

# Estrategias de riego deficitario en melocotón temprano

La reducción de agua en postcosecha no implica pérdidas en el valor de la producción

En este artículo se resumen los ensayos sobre distintas estrategias de riego deficitario realizados en variedades tempranas de melocotonero, valorándose los beneficios económicos y agronómicos que se pueden obtener con su empleo en plantaciones comerciales. En todos los casos la reducción de la dotación de riego se ha iniciado tras la recolección de la fruta, concluyendo con las primeras lluvias de invierno.

M<sup>a</sup> del Henar Prieto Losada, M<sup>a</sup> José Moñino Espino y Antonio Vivas Cacho.

Centro de Investigación La Orden. Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura.

**A**ctualmente no es posible plantear una fruticultura intensiva en climas mediterráneos sin el riego. Para la elaboración de programaciones de riego existen diversas metodologías que permiten conocer las necesidades hídricas de los árboles a lo largo de su ciclo de cultivo. Sin embargo, no siempre los mayores beneficios económicos y agronómicos se obtienen cuando el riego cubre completamente dichas ne-

cesidades. En este sentido, existe lo que se conoce como "estrategias de riego deficitario" (Mitchell et al., 1984), en las que se plantea someter a la plantación a un nivel de estrés hídrico controlado en determinados estados fenológicos de forma que sin comprometer el valor final de la cosecha se consigan algunos beneficios adicionales. Parte de los beneficios son de tipo económico por ahorro directo en los costes de producción, pero otros se refieren a aspectos de gran importancia agronómica relacionados con el control del vigor de los árboles. El éxito de este tipo de estrategias depende del estado fenológico en el que se induce el déficit hídrico y de la intensidad y la duración o recuperación de las plantas tras el período de estrés, aspectos que deben ser definidos para cada especie y características de la variedad, así como para las condiciones edafoclimáticas y circunstancias agronómicas de las parcelas de cultivo.

En variedades de melocotonero de ciclo largo los estados fenológicos menos susceptibles al déficit hídrico son las fases I y II de crecimiento del fruto y el período postcosecha, mientras que, durante el período de crecimiento rápido del fruto, el estrés hídrico puede suponer pérdidas considerables de cosecha, reduciendo el calibre final del fruto (Ruiz Sánchez y Girona, 1995). Por el contrario, en las variedades de ciclo corto, el crecimiento del fruto desde cuajado hasta recolección es muy rápido y de corta duración y todo él es muy sensible al déficit hídrico. Sin embargo, en estas variedades se dispone de un largo período postcosecha, poco sensible desde el punto de vista productivo, y gracias a la escasez de lluvias estivales, característica de climas semiáridos, es posible jugar con diversos niveles de riego. Además, en estas variedades existe una fase de crecimiento vegetativo postcosecha sobre el que se podría incidir (Chalmers et al., 1984). En este caso, determinar el momento del inicio del período de estrés es sencillo, pero es importante definir la intensidad y duración del mismo, ya que un estrés escaso puede llevar a conseguir pocos beneficios, y si es muy severo, puede llegar a comprometer la próxima cosecha o posteriores si se debilitan en exceso los árboles.

## Material y métodos

Se estableció un ensayo en una plantación comercial adulta intensiva (diez años al iniciar el ensayo) de la variedad temprana de nectarina Early Red, situada en la Finca El Bercial (Extremeño Aragonesa Agrícola. Grupo ALM) en las Vegas Bajas del Guadiana (Badajoz), con un marco de plantación de 4,5 x 2 m y riego localizado con goteros autocompensantes situados a 1 m dentro de la línea portagoteros. Dicho ensayo se mantuvo cuatro años (1998-2002). El suelo era de textura franco-arcillo-arenosa en superficie y profundidad y franco-arenosa entre 20 y 60



No siempre los mayores beneficios económicos se obtienen cuando el riego cubre totalmente las necesidades híbridas.

# FRUTALES DE HUESO dossier

cm del perfil del suelo. El diseño del ensayo fue de bloques al azar con cinco tratamientos de riego y cuatro repeticiones. La parcela elemental estaba formada por dieciocho árboles situados en tres líneas contiguas. Al inicio de cada parcela elemental se colocó un contador para medir el volumen de agua aplicado. Los diferentes tratamientos se establecieron modificando el número y caudal de los goteros, manteniendo la posición en la línea y un mismo tiempo de riego para todo el ensayo.

Todos los tratamientos se iniciaron tras la recolección de la fruta a principios de junio y concluyeron con la campaña de riego al producirse las primeras lluvias de otoño:

T1- Control regado según la evapotranspiración de cultivo (ETc).

T2- 50% ETc.

T3- 50% ETc + 70%ETc.

T4- 25% ETc.

T5- 25%ETc+ 70%ETc.

En los tratamientos T3 y T5 se elevó la dosis de riego antes de finalizar la campaña de riego para favorecer la acumulación de reservas en los tratamientos estresados. El incremento en la dosis no se hizo hasta el 100% de la ETc, ya que era de esperar un menor desarrollo vegetativo en estos árboles y se querían evitar situaciones de sobrerriego, rebrotes o un retraso en la entrada en reposo. La ETc se calculó diariamente mediante la ecuación  $ETc = ET_o \times K_c$ , siendo  $ET_o$  la evapotranspiración del cultivo de referencia, calculada mediante la fórmula de Penman modificada y facilitada por la Red de Asesoramiento al Regante de Extremadura ([www.juntaex.es](http://www.juntaex.es)), con los datos procedentes de una estación agrometeorológica automática situada en una pradera de la misma finca; y  $K_c$ , el coeficiente de cultivo para melocotoneros adultos sin cubierta vegetal (Goldhammer y Snyder, 1989). Antes de iniciarse los tratamientos diferenciales de riego, los árboles se regaban para satisfacer sus necesidades hídricas (ETc).

La totalidad de las medidas se efectuaron en los árboles de control, que fueron los cuatro centrales de la parcela. Semanalmente se determinó el potencial de tronco al mediodía solar sobre hojas cubiertas al menos una hora antes ( $\Psi_t$ ), situadas en la zona baja del tronco, con una cámara de Scholander (McCutchan y Shackel, 1992). Para cuantificar el vigor y el crecimiento vegetativo se midió mensualmente el perímetro de tronco con una cinta métrica y se pesó la madera de poda invernal de cada uno de los árboles control, tomando muestras para posterior secado a 65°C y determinar el contenido de humedad de las mismas. No fue posible controlar el peso de la poda en verde al respetar el procedimiento mecanizado que se realizaba en la finca. La recolección se efectuó en varias pasadas, según las prácticas habituales de la finca, y en cada una de ellas se pesó la cosecha de cada uno de los árboles control, para posteriormente contar y clasificar por calibres la totalidad de los frutos.

En el procesado de datos se utilizó el programa estadístico SPSS, realizando un análisis de la varianza (ANOVA) y el test de Duncan para establecer las diferencias entre medias en caso de obtener diferencias significativas.

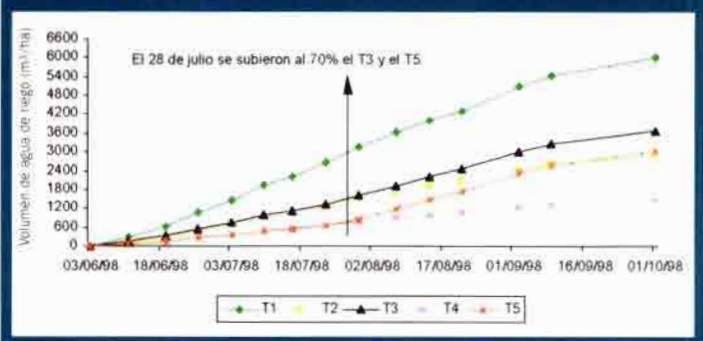
## Resultados y discusión

### Agua aplicada

La **figura 1**, correspondiente al año 98, muestra las diferencias entre tratamientos en volumen de agua aplicada con el riego para el período de postrecolección, momento a partir del cual se iniciaban los tratamientos diferenciales de riego, con el mismo

**FIGURA 1.**

Agua de riego aplicada acumulada en el año 1.998, a lo largo del periodo de postcosecha, cada punto representa la media de las medidas lecturas de cuatro contadores.



patrón para años posteriores. Como estaba previsto, el tratamiento más regado fue el tratamiento control en el que se trató de ajustar la dosis de riego para satisfacer las necesidades hídricas de los árboles a lo largo de todo el ciclo de cultivo. Se puede ver que hay una primera fase con dos niveles de riego diferentes (50 y 25% de la ETc) y a partir del 28 de julio se elevó la dosis de riego en T3 y T5 hasta finalizar la campaña de riego a finales de septiembre. En el año 1999, en el que se adelantaron las lluvias, no

**FERTILIZANTES  
Y PRODUCTOS  
FITOSANITARIOS**

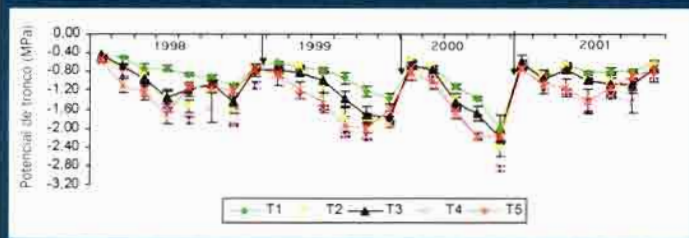
**LUQSA**  
LERIDA UNION QUIMICA / SA

<http://www.luqsa.com>  
info@luqsa.com

Afueras, s/n. 25173 SUDANELL (LLEIDA)  
Tel. 973 25 82 56 - Fax 973 25 80 19

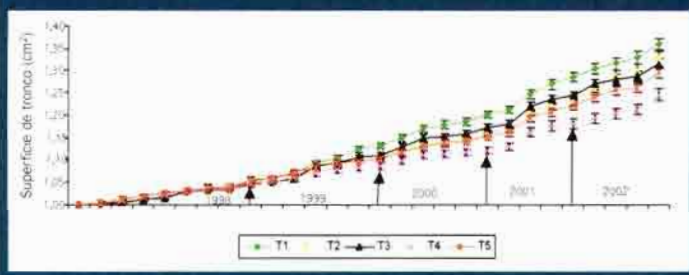
**FIGURA 2.**

Evolución interanual del potencial hídrico de tronco. Cada punto es la media de cuatro árboles. Las barras representan el error estándar de la media.



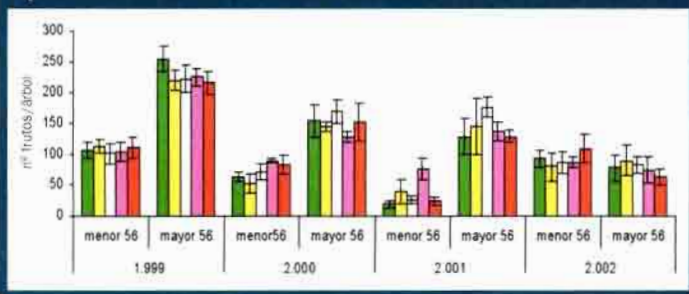
**FIGURA 3.**

Evolución interanual del crecimiento de la sección de tronco. Cada punto es la media de 16 árboles. Las barras representan el error estándar de la media.



**FIGURA 4.**

Distribución por calibres de la producción, entre comerciales (mayor de 56 mm) y no comerciales (menor de 56 mm). Las barras representan el error estándar de la media.



se llegó a incrementar el riego en T3 y T5 y en los dos años posteriores se decidió retrasar un mes más la subida del riego en estos tratamientos.

El empleo de estrategias de recorte de caudal en postcosecha permitió reducir de forma considerable la cantidad de agua aplicada, aunque esta cantidad difirió entre años, así en el 98 las diferencias entre tratamientos fueron más marcadas, mientras que en el 2001 debido a las lluvias otoñales disminuyó sensiblemente la cantidad de agua de riego en todo el ensayo (cuadro I), siendo también menores las temperaturas en esta campaña comparadas con los otros años. El ahorro de agua en cada tratamiento respecto del control, considerada la media de los cuatro años de ensayo, osciló entre 422 mm/año para el tratamiento T4 y 199 mm/año para el T3. Si consideramos el período postreco-

lección de la campaña de riego, supuso entre un 65 y un 26 % del total de agua empleada para regar la plantación de acuerdo a sus necesidades hídricas.

**Estado hídrico**

La evolución estacional del  $\Psi_t$  a lo largo de los cuatro años de ensayo (figura 2) muestra que el tratamiento más regado mantuvo potenciales más altos, a pesar de producirse un cierto descenso estacional, que fue más acusado en el año 2000 y casi inexistente en 2001. En el año 2002 hubo problemas en el sistema de riego en la finca, por lo que se indujo un cierto déficit incluso en el tratamiento control. En todos los años T4 fue el tratamiento más estresado al ser también el menos regado. Los tratamientos T2-T3 y T4-T5 mantuvieron una evolución similar cuando se regaron con la misma dosis de riego, hasta el momento en que se elevó éste, observándose una recuperación posterior del potencial en T3 y T5 en relación a T2 y T4, aunque no llegaron a igualarse con T1, lo que indica que se mantuvo un cierto déficit hídrico, aunque hay que tener en cuenta que la dosis de agua de riego seguía siendo inferior al control. En el año 1999 no se produjo la recuperación al no elevarse la dosis de riego en estos tratamientos.

**Vigor y crecimiento vegetativo**

Uno de los objetivos perseguidos con el riego deficitario es el control del vigor en plantaciones intensivas; en este sentido, en la figura 3 se observa el efecto de los diferentes tratamientos sobre el vigor de los árboles medido como el crecimiento de la sección del tronco. Como se puede ver, en el primer año no se llegaron a establecer diferencias entre tratamientos, ya que las diferencias en estado hídrico se manifestaron tras la explosión primaveral de crecimiento. A partir del segundo año estas diferencias empiezan a ser claras y acordes con los tratamientos: el T1 (control) tuvo el crecimiento más vigoroso, mientras que la reducción del riego al 25% (T4) dio lugar a la mayor pérdida del vigor, con valores intermedios para los tres tratamientos restantes. Si se comparan T3 y T5 con T2 y T4, podemos ver que la recuperación final de los árboles apenas tuvo efecto sobre el vigor de T3 en relación a T2, pero sí se incrementó sensiblemente en el tratamiento más estresado (T5), donde la recuperación del estado hídrico también fue más marcada (figura 2).

Los controles efectuados sobre la madera de poda invernal (cuadro II), confirman la reducción del crecimiento vegetativo por efecto del déficit hídrico en los tratamientos menos regados. El incremento del riego en T5 elevó significativamente la madera de poda respecto de T4, lo que coincide con la evolución observada en la sección de tronco (figura 3), mientras que no se observaron

**CUADRO I. CUADRO RESUMEN DE RIEGO EN EL PERIODO POSTCOSECHA Y LOS PORCENTAJES DE CADA TRATAMIENTO RESPECTO DEL CONTROL. ETC ES LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO EN DICHO PERIODO**

ETC(mm) Precipitación efectiva (mm)	1998		1999		2000		2001		Media	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Agua aplicada (m³/ha)	777		783		796		669		756	
	230		197		197		203		207	
T1	6.018	100	6.449	100	5.769	100	4.500	100	5.684	100
T2	2.907	48	2.589	40	3.124	54	3.113	69	2.933	52
T3	3.690	61	3.830	59	3.730	65	3.536	79	3.696	65
T4	1.507	25	1.750	27	1.347	23	1.260	28	1.466	26
T5	3.032	50	1.808	28	1.751	30	2.419	54	2.252	40

# Siapton®



## EL ARTE DE HACER COSECHAS

ISAGRO  ESPAÑA



Los tratamientos de riego deficitario no tuvieron repercusiones negativas sobre la producción total de la fruta.

diferencias entre T2 y T3. El efecto del déficit hídrico sobre la madera de poda fue más claro al considerar sólo la madera de poda de un año, ya que los crecimientos del año anterior se pudieron ver directamente afectados por la estrategia de riego de ese año, mientras que sobre la madera de más de un año influyen los antecedentes de años anteriores, así como los criterios de renovación de madera que se adopten en el año.

**Producción**

Las producciones obtenidas fueron buenas considerando las producciones habituales de variedades tempranas en la zona, con las oscilaciones interanuales normales debidas a las condiciones agroclimáticas dominantes. En el año 2001 la cosecha fue menor, ya que hubo problemas de falta de frío durante los primeros meses del año, lo que provocó caída de yemas de flor. Al igual que sucede con la evolución de frutos, los tratamientos de riego deficitario postcosecha no tuvieron repercusiones negativas sobre la producción total de fruta, no observándose diferencias significativas en ninguno de los años (cuadro III), aunque la producción de T4 tiende a ser más baja. Tampoco hubo diferencias significativas en número de frutos por árbol ni en producción de fruta en función de la sección de tronco.

Un aspecto importante en el valor de la cosecha es la distribución de los calibres. En variedades tempranas se admiten como comerciales calibres menores que en variedades de media estación o tardía. En la figura 4 se ha clasificado el número de frutos por árbol como inferiores y superiores a 56 mm. Se ha tomado este valor como referencia de calibre comercial, teniendo en cuenta que algunos años calibres inferiores se consideran

**CUADRO II. PESO DE LA MADERA DE PODA INVERNAL DE UN AÑO Y TOTAL, EXPRESADA EN KG/ÁRBOL Y G/CM2 DE SECCIÓN DE TRONCO. N.S. NO SIGNIFICATIVO; \* SIGNIFICATIVO P< 5%; \*\* SIGNIFICATIVO P<1%. LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS P< 5%.**

	Madera de poda de un año (kg/árbol)			Madera de poda de un año (g/cm <sup>2</sup> )			Total (kg/árbol)		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
T1	8.1	6,9ab	5,8b	62.3	51,7ab	40b	17.3	16.7	16.6
T2	6.6	7,6ab	5,9b	15.2	60,1b	44,4b	15.1	18.4	15.3
T3	8.2	7,1ab	6,3b	65.2	59,2b	48,2b	15.5	18.6	15.6
T4	5.6	4,3ab	3,6a	45.3	32,8a	25,6a	11.8	14.8	12.2
T5	6.8	5,0ab	5,9b	56.8	36a	40b	12.6	16.8	13.2
significación	n.s	*	**	n.s	**	**	n.s	n.s	n.s

también válidos. En la figura 4 se aprecia que no existe un efecto claro del tratamiento sobre la distribución de calibres y, por tanto, a priori no parece existir un cambio en el valor de la cosecha como consecuencia de la aplicación de tratamientos de riego deficitario.

Si atendemos a los valores medios de los cuatro años de ensayo, las producciones fueron similares entre tratamientos, sin embargo, las diferencias en volúmenes de agua de riego aplicados fueron notables, por lo que la eficiencia en el uso del agua, referida a kilogramos de fruta producida por m<sup>3</sup> de agua fue muy diferente en cada tratamiento, desde más de 8 kg de fruta en el menos regado (T4) a algo menos de la mitad (4 kg/m<sup>3</sup>) en el tratamiento control, con valores intermedios en el resto de los tratamientos. ■

**CUADRO III. PRODUCCIÓN DE FRUTA TOTAL EN KG/HA. N.S. NO SIGNIFICATIVO; \* SIGNIFICATIVO P< 0,05, \*\* SIGNIFICATIVO P< 0,01.**

	Producción (kg/ha)				
	1999	2000	2001	2002	Media
T1	37.330	23.077	16.868	28.442	26.429
T2	30.486	22.442	17.032	28.219	24.545
T3	29.493	27.164	21.656	31.774	27.522
T4	31.596	21.890	20.323	23.442	24.313
T5	30.290	24.463	16.215	29.441	25.102
Media significación	31.839	23.807	18.419	28.264	25.582

**CONCLUSIONES**

Al reducir el aporte de agua en postcosecha en una plantación de melocotonero temprano, además de ahorrar un volumen considerable de agua de riego y otros costes asociados, se redujo sensiblemente el vigor de los árboles, disminuyendo el peso de la madera de poda, sin pérdidas en el valor de la cosecha. El menor vigor de los árboles no sólo permitió disminuir la intensidad de la poda, sino que mejoró la aireación e iluminación de la zona interna del árbol, lo que supone ventajas agronómicas considerables.

A la vista de estos resultados de cuatro años de ensayo, el empleo de "estrategias de riego deficitario" en el periodo postcosecha es una práctica recomendable para variedades tempranas de melocotonero, que entraña pocos riesgos, ya que al inducir el estrés en un momento del ciclo en que los frutos no están presentes en el árbol, no tiene influencia a corto o medio plazo en la cosecha.

Los tratamientos aplicados comprendieron niveles de estrés de muy severos a moderados, no observándose en ningún caso un efecto significativo en la cosecha. Sin embargo, dado que no se ha llegado a evaluar el efecto a largo plazo y teniendo en cuenta que en el tratamiento menos regado se producía una pérdida sensible de vigor más marcada al avanzar los años de ensayo, habría que valorar el efecto de un debilitamiento progresivo de los árboles sobre la vida media de la plantación. ■

**Bibliografía**

Chalmers D.J., Mitchell, P.D. y Jerie P.H. 1984. The physiology of growth control of peach and pear trees using reduced irrigation. Acta Hort. 146: 143-149.

Goldhammer D.A. y Snyder R.L. 1989. Irrigation scheduling. A guide for efficient on farm water management. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Leaflet 21454. 67pp.

McCutchan, H. y Shackle K.A. 1992. Stem water potential as sensitive indicator of water stress in prune trees (*Prunus domestica* L. Cv. French). J. Am. Soc. Hort. Sci. 117(4): 607-611.

Mitchell P.D., Jerie P.H. y Chalmers D.J. 1984. Effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering and yield. J. Am. Soc. Hort. Sci. 109: 604-606.

Ruiz-Sánchez M.C. y Girona, J. 1995. Investigaciones sobre riego deficitario controlado en melocotonero. En: Riego Deficitario Controlado. Eds. Zapata M. Segura P. Mundi Prensa. Pp. 69-95.