desde el fin del endurecimiento del hueso hasta su maduración total. El cerezo presenta una evolución de sus requerimientos hídricos a lo largo de la temporada de crecimiento. Parte de los cambios se explican por la variación que presenta la demanda evapotranspirativa de la atmósfera, pero otra parte se debe a cambios en el cultivo. Ambos factores determinan que a lo largo del ciclo productivo las necesidades hídricas del cultivo aumenten constantemente durante la primera fase de desarrollo del cultivo, jugando un papel importante el componente de crecimiento y desarrollo vegetativo. Periodos críticos en los que el agua no puede faltar son el de división celular y el de crecimiento rápido del fruto, I y III.

Los requerimientos hídricos del cultivo para un momento dado se calcularán a partir de la fórmula propuesta por la FAO [4]:

$$ET_c = ET_0 \times K_c \times K_r$$

donde, ET_0 es la evapotranspiración de referencia, K_c el coeficiente de cultivo[5] y K_r un coeficiente corrector por localización dependiente de la superficie de suelo cubierta por las copas de los árboles [6].

La reducción del suministro hídrico en poscosecha, periodo que incluye la etapa de diferenciación floral, no afecta a la producción de la siguiente cosecha; sin embargo, puede originar un alto porcentaje de frutos dobles [7]. Así, el uso incontrolado del RD en poscosecha, generalmente por estrés severo, puede producir efectos indeseados sobre la producción y calidad del año siguiente (menor cuajado y producción, y en ciertos casos reducciones de firmeza o deformaciones del fruto). Sin embargo, el riego deficitario controlado que no supera el umbral de -1,5 MPa de potencial de tallo al mediodía en poscosecha puede permitir ahorros de agua muy importantes sin afectar o afectando mínimamente a la producción y calidad de la cereza [8].

Por ello, la parte experimental del trabajo de tesis consistirá en la caracterización y evaluación de la influencia de la estrategia de riego sobre las relaciones hídricas, producción y calidad de la cereza.

El objetivo global es mejorar la gestión del riego del cerezo en un escenario de limitada disponibilidad de agua, a través de la caracterización y evaluación de la influencia de distintos

regímenes de riego sobre las relaciones hídricas, producción y calidad de la cereza. La finalidad práctica del estudio es establecer las bases y criterios que permitan una programación automatizada del riego basada en medidas en suelo y planta.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

El ensayo se realizará 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 será de un único lateral por hilera de árboles con 3 goteros de 4 L h⁻¹ por árbol. El agua es de buena calidad, conductividad eléctrica de 0,8 dS m⁻¹ y contenido en sodio y cloruros de 79,1 y 120,5 mg L⁻¹, respectivamente.

Consta de 5 tratamientos de riego según un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y 7 árboles por repetición. Dos de las repeticiones estarán equipadas con una instrumentación con plataforma cableada utilizando un datalogger y dos multiplexores con un total de 10 puntos de medida y otras dos repeticiones utilizando una red de sensores inalámbrica (WSN) con un nodo de comunicación por punto de medida, utilizando protocolo ZigBee y con una configuración topológica en estrella. El acceso a los datos se realizará a través de un radio-enlace WIFI con un proveedor local de internet. En cada punto de medida se registrarán las variables: i) Estado energético del suelo: Sensores de potencial matricial MPS6 a 25 y 50 cm., ii) Contenido volumétrico de agua en el suelo: Sensores de humedad Enviroscan a 20, 40 y 70 cm., iii) Máxima contracción diaria: Dendrómetros, LVDT, radial, y D5 UMS, perimetral.

Además, se controlará el estado hídrico de la planta, a partir de medidas de potencial hídrico de tallo a mediodía (Ψ_t) y de fruto (Ψ_f) con cámara de presión Scholander [9]. De igual manera, se determinará el intercambio gaseoso en hoja con CIRAS-II (PP Systems, Hitchin, UK; LCA4 ADC-Biosciences, Hoddesdon, UK), obteniendo la evaporación, la conductancia estomática y la fotosíntesis neta del cultivo, ambas mediciones en 6 árboles por tratamiento.

Los tratamientos de riego que se impondrán son: i) control, CTL, satisface las necesidades hídricas máximas del cultivo (110% ET_{cg}) durante toda la campaña, ii) agricultor, AGR, con su experiencia, iii) riego deficitario sostenido, RD₈₅, programado al 85% de la ET_{cg} durante toda la estación de riegos, iv) riego deficitario controlado, RDC₉₀₋₆₅, programado al 90% de la ET_{cg} durante precosecha y al 65% en poscosecha, v) riego deficitario controlado, RDC₁₀₀₋₅₅, programado al 100% de la ET_{cg} durante precosecha y al 55% en poscosecha. Durante los días de cosecha, para no penalizar el tamaño de los frutos, los tratamientos deficitarios se regarán como el control.

3. RESULTADOS ESPERABLES

A partir del estudio de la respuesta agronómica del cultivo a los diferentes tratamientos de riego estaremos en condiciones de poder recomendar la estrategia de riego más adecuada bajo las condiciones de estudio. Este trabajo de tesis pretende, igualmente, poder establecer relaciones entre los indicadores del estado hídrico de la planta y las variables climáticas fácilmente disponibles que nos permitan establecer líneas de referencia para la programación del riego a partir de medidas continuas y en tiempo real. Es también esperable, que la tesis aporte información útil sobre el papel jugado por las plataformas de control y supervisión en la

programación científica y técnica del RDC en cerezo, es decir, su posible contribución al RDC de precisión en cerezo. Todo ello, nos permitirá disponer de un conocimiento más preciso del funcionamiento hídrico del cerezo y por lo tanto de la manera en la que deba ser manejado el riego para una mayor productividad del agua y rentabilidad del cultivo.

4. CONCLUSIONES

Para solucionar o al menos mitigar los severos déficits hídricos estacionales y la escasa disponibilidad de agua en las zonas semiáridas es necesario realizar una adecuada gestión del agua a través de una eficiente programación y automatización del riego. Teniendo en cuenta que el desarrollo del fruto y madurez comercial se alcanzan antes del periodo de máxima demanda climática, el riego deficitario controlado poscosecha puede resultar muy ventajoso. Sin embargo, es necesario validar a través de ensayos de campo la idoneidad de "Prime Giant" para ser manejado bajo riego deficitario controlado.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de Tesis Doctoral será financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad a través del proyecto RIDEFRUIT. Referencia: AGL2013-49047-C2-1R.

6. REFERENCIAS

- [1] 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.
- [2] Egea, G., Nortes, P.A., Domingo, R., Baille, A., Pérez-Pastor, A. (2013). Almond agronomic response to long-term deficit irrigation applied since orchard establishment. *Irrigation Sci* 31, 445-454.
- [3] 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. *Agric Water Manag* 152, 207-216.
- [4] Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and drainage paper* 56.
- [5] Marsal, J. (2012). Sweet Cherry. Crop yield response to water. *Fruit trees and vines. FAO Irrigation and drainage paper* 66, 450-457.
- [6] Fereres, E. y Castel, J.R. (1981). Drip irrigation management. Division of Agricultural Sciences, University of California. *Publicación Leaflet* 21259.
- [7] Ferreyra, R. Riego en cerezo, requerimientos hídricos, sistemas de riego y control de heladas. 1^o Simposio Internacional del cultivo del cerezo en la Patagonia Occidental, 143-167.
- [8] Marsal, J., López, G., Arbones, A., Mata, M., Vallverdu, X., Girona, J. (2009) Influence of post-harvest deficit irrigation and pre-harvest fruit thinning on sweet cherry (cv. New Star) fruit firmness and quality. *J Hortic Sci Biotech* 84:3, 273-278.
- [9] 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.