

Sustainable precision irrigation in citrus with water of different quality

Riego de precisión sostenible en cítricos con aguas de diferente calidad

A.B. Mira-García*, M.C. Ruiz-Sánchez, E. Nicolás-Nicolás

¹Dpto. Riego, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Apartado 164, Campus de Espinardo, 30100 Murcia, Spain.

*abmira@cebas.csic.es.

Abstract

In Spain, agricultural development in general, and citrus in particular, is limited mainly by the scarcity of water resources. This panorama of water deficit makes it necessary to search for solutions that improve the water use efficiency. The main objective of this study is the evaluation of the sustainability of precision irrigation in citrus trees, with special attention to the use of water resources of different quality and sensors of the soil-plant-atmosphere system. The trial will be carried out on a plot of young lime trees (*Citrus latifolia* Tan., cv. Bearss), where water needs will be determined by water balance in pots-lysimeters and the effect of various practices (cultivation in ridges and shade screen) will be evaluated and in another plot of adult grapefruit trees (*Citrus paradisi* Macf., cv. Star Ruby) in which the agronomical and physiological response to deficit irrigation with saline water from tertiary wastewater treatment plant will be evaluated. The expected results of this study will allow us to have a scientific-technical knowledge of precision irrigation in citrus trees.

Keywords: Deficit irrigation; sensors of water status; thermography; water needs.

Resumen

En España, el desarrollo agrario en general, y cítrico en particular, se encuentra limitado principalmente por la escasez de recursos hídricos. Este panorama de déficit hídrico hace necesaria la búsqueda de soluciones que mejoren la eficiencia en el uso del agua. El objetivo principal de este estudio es la evaluación de la sostenibilidad del riego de precisión en cítricos, con especial atención al uso de recursos hídricos de distinta calidad y de sensores del sistema suelo-planta-atmósfera. El ensayo se llevará a cabo en una parcela de árboles jóvenes de limero (*Citrus latifolia* Tan., cv. Bearss), en donde se determinarán las necesidades hídricas mediante balance hídrico en macetas-lisímetros y se evaluará el efecto de diversas prácticas (cultivo en meseta y con sombreado) y en otra parcela de árboles adultos de pomelo (*Citrus paradisi* Macf., cv. Star Ruby) en los que se evaluará la respuesta agronómica y fisiológica al riego deficitario con agua salina procedente de EDAR. Los resultados esperables de este estudio nos permitirán disponer de un conocimiento científico-técnico del riego de precisión en cítricos.

Palabras clave: Necesidades hídricas; riego deficitario; sensores de estado hídrico; termografía.

1. INTRODUCCIÓN

En España, la producción citrícola se concentra principalmente en las regiones de Murcia, Andalucía y Comunidad Valenciana (<http://www.mapama.gob.es>). En la Región de Murcia, el desarrollo de este cultivo se encuentra limitado principalmente por la escasez de agua. Esta falta de agua, está provocada principalmente por la escasez de precipitaciones (≈ 369 mm/año), así como por la baja efectividad de las mismas. Ante este panorama de déficit hídrico, se hace necesaria la búsqueda de soluciones que fomenten el uso eficiente de agua, con el fin de reducir los consumos de agua y energía. En este sentido, el uso de estrategias de Riego deficitario controlado (RDC) [1], junto con la aplicación de riegos en precisión basados en la monitorización del sistema suelo-planta-atmósfera [2], fomentan el uso eficiente del agua. A su vez, la aplicación de fuentes de agua alternativas (regeneradas, de pozo o desalinizadas) también supone una solución a este problema.

En este sentido, el objetivo principal de este proyecto de Tesis es la evaluación de la sostenibilidad del riego de precisión en cítricos, con especial atención al uso de recursos hídricos de distinta calidad y de sensores del sistema suelo-planta-atmósfera.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material vegetal

El ensayo se llevará a cabo en árboles jóvenes de limero (*Citrus latifolia* Tan., cv. Bearss) y árboles adultos de pomelo (*Citrus paradisi* Macf., cv. Star Ruby), ambos injertados sobre *Citrus macrophylla* L.. La parcela de limeros (≈ 1 ha) se encuentra localizada en la finca experimental del CEBAS, en Santomera (Murcia). Los árboles tienen un marco de plantación de 6 m x 5 m y el sistema de riego consiste en un doble lateral de riego con 4 goteros por árbol de 4 L h⁻¹. En la misma parcela también se dispone de 3 lisímetros de drenaje de 2 m x 2 m x 1.25 m y de una batería de 17 macetas de 80 L. La parcela de pomelos tiene una superficie de 1 ha y está localizada en la finca comercial “Lo Montero” en Molina de Segura (Murcia). El marco de plantación es de 6 m x 4 m, y el sistema de riego es localizado con 3 goteros de 4 L h⁻¹ por árbol.

2.2 Tratamientos hídricos

La programación del riego en los árboles jóvenes de limero será automática basada en valores umbrales de humedad del suelo (con sensores de tipo capacitivo), obtenidos en las macetas-lisímetros, para completar las necesidades hídricas del cultivo. Además se ensayarán condiciones de cultivo con y sin meseta, con y sin malla de sombreado.

En la parcela de pomelo se establecerán 4 tratamientos de riego, un tratamiento control, regado al 100% ET_c y otro RDC, regado al 50% de la ET_c durante la fase II de crecimiento del fruto, ambos para dos fuentes de agua: trasvase Tajo-Segura y agua salina procedente de EDAR.

2.3 Medidas

En los limeros, las necesidades hídricas (ET) se calcularán con la ecuación genérica de balance hídrico:

$$ET = R + P - \Delta S - D - E$$

en donde, la evapotranspiración de la planta (ET) se produce a expensas del agua almacenada en la zona radical (ΔS), la cual proviene del riego (R) y la lluvia (P), descontando la que se pierde por drenaje (D) y escorrentía (E). Todos los parámetros de la ecuación serán registrados en continuo con un sistema de telemetría. Además, se dispone de una estación agro-meteorológica para la determinación de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET₀).

El control del estado hídrico del suelo se realizará en continuo en ambas parcelas mediante sensores de contenido de agua en el suelo de tipo capacitivo (EnviroScan) y de potencial matricial (Watermark).

El estado hídrico de la planta se evaluará con medidas quincenales del potencial hídrico de la hoja (Ψ_{hoja}) y del tallo (Ψ_{tallo}) y del intercambio gaseoso: fotosíntesis neta (F_n) y conductancia estomática (g_s), y con el registro continuo de las fluctuaciones del diámetro del tronco (FDT), el flujo de savia (FS) y la temperatura de la cubierta vegetal (T_c).

El potencial hídrico se determinará con cámara de presión (Soil Moisture Equipment Corp., Santa Barbara, California, USA; model 3000) en hojas soleadas (Ψ_{hoja}) y en hojas tapadas (Ψ_{tallo}) al menos dos horas antes de la medida, a fin de reducir la transpiración de las mismas [3]. El intercambio gaseoso se determinará con un medidor portátil de fotosíntesis (LI-COR, LI-6400, Lincoln, NE, USA).

Las fluctuaciones del diámetro del tronco se medirán de manera continua con dendrómetros de desplazamiento lineal, con los que se calculará la máxima contracción diaria del tronco (MCD) [4], como la diferencia entre el valor máximo (MXCD) y mínimo (MNCD) diario del diámetro del tronco.

El flujo de savia se determinará en ambos cultivos, mediante el método pulso calor [5], que consiste en una aguja calefactora y dos sondas de temperatura, todas ellas de 1.8 mm de diámetro, que se insertan radialmente en el tronco del árbol.

La temperatura de la cubierta vegetal se medirá con termoradiómetros y cámaras termográficas: terrestre (manual) y aérea (drones). A partir de estas medidas se determinará el gradiente térmico, así como diversos índices multi-espectrales: CWSI, NDVI, etc.

En ambos cultivos se evaluará el crecimiento vegetativo estacional (longitud de brotes, diámetro del tronco, peso de poda y cobertura del dosel). Cada año se determinará la intensidad de floración, el cuaje y el crecimiento del fruto.

También se realizarán análisis foliares a fin de evaluar el estado nutricional de la planta. La concentración de nitrato/potasio en el suelo se determinará en ambos cultivos con sondas Nutrisens, en registro continuo.

La producción final (kilos y número de frutos por árbol) así como la calidad físico-química de la fruta se evaluará en ambos cultivos en los distintos momentos de la recolección. En el cultivo de la lima, se tomarán medidas del peso, volumen, diámetros, corteza, contenido en zumo, acidez, sólidos solubles y color, a fin de caracterizar su crecimiento. En el caso del pomelo, además, se realizarán estudios poscosecha de conservación en cámaras de atmósfera controlada con opción de generar ozono.

3. RESULTADOS ESPERABLES

A partir de este estudio de tesis se espera determinar las necesidades hídricas de limeros jóvenes mediante el balance hídrico en lisímetros de drenaje, para lo que se obtendrán los coeficientes de cultivo (K_c) y el calendario fenológico en condiciones locales. También se esperan obtener resultados en relación a la respuesta agro-fisiológica de pomelos adultos al riego deficitario controlado (RDC) con aguas regeneradas, determinando la evolución del estado hídrico y nutricional del cultivo y su relación con el contenido hídrico y salino del suelo, para establecer estrategias de reprogramación del RDC en función de valores umbrales máximos de conductividad eléctrica en el suelo tolerables por el cultivo, con los que finalmente se logre la sostenibilidad de la producción.

A su vez, se pretende igualmente determinar los índices del estado hídrico de los cítricos, basados en termografía de infrarrojos a partir de medidas con termoradiómetros (terrestre) y cámara termográfica (terrestre y aérea) en las distintas condiciones de riego y calidad de agua aplicada. Por último, también se espera obtener resultados en cuanto a la automatización del riego de precisión en las distintas condiciones de cantidad y calidad del agua aplicada en cítricos. Todo ello, contribuirá al conocimiento científico-técnico del riego de precisión en cítricos.

4. CONCLUSIONES

Con el fin de asegurar la producción cítrica de la región de Murcia (con especial referencia al cultivo del pomelo y del limero), se hace necesaria la búsqueda de alternativas que fomenten el uso eficiente de agua, con el fin de reducir los consumos de agua y energía. En este sentido, la programación de estrategias de riego deficitario controlado en base a sensores de estado hídrico del sistema suelo-planta-atmósfera, permitirá el ajuste del riego, aumentando así la eficiencia de uso del agua. A su vez el uso de aguas de diferente calidad también supone una alternativa interesante a la situación actual de déficit hídrico, contribuyendo al riego de precisión en los cítricos

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad- FEDER (AGL2016-77282-C3-1-R) y por la Fundación Séneca de la Región de Murcia (99/03/GERM/15).

6. REFERENCIAS

- [1] Ruiz-Sanchez, M.C., Domingo, R., Castel, J.R. 2010. Review. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. Spanish J. Agric. Res. 8: S5-S20.
- [2] Vera, J., Abrisqueta, I., Conejero, W., Ruiz-Sánchez, M.C. 2017. Precise sustainable irrigation: A review of soil-plant-atmosphere monitoring. Acta Hort. 1150: 195-200.
- [3] Turner, N.C. 1988. Measurement of plant water status by the pressure chamber technique. Irrig. Sci. 9: 289-308.
- [4] Goldhamer, D.A., Fereres, E. 2001. Irrigation scheduling protocols using continuously recorded trunk diameter measurements. Irrig. Sci. 20: 115-125.
- [5] Swanson, R.H., Whitfield, D.W.A. 1981. A numerical analysis of heat pulse velocity theory and practice. J. Exp. Bot. 32: 221-239.