

## Combined effects of deficit irrigation and crop level on early nectarine trees

### Efecto combinado del déficit hídrico y la carga frutal en nectarino extratemprano

J.M. de la Rosa<sup>\*1</sup>, MR. Conesa<sup>1</sup>, R. Domingo<sup>1</sup>, E. Aguayo<sup>2</sup>, N. Falagán<sup>2</sup>, A. Pérez-Pastor<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Paseo Alfonso XIII, 48. ETSIA. 30203. Cartagena (Murcia). Spain.

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Paseo Alfonso XIII, 48. ETSIA. 30203. Cartagena (Murcia). Spain.

#### **Abstract**

A three-year long experiment was implemented in an early nectarine (*Prunus persica* L. Batsch cv. Flanoba) commercial orchard to evaluate the effects of deficit irrigation and different crop levels on vegetative growth, plant water status, and fruit yield and quality. Three irrigation treatments were assessed: (i) control, full irrigation ( $T_{CTL}$ ); (ii) normal practice of the farmer ( $T_{FRM}$ ); and (iii) regulated deficit irrigation ( $T_{RDI}$ ), which involved irrigating the crop at the same level as the control ( $T_{CTL}$ ) during the critical periods of the first year and at 60%  $T_{CTL}$  during postharvest. Besides, during the last two seasons, the interactions between  $T_{CTL}$  and  $T_{RDI}$  were studied at five different crop levels. Crop water use efficiency (WUE) of  $T_{RDI}$  was higher than in  $T_{CTL}$  and  $T_{FRM}$ , increasing by around 25% in 2010 and 2011, and around 74% the final year. Interestingly,  $T_{FRM}$  increased the WUE from the first year by more than 30%. Vegetative growth was clearly sensitive to deficit irrigation with a strong correlation between the increase in the water stress integral obtained by midday stem water potential ( $\Psi_{stem}$ ) and the reduction in TSCA. In contrast, fruit production and quality were not affected by water deficit.

**Keywords:** RDI; signal intensity; trunk growth; water stress integral; yield.

#### **Resumen**

Se realizó un experimento durante tres años en una finca comercial de nectarinos extratempranos (*Prunus persica* L. Batsch cv. Flanoba) a fin de evaluar el efecto del déficit hídrico y la carga productiva en el crecimiento vegetativo, el estado hídrico de la planta y la calidad y cantidad de la cosecha. Se manejaron tres tratamientos de riego: (i) control, bien regado ( $T_{CTL}$ ); (ii) Práctica habitual del agricultor ( $T_{FINC}$ ); y (iii) Riego deficitario controlado ( $T_{RDC}$ ), que se regó como  $T_{CTL}$  durante los periodos críticos y al 60 % de  $T_{CTL}$  en la poscosecha. Además, se estudió la interacción entre  $T_{CTL}$  y  $T_{RDC}$  en cinco niveles diferentes de carga productiva. La eficiencia en el uso del agua (EUA) en  $T_{RDC}$  fue más alta que en  $T_{CTL}$  y  $T_{FINC}$ , incrementándose alrededor de un 25 % en 2010 y 2011 y un 74% en el último año. Interesantemente  $T_{FINC}$  incrementó la WUE desde el primer año en más de un 30%. El crecimiento vegetativo fue sensible a déficit hídrico presentando una fuerte correlación el estrés. En contra, la producción y calidad de los frutos no se vio afectada por el déficit hídrico.

**Palabras clave:** RDC; intensidad de señal; crecimiento de tronco; integral de estrés hídrico; producción.

\* E-mail: josemdlrs@hotmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN

Todo incremento de la población mundial ocasiona un aumento en la demanda de alimentos, que suele ir acompañada, sobre todo en ciertos mercados, de una mayor exigencia en la calidad del producto ofertado. Un buen manejo del riego es una herramienta que puede incidir en la cantidad y calidad de los frutos cosechados [1]. Considerando que el agua es un recurso limitado y en ocasiones de elevado coste es necesario incrementar la eficiencia en su uso. En este sentido, el riego deficitario controlado (RDC, [2]), es una estrategia de riego tendente a optimizar este uso, reduciendo los aportes hídricos en aquellos momentos fenológicos en los que no se afecte a la producción ni a la calidad del fruto cosechado, cubriéndose las necesidades hídricas del cultivo durante el resto del año. Por otra parte, la utilización de los indicadores del estado hídrico para la programación del riego deficitario disminuye el riesgo que supone regar al cultivo por debajo de sus necesidades hídricas totales. Entre estos indicadores, la máxima contracción diaria de diámetro de tronco (MCD) ha presentado alta sensibilidad en diferentes cultivos y tiene la ventaja de su medida continua fácilmente automatizable.

Por todo ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del riego deficitario controlado y la carga frutal en el crecimiento vegetativo, en la producción y en la calidad de la cosecha de nectarinos extratempranos.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Sitio experimental

El estudio se realizó durante 3 ciclos de cultivo (2009/12), en una explotación comercial de nectarinos extra-tempranos (*Prunus persicae* L. Batsch cv Flanoba) injertados sobre pie híbrido GF677 y ubicada en Molina de Segura (Murcia, 38° 8' N; 1° 13' W). Los árboles tenían 7 años de edad al inicio del ensayo y estaban dispuestos a un marco de plantación de 5.5 x 3.5 m.

### 2.2 Tratamientos de riego

Se realizaron tres tratamientos de riego: (i) control, regado para satisfacer las necesidades hídricas totales del cultivo ( $T_{CTL}$ ); (ii) Práctica habitual del agricultor ( $T_{FINC}$ ); y (iii) riego deficitario controlado ( $T_{RDC}$ ), que se regó como  $T_{CTL}$  durante los periodos críticos y al 60 % de  $T_{CTL}$  en la poscosecha del primer año. En los siguientes dos años el riego se programó para mantener la intensidad de señal (SI) de la máxima contracción diaria de tronco ( $ISMCD = MCD_{T_{RDC}}/MCD_{T_{CTL}}$ ) con diferentes niveles de estrés hídrico dependiendo del estado fenológico: SI=1.0 (sin estrés hídrico) y SI=1.4 (estrés hídrico moderado).

Además, en los dos últimos años, se estudió el efecto del déficit hídrico en cinco niveles de carga productiva: i) muy baja (16 cm entre frutos); baja (14 cm entre frutos); normal (12 cm entre frutos); alta (10 cm entre frutos) y muy alta (8 cm entre frutos).

Cada tratamiento de riego estaba compuesto por 3 repeticiones distribuidas según un esquema de bloques al azar. Las repeticiones estaban formadas por tres filas de 15 árboles cada una de ellas. Las medidas se realizaban en la fila central. Los tratamientos de carga productiva estaban compuestos por 3 repeticiones de 3 árboles por tratamiento.

### 2.3 Medidas realizadas

La fluctuación del diámetro de tronco (FDT) se midió con 6 sensores LVDT (Solartron Metrology, Bognor Regis, UK, model DF  $\pm$  2.5 mm, precisión  $\pm$  10  $\mu$ m) por tratamiento. A partir de dicha fluctuación se determinó la máxima contracción diaria del tronco (MCD), como diferencia del máximo diámetro tronco que tiene lugar a primera hora de la mañana (MXDT) y mínimo diámetro de tronco que ocurre por la tarde (MNDT) y la tasa de crecimiento diario de tronco (TCD),

calculada por diferencia de los valores de MXDT de dos días consecutivos. El crecimiento vegetativo se determinó a partir de medidas del peso seco de la madera extraída en las podas y medidas puntuales de diámetros de troncos y longitud de brotes.

El crecimiento del fruto se determinó con medidas semanales de diámetro ecuatorial y peso fresco. Se cuantificó la producción en cada tratamiento a partir del peso y número de frutos de la cosecha. El peso medio del fruto se determinó relacionando el peso de la cosecha con el número de frutos de cada árbol. Se recogieron muestras representativas de cada corte para analizar en laboratorio los principales parámetros de calidad física (firmeza y diámetro) y química (acidez, contenido de sólidos solubles totales e índice de madurez).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El riego aplicado en  $T_{CTL}$  promedió  $6720 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  y presentó pequeñas variaciones entre años debido a las diferentes condiciones climáticas. La aplicación anual de riego en  $T_{RDC}$  fue disminuyendo conforme avanzaban los ciclos de estudio hasta alcanzar una dotación mínima en el tercer ciclo de  $4520 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ . Igualmente,  $T_{FINC}$  fue reduciendo la dotación de riego año tras año ( $8170$ ,  $6540$  y  $6480 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  para los ciclos 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012, respectivamente), en este caso el agricultor estaba influenciado por los buenos resultados conseguidos en  $T_{RDC}$ .

Los troncos de los nectarinos regados bajo condiciones no limitantes de agua experimentaron un crecimiento anual de diámetro de tronco en torno a  $10 \text{ mm} \cdot \text{año}^{-1}$ . Como era de esperar,  $T_{RDC}$  redujo el crecimiento del tronco, aproximadamente un 40 % respecto a  $T_{CTL}$ . Esta pauta se repitió, con pocas diferencias, en los tres años de estudio (datos no mostrados). Los troncos de  $T_{RDC}$ , a pesar de su menor crecimiento, no presentaron secciones transversales significativamente menores a las de  $T_{CTL}$  hasta el tercer ciclo (datos no mostrados). En cambio,  $T_{FINC}$  tuvo un comportamiento desigual a lo largo del experimento, ya que en los dos primeros ciclos experimentó un crecimiento similar a  $T_{CTL}$  mientras que en el tercer año  $T_{FINC}$  redujo en un 35% el crecimiento del tronco (datos no mostrados). Esto es debido a que el agricultor, motivado por los buenos resultados obtenidos en  $T_{RDC}$ , decidió reducir los aportes de agua durante el tercer ciclo.

El peso seco de la madera extraída en las podas en  $T_{RDC}$  era inferior a  $T_{CTL}$  desde octubre del primer año, pero las diferencias sólo fueron significativas al final del ensayo.  $T_{FINC}$  no presentó en ningún caso pesos de poda significativamente diferentes a los de  $T_{CTL}$ . La longitud de los brotes no presentó diferencias significativas entre tratamientos en ningún momento (datos no mostrados).

La evolución del crecimiento de fruto, tanto en diámetro ecuatorial como en peso fresco, no presentó diferencias significativas entre tratamientos de riego. Los operarios recolectaban la fruta en diferentes cortes (entre 4 y 6 cortes por temporada) seleccionando las nectarinas por color y tamaño. Los diferentes tratamientos de riego no han afectado a la precocidad de la maduración de la fruta, ya que la producción recolectada en cada corte no difiere significativamente entre tratamientos. Los parámetros productivos (peso de fruta recolectada, número de frutos y peso medio del fruto) no han presentado diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los cortes realizados ni en el total de las cosechas. La misma producción con menor cantidad de agua aplicada en  $T_{RDC}$  generó un incremento promedio de los tres años en la eficiencias en el uso del agua de riego del 40 % para dicho tratamiento (datos no mostrados).

Los parámetros de calidad estudiados (diámetro ecuatorial, sólidos solubles totales, acidez, índice de madurez y firmeza) no presentaron diferencias significativas entre tratamientos de riego.

Incrementos en la carga productiva promovieron incrementos en la producción. En cambio, todos los parámetros de calidad estudiados (tamaño, firmeza, sólidos solubles totales y acidez) aumentaban su valor cuando disminuía el número de frutos por árbol, encontrándose relaciones lineales con altos coeficientes de determinación. El riego deficitario no afectó a los parámetros productivos y de calidad en ninguno de los niveles de carga productiva estudiados.

#### **4. CONCLUSIONES**

El tratamiento de riego deficitario controlado ( $T_{RDC}$ ), con una reducción de agua promedio anual del 24 % ( $1600 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ) no ha generado mermas ni en la cantidad ni en la calidad de la cosecha y ha mejorado en un 40 % la eficiencia en el uso del agua de riego. Por lo tanto, esta estrategia de riego es recomendable en cualquier situación, pero más aún en las regiones donde la escasez de agua es sufrida por los agricultores con precios muy elevados y bajas dotaciones hídricas.

#### **5. AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo ha sido financiado por ministerio español de ciencia e innovación (AGL2010-19201-C04-04) y por el proyecto europeo LIFE+ IRRIMAN (LIFE13 ENV/ES/000539).

#### **6. REFERENCIAS**

- [1] Fereres, E., Soriano, M.A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *J. Exp. Bot.* 58, 147-159.
- [2] Mitchell, P.D., Jeire, P.H., Chalmers, D.J. (1984). Effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yields. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 109, 604-606.