

## **Respuesta del limonero ‘Fino 49’ al riego deficitario. Efectos sobre el crecimiento, la producción y la calidad del fruto.**

J.M. Robles, J.G. Pérez-Pérez, I. Garcia-Oller, E. Arques, J.M. Berna, P. Botía.  
Departamento de Citricultura. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). 30150 La Alberca, Murcia.

**Palabras clave:** déficit hídrico, producción, calidad del fruto, potencial hídrico de xilema.

### **Resumen**

Dentro del sector económico y agrícola de la Región de Murcia, el limonero (*Citrus limon* (L.) Burm. f.) es uno de los cultivos más representativos. Sin embargo, la escasez de recursos hídricos provoca que sea necesario utilizar otras técnicas de cultivo, como la aplicación de estrategias de riego deficitario. El objetivo principal de este trabajo fue evaluar los efectos del riego deficitario sobre el estado hídrico de la planta, crecimiento vegetativo, producción y la calidad de la cosecha del limonero. El ensayo se llevó a cabo durante dos años en una parcela experimental del IMIDA en el término municipal de Torre Pacheco (Murcia) en árboles de 13 años de la variedad de limonero Fino 49 injertados sobre *Citrus macrophylla* Wester. Se aplicaron dos tratamientos de riego, un tratamiento control (100 % ETC) y un tratamiento de riego deficitario (RD) al que se le suprimió el riego en dos periodos de desarrollo del fruto, P-I (fase I de división celular e inicio de fase II de desarrollo del fruto) y P-II (final desarrollo del fruto hasta la cosecha) y resto del año se mantuvo como el control. Durante los dos años de ensayo, la estrategia de riego provocó, en los periodos en los que se suprimió el riego, un déficit hídrico en el cultivo alcanzando valores de potencial hídrico de xilema al mediodía ( $\Psi_x$ ) entorno a -2,0 MPa en el P-I y de -1,9 MPa en P-II reduciendo la tasa de crecimiento del tronco en un 51 %. La cosecha disminuyó un 22 % debido a un menor peso medio del fruto (22 % menos). Respecto a la calidad del fruto, el tratamiento RD presentó frutos de menor calibre pero mayor acidez total y sólidos solubles totales en el zumo. En general, la estrategia de RD provoca un retraso del momento de recolección y una reducción de la cosecha.

### **INTRODUCCIÓN**

El cultivo del limonero en España se sitúa en las zonas costeras del este y sur de la península, principalmente en la Región de Murcia, Comunidad Valenciana y Andalucía, donde tienen un clima semiárido, caracterizado por la escasez de lluvias y la elevada demanda evaporativa. En la región de Murcia, la infradotación hídrica se convierte en el principal factor limitante de la producción. En estas condiciones, los cítricos presentan disminuciones importantes de los rendimientos. Los pocos recursos hídricos disponibles se pueden optimizar aplicando diferentes estrategias de riego deficitario (RD), que consiste en reducir el riego durante los estadios fenológicos que menos afecten a la producción (Mitchell y col., 1986). Para poder aplicar diferentes estrategias de RD correctamente es necesario caracterizar el grado de sensibilidad al déficit hídrico para los diferentes estadios fenológicos, siendo la floración y el cuajado del fruto, los momentos más críticos en los cítricos (Doorembos and Kassam 1979).

El principal objetivo de este trabajo fue determinar los efectos del recorte del riego en dos periodos del ciclo de cultivo sobre el estado hídrico de la planta, crecimiento vegetativo, producción y calidad del fruto en la variedad de limonero 'Fino 49'.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo durante 2 años, en una parcela experimental del IMIDA de 2 ha, ubicada en el término municipal de Torre Pacheco, en árboles de 13 años de edad, de la variedad de limonero 'Fino 49' injertado sobre el patrón *Citrus macrophylla* Wester con un marco de plantación de 3 × 8 m.

Se diseñó un sistema experimental unifactorial con bloques al azar (3 árboles controlados por bloque y tres bloques por tratamiento). El sistema de riego consta de dos líneas portagoteros por tratamiento, con 6 goteros autocompensantes de 4 L h<sup>-1</sup> por árbol. Se establecieron dos tratamientos de riego, un tratamiento control (100 % ETc) y un tratamiento deficitario (RD) al que se le suprimió el riego en dos periodos de desarrollo del fruto, P-I (fase I de división celular e inicio de fase II de desarrollo del fruto) comprendido entre el 8 de mayo al 24 de junio en 2005 y del 18 de mayo al 6 de julio en 2006 y P-II (final desarrollo del fruto hasta la cosecha) comprendido entre el 5 de octubre al 21 de noviembre en 2005 y 10 de octubre al 5 de diciembre en 2006.

El potencial hídrico del xilema al mediodía ( $\Psi_x$ ) se midió mediante una cámara de presión (Schölander y col., 1965), en hojas que se taparon con papel de celofán cubierto con papel de aluminio, como mínimo, 2 horas antes de medir. La medida del crecimiento del tronco se realizó a 5-7 cm por encima y por debajo de la unión del injerto, con una cinta métrica flexible de 1m y lectura  $\pm 1$  mm. La recolección se realizó en un solo corte, cuando los frutos presentaban un calibre comercial ( $> 58$  mm), pesando y contando el total de frutos recolectados de cada árbol. En el momento de la cosecha se tomaron muestras de 9 frutos representativas de cada árbol y a los frutos se les determinó el diámetro ecuatorial, la altura, el espesor de corteza y el porcentaje de corteza y de zumo. Al zumo se le determinó el contenido de sólidos solubles totales (SST) y la acidez valorable. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el análisis de la varianza (ANOVA) con el paquete STATGRAPHICS 5.1 plus y la separación de medias se realizó mediante el test de rango múltiple de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo I, caracterizado por unas escasas precipitaciones, la supresión del riego en el tratamiento RD provocó un descenso significativo del  $\Psi_x$ , alcanzando en el momento de máximo estrés un valor de -1,90 MPa en 2005 y -2,11 MPa en 2006 (figura 1). Con la reanudación del riego, la rehidratación de la planta se produjo rápidamente y presentó valores de  $\Psi_x$  similares al control a los pocos días. Cuando el estrés hídrico ocurrió durante el periodo II, se alcanzó un valor mínimo de  $\Psi_x$  de -1,76 MPa, tras 22 días de supresión del riego en 2005 y de -2,02 MPa tras 16 días de supresión del riego en 2006 (figura 1). Posteriormente, con la presencia de lluvias, el  $\Psi_x$  se recuperó en el tratamiento RD.

El estrés hídrico acumulado en el tratamiento RD durante 2005, produjo una reducción de la tasa de crecimiento de la variedad en un 51 % y del patrón en un 42 % (tabla 1). Resultado análogo se obtuvo en 2006.

La producción disminuyó durante ambos años, aunque sólo fue significativa en 2006, donde se redujo un 31 % frente al 13 % de 2005 (tabla 2). Dicha disminución fue causada por la reducción significativa del peso medio del fruto, de un 27 % en 2005 y de

un 18 % en 2006. El número de frutos por árbol no mostró diferencias significativas entre ambos tratamientos. Tras dos años de seguimiento del ensayo, el efecto general conseguido fue una disminución significativa del 22 % en la producción acumulada del tratamiento RD, como consecuencia de la disminución del 22 % en el peso medio del fruto (tabla 2). En cambio, la eficiencia productiva en el uso del agua (EUA) media del tratamiento RD fue de 11,7 kg/m<sup>3</sup> frente a 9,6 kg/m<sup>3</sup> del control. Durante los dos años de ensayo la EUA aumentó significativamente en los árboles del RD, pese a la reducción de la cosecha, debido al ahorro de agua conseguido en los periodos de supresión del riego (36 %). Sin embargo, en variedades de recolección temprana dicho ahorro implica un retraso en la recolección, ya que se tarda más tiempo en alcanzar el calibre (> 58 mm) (Domingo et al., 1996).

Respecto a los parámetros de calidad del fruto, el estrés hídrico acumulado afectó algunos procesos de maduración, reduciendo significativamente el diámetro y la altura del fruto, espesor de corteza e incrementando el porcentaje de zumo. También aumentó el índice de color externo, lo que supone un menor tiempo de desverdizado en cámara. Los SST y la acidez fueron significativamente superiores al control (tabla 3), como también ha sido observado previamente por otros autores (Ginestar y Castel, 1996).

## CONCLUSIONES

La estrategia de riego empleada, aunque en el momento de la recolección el tratamiento RD presentaba un calibre comercial adecuado (> 58 mm), supuso una reducción de la producción, y consecuentemente una disminución de los beneficios obtenidos.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por CICYT (AGL2006-11319-C04-04 y AGL2007-6537-C04-04) y por la beca predoctoral FPI concedida por el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) a J.M. Robles.

## Referencias

- 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. *Irrig. Sci.* 16:115-123.
- Doorembos, J., Kassam, A.H. 1986. *Estudios FAO Riego y Drenaje* 33. Ed. FAO, Roma. 212 pp.
- Ginestar, C., Castel, J.R. 1996. Responses of young clementine citrus trees to water stress during different phenological periods. *J. Hort. Sci.* 71(4):551-559
- Mitchell, P.D., Chalmers, D.J., Jerie P.H., Burge, G. 1986. The use of initial withholding of irrigation and tree spacing to enhance the effect of regulated deficit irrigation on pear trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(5):858-861.
- Romero, P., Navarro, J.M., Pérez-Pérez, J.G., García-Sánchez, F., Gómez-Gómez, A., Porras, I., Martínez, V., Botía, P. 2006. Deficit irrigation and the water relations, vegetative development, yield, fruit quality and mineral nutrition of citrus trees on different rootstocks. *Tree Physiol.* 26:1537-1548
- Schölander, P., Hammel, H., Bradstreet, E., Hemmingsen, E. 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science.* 148: 339-345.

Tabla 1. Influencia del RD sobre los diferentes parámetros de producción de limonero Fino para las campañas de 2005 y 2006. Cada valor es el promedio de 6 árboles por tratamiento. Acumulado durante los 2 años de ensayo de kg/árbol, nº frutos/árbol y promedio del peso del fruto de ambos años.

Año	Tratamiento	Producción		Peso medio
		(kg/árbol)	Nº frutos/árbol	fruto (g/fruto)
2005	Control	116,2	858	138,4
	RD	100,7	998	101,1
	Significación	n.s. (0,1311)	n.s. (0,2098)	*** (0,0008)
2006	Control	104,8	646	163,0
	RD	72,5	543	133,7
	Significación	** (0,0019)	n.s. (0,0749)	*** (0,0003)
Acumulado	Control	221,0	1504	150,7
	RD	173,2	1541	117,4
	Significación	*** (0,0008)	n.s. (0,7282)	*** (0,0002)

\*, \*\*, \*\*\* y "n.s." indican diferencias significativas a  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$  y no significativas respectivamente, según el test de Rango Múltiple de Duncan.

Tabla 2. Incremento del área de sección transversal del tronco ( $I_{ASTT}$ ) del injerto y del patrón para los años 2005 y 2006, así como el incremento total. Cada valor corresponde a la media de 6 árboles por tratamiento.

$I_{ASTT}$ (cm <sup>2</sup> año <sup>-1</sup> )	Injerto			Patrón		
	2005	2006	Total	2005	2006	Total
Control	28,1	24,0	52,1	18,6	19,4	38,0
RD	13,9	11,4	25,3	10,7	11,2	21,9
Análisis de varianza						
Significación	*	*	*	*	*	**
	(0,035)	(0,040)	(0,042)	(0,032)	(0,048)	(0,0017)

\*, \*\*, \*\*\* y "n.s." indican diferencias significativas a  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$  y no significativas respectivamente, según el test de Rango Múltiple de Duncan.

Tabla 3. Influencia del RD sobre los diferentes parámetros externos e internos de calidad del fruto de limonero Fino para las campañas de 2005 y 2006.

Año	Tratamiento	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Espesor corteza (mm)	Índice color externo	Zumo (%)	Corteza (%)	SST (° Brix)	Acidez (g/L)
2005	Control	62,6	81,3	5,6	-3,7	42,4	49,6	8,8	45,9
	RD	58,5	72,7	4,9	-2,1	48,7	43,1	9,3	49,3
	Significación	(0,0071)	(0,0002)	(0,0018)	(0,0086)	(0,0048)	(0,0001)	(0,0123)	(0,0072)
2006	Control	65,6	87,8	6,5	-3,2	35,1	51,4	9,0	38,9
	RD	61,6	79,9	5,3	-1,1	38,9	49,6	9,5	41,8
	Significación	(0,017)	(0,0201)	(0,0008)	(0,0013)	(0,0062)	(0,0796)	(0,0047)	(0,0010)

\*, \*\*, \*\*\* y "n.s." indican diferencias significativas a  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$  y no significativas respectivamente, según el test de Rango Múltiple de Duncan.

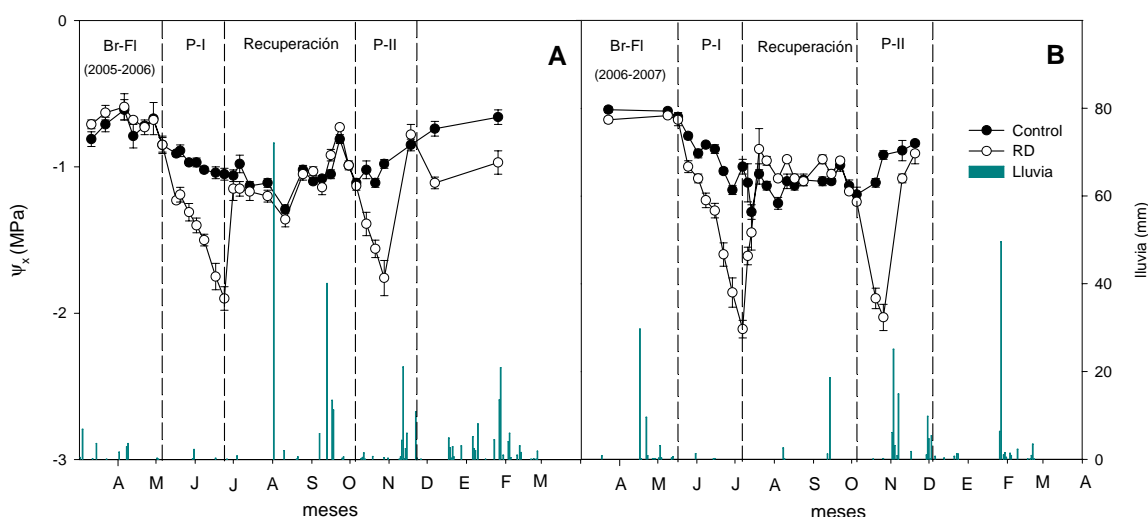


Figura 1. Evolución estacional del potencial hídrico de xilema ( $\Psi_x$ ) medido a mediodía en 2005 y 2006. Cada punto representa la media de 6 medidas por tratamiento. Las barras de error representan el error estándar de la media.