

NECESIDADES DE RIEGO Y MANEJO DEL RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO EN DISTINTAS SITUACIONES

Manejo del riego en el cultivo del melocotonero

En este artículo se expone de forma teórica y práctica, el método del balance hídrico que determina qué volumen de agua es capaz de evapotranspirar una plantación de melocotoneros en condiciones normalizadas, muy útil para no co-

meter grandes errores con el riego. Además, se analiza la efectividad de las técnicas de riego deficitario controlado en este cultivo en función de distintos factores como la profundidad del suelo y su capacidad de almacenamiento de agua.

■ Dr. Joan Girona i Gomis.

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA).
Tecnologia del Riego.

Los cultivos requieren el agua para mantener su sistema productivo activo y básicamente sus dos procesos esenciales (fotosíntesis y crecimiento vegetativo) en el estado más idóneo para obtener los objetivos productivos y de estado de la plantación deseables. Aunque esta afirmación inicial sería el preámbulo idóneo para cualquier cultivo, el en caso de los frutales y en particular en el melocotonero adquiere un especial relieve, ya que la información disponible en el tema de la gestión del estado hídrico es más amplia en este cultivo y porqué es quizás uno de los cultivos donde la calidad se valora con más intensidad.

Método del balance hídrico

El método del balance hídrico, el más empleado para determinar las necesidades de riego de los cultivos, determina de forma empírica qué volumen de agua puede evapotranspirar un huerto, en este caso de melocotoneros, en un día y se denomina evapotranspiración del cultivo (ETc). Esta determinación la hace a partir de la evapotranspiración de referencia (ETo) que nos proporcionan las estaciones agroclimáticas y de un coeficiente de cultivo (Kc) que adapta el valor obtenido de la ETo a



FOTO: Francisco Miramau.

la ETc del huerto de melocotoneros, utilizando la **expresión 1**.

Expresión 1.

$$ETc = ETo \text{ (mm·día o l/m}^2 \text{ y día)} * Kc$$

(adimensional y variable en función del estado vegetativo).

Los valores de Kc para árboles en pleno desarrollo que se presentan en el **cuadro 1** deben utilizarse, como orientativos y, en cualquier caso, sujetos a la evolución del ciclo anual del cultivo. En el caso de que se tratase de una parcela joven o con menos desarrollo vegetativo, donde el

porcentaje de suelo sombreado al mediodía fuese menor del 65%, debería aplicarse la **expresión 2**.

Expresión 2.

$$ETc = ETo * Kc * Kr$$

donde Kr relaciona el % de suelo sombreado y el % de gasto potencial de agua (**figura 1**).

Una vez determinada la ETc, debe calcularse el aporte de agua de riego necesario (NR) para cubrir el gasto previsto, y que se determina sustrayendo de la ETc, la lluvia efectiva (P_{ef} , determinada como una fracción de la lluvia real)

que haya podido suceder en el período de tiempo utilizado en la programación (normalmente una semana), según la **expresión 3**.

Expresión 3.

$$NR = ETc * P_{ef}$$

Finalmente la cantidad de agua a aplicar por un sistema de riego (NRR) será el valor de las necesidades de riego (NR) divididas por la eficiencia del sistema de riego (E_{sr} , **cuadro II**), según la **expresión 4**.

Expresión 4.

$$NRR = NR / E_{sr}$$

En el **cuadro II** se presentan algunos valores estimativos de lo que pueden ser las eficiencias de riego de diferentes sistemas, entendiendo que en función del manejo que se haga de los mismos, estos valores pueden variar de forma muy considerable. En realidad se ha podido constatar la existencia de instalaciones de riego localizado (gota a gota) con eficiencias en la aplicación de agua inferiores a 0,35.

Tan solo en el caso de que existan problemas de salinidad motivados por el agua de riego o por el propio suelo, deberían aplicarse unas fracciones de lavado que aumentasen el volumen final de agua de riego con el fin de disponer de un exceso de agua que se utilizaría para lavar las sales e impedir que se acumulen cerca de las raíces.

Ejemplo práctico

Supongamos que nos encontramos en la zona productora de Carlet y pretendamos evaluar los requerimientos hídricos y el tiempo de riego de una plantación que se define así:

- Especie: melocotonero.
- Variedad: cualquiera de recolección en el mes de agosto.
- Marco de plantación: 5 x 4 m.
- % de área sombreada: 85%.
- Sistema de riego: localizado (goteros).
- Eficiencia del sistema de riego: 0,92 (suponemos que funciona muy bien).
- N° de emisores/árbol: 4.
- Caudal de los emisores: 4 l/h.

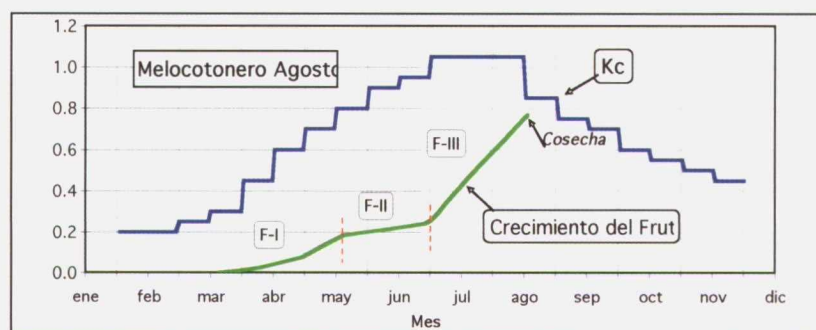
Si nos encontramos en la segunda semana del mes de julio y hemos obtenido los datos semanales de la estación climática más cercana (E_{To} y P) y el K_c del **cuadro I**, tendríamos los siguientes valores:

Valores de K_c para el cultivo del melocotonero.

COEFICIENTES DE CULTIVO (K_c)

Ficha: Kc-01	
Cultivo:	MELOCOTONERO
Variedad:	Tipo AGOSTO

Del	al	K_c	Observaciones
01-feb	15-feb	0.20	
16-feb	28-feb	0.20	Aparición de los primeros indicios de hojas
01-mar	15-mar	0.25	(≈ 5 de Marzo) Plena floración
16-mar	31-mar	0.30	(≈ 20 de Marzo) Aparición de las primeras hojas completas
01-abr	15-abr	0.45	
16-abr	30-abr	0.60	
01-may	15-may	0.70	(≈ 20 Mayo) Final de la Fase I de Crecimiento del Fruto
16-may	31-may	0.80	
01-jun	15-jun	0.90	
16-jun	30-jun	0.95	(≈ 28 Junio) Inicio de la Fase III de Crecimiento del Fruto
01-jul	15-jul	1.05	
16-jul	31-jul	1.05	
01-ago	15-ago	1.05	(≈ 10 - 15 Agosto) Cosecha
16-ago	31-ago	0.85	
01-sep	15-sep	0.75	
16-sep	30-sep	0.70	
01-oct	15-oct	0.60	
16-oct	31-oct	0.55	
01-nov	15-nov	0.50	
16-nov	30-nov	0.45	



OBSERVACIONES GENERALES

Cobertura Completa, Sistema de Formación en Vaso, MP 5x3, Producción media 40 tm/añ

F-I, F-II i F-III indican las tres fases típicas de crecimiento del fruto

Cobertura del suelo sin cuidar en el verano. Cuando el árbol aún no produce se debe utilizar el factor de corrección de sombreadamiento

Referencias documentales

IRTA; Goldhamer i Snyder, 1989

- $E_{To} = 42,3 \text{ mm/semana} = 6,04 \text{ mm/día}$.
- $P = 0,0 \text{ mm/semana} = 0,00 \text{ mm/día}$; $P_e = 0,00 \text{ mm/día}$.
- $K_c = 1,05$.

Dado que el porcentaje de área sombreada de la explotación es superior al 65%, pasamos

directamente a las expresiones:

- $ETc = 6,04 \times 1,05 = 6,34 \text{ mm/día}$.
- $NR = 6,34 - 0,00 = 6,34 \text{ mm/día}$.
- $NRR = 6,34 / 0,92 = 6,89 \text{ mm/día}$.

En definitiva, debemos aportar 6,89 mm/día de agua de riego. Ahora debemos determinar el

tiempo de riego de nuestra instalación para aplicar esta cantidad de agua, y para ello utilizaremos las siguientes expresiones:

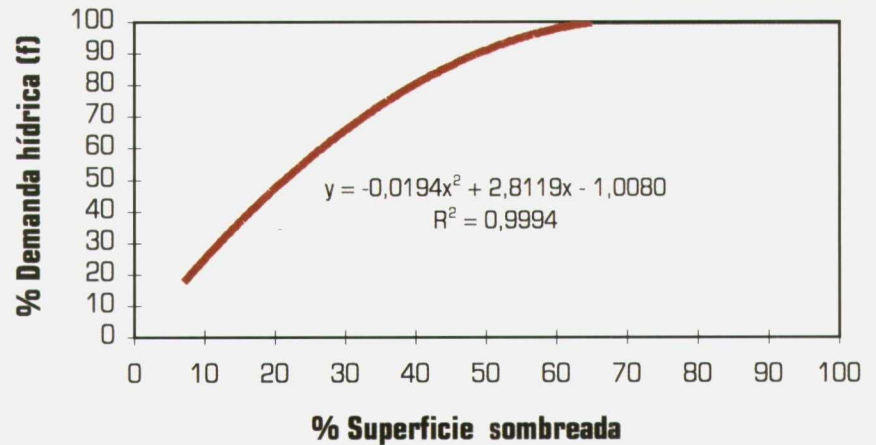
- AR (agua a aplicar en cada riego en mm) = NRR (mm/día) x intervalo entre riegos IR (días).
- SOA (superficie ocupada por un árbol o marco de plantación en m²)= espacio entre filas x distancia entre árboles.
- QA (caudal por árbol en l/h) = NEA (nº de emisores por árbol) x Qi (caudal del emisor, l/h).
- PR (precipitación del sistema de riego en mm/h) = QA (l/h)/SOA (m²).
- TR (tiempo de riego en horas) = AR (mm)/PR (mm/h) = (horas) ➔ (horas: minutos).

Partiendo de que en julio regaremos con una frecuencia diaria, tenemos:

- AR = 6,89 mm/día x 1 día = 6,89 mm.
- SOA = 5 m x 4 m = 20 m² y árbol.
- QA = 4 x 4 l/h = 16 l/h y árbol.
- PR = QA/SOA = 16 l/h y árbol/20 m² y árbol = 0,8 l/m² y hora = 0,8 mm/h.
- TR = AR/PR = 6,89 mm/0,8 mm/h = 8,61 h.
- Y si transformamos las horas en minutos, obtenemos 8 h 36 min.

FIGURA 1.

Relación entre el % de demanda hídrica ($K_r = (E_{Tr}/E_{Tm}) \cdot 100$) y el % de superficie de suelo sombreada (Fereses *et al.*, 1981).



Algunas consideraciones

El resultado de esta metodología nos permite determinar qué volumen de agua es capaz de evapotranspirar una plantación de melocotone-ro en condiciones normalizadas; no obstante, es

evidente que hay muchos factores locales o microlocales que no se han tenido en cuenta en esta aproximación a la realidad. Es por ello que denominamos a la metodología expuesta como una aproximación a la realidad, que es muy útil

Sembradora arrastrada para mínimo laboreo AMAZONE CIRRUS



- Preparación del terreno mediante grada de discos con ajuste hidráulico de profundidad.
- Capacidades de tolva de hasta 5000 litros.
- Rodillos compactador de 800 mm. de diámetro.
- Discos de siembra RoTec +
- Ancho de trabajo: 3, 4, 6, 8 y 9 metros.
- Control de las funciones hidráulicas y calibración mediante el ordenador AMATRON +



"Dedicación y Tecnología Cosechando Éxitos"

Teléfono 979 728 450
www.deltacinco.es

IMPORTADOR EXCLUSIVO
PARA ESPAÑA



AMAZONE



para no cometer grandes errores con el riego, pero que debemos corregir en función de cómo vemos a los árboles o por métodos orientativos.

Riego deficitario controlado en melocotonero

La introducción del riego deficitario controlado (RDC) al inicio de los 80 (Chalmers *et al.*, 1981; Mitchell *et al.*, 1984) supuso un nuevo estímulo para la investigación y la determinación de los requerimientos hídricos de los árboles frutales, especialmente cuando se pretendía a través del manejo del riego y de las situaciones de estrés hídrico, controlar el crecimiento vegetativo excesivo.

El crecimiento del fruto y de la vegetación en el melocotonero

Tal y como se indica en la **figura 2**, el crecimiento del melocotón presenta una doble sigmoide, con una primera fase de crecimiento desde el cuajado hasta finales de mayo (fase I), una se-

CUADRO II.
Eficiencia de aplicación de agua (E_{sr}) de los diferentes grupos de riego.

Sistema de Riego	Eficiencia de aplicación	E_{sr}
Localizado	90 - 95 %	0,9-0,95
Aspersión	75 - 85 %	0,75-0,85
Gravedad	50 - 65%	0,5-0,65

gunda fase donde el fruto prácticamente no crece y básicamente lo que ocurre es el endurecimiento del hueso (fase II) y finalmente una tercera fase caracterizada por un crecimiento rápido del fruto (fase III). Siguiendo esta misma división por fases, se observa cómo en fase I el crecimiento vegetativo (expresado en la **figura 2** como longitud de las brotaciones) es considerable, que en fase II el crecimiento es muy importante, y que en fase III, siempre que exista una carga razonable de fruto, este crecimiento está totalmente ralentizado.

Los primeros trabajos de RDC en melocotonero

Al final de la década de los 70, se hicieron muy populares las plantaciones de alta densi-

dad en algunas zonas productoras como Australia, donde un grupo de investigadores estudió diferentes formas de controlar el crecimiento vegetativo excesivo que impedía el cultivo racional. Entre las distintas formas, se estudió la posibilidad utilizar el déficit hídrico como elemento de control, ya que el crecimiento vegetativo es altamente sensible a la falta de agua (Hsiao, 1972).

Así, se pensó que un déficit hídrico no excesivo, basado en la reducción del 50% del agua de riego que se aplicase a un tratamiento bien regado durante fase II, reduciría el crecimiento vegetativo y afectaría poco al crecimiento del fruto, debido a que en esta fase el crecimiento vegetativo es máximo y el crecimiento del fruto muy reducido (**figura 2**).



Segadoras-acondicionadoras KRONE EASYCUT

- Modelos suspendidos, arrastrados y combinación triple
- Disponibles en todas las anchuras de trabajo (desde 2,00 hasta 8,70 metros).
- Barras de corte completamente soldadas y selladas para una mayor resistencia.
- Suspensión EASYCUT BALANCE con sujeción en el centro de gravedad.



Teléfono 979 728 450
www.deltacinco.es

**IMPORTADOR EXCLUSIVO
PARA ESPAÑA**



AMAZONE



La aplicación de esta propuesta se realizó en un ensayo experimental (Chalmers *et al.*, 1981), presentándose en el **cuadro III** los dos resultados más interesantes: control (árboles bien regados) y RDC (árboles regados igual que los del control, excepto durante fase II en la redujo la cantidad al 50%).

La aplicación de estos tratamientos produjo una reducción significativa del crecimiento vegetativo, sin afectar negativamente a la producción, sino al contrario, observándose un incremento en el peso medio del fruto y en la producción tanto total como de frutos comerciales (**cuadro IV**). Este efecto totalmente inesperado al plantear el experimento, abrió las puertas a las especulaciones de cómo el estrés hídrico puede afectar a la producción. Actualmente sabemos de la potencialidad del manejo del estrés hídrico como regulador del crecimiento vegetativo.

Otros trabajos de RDC en melocotonero

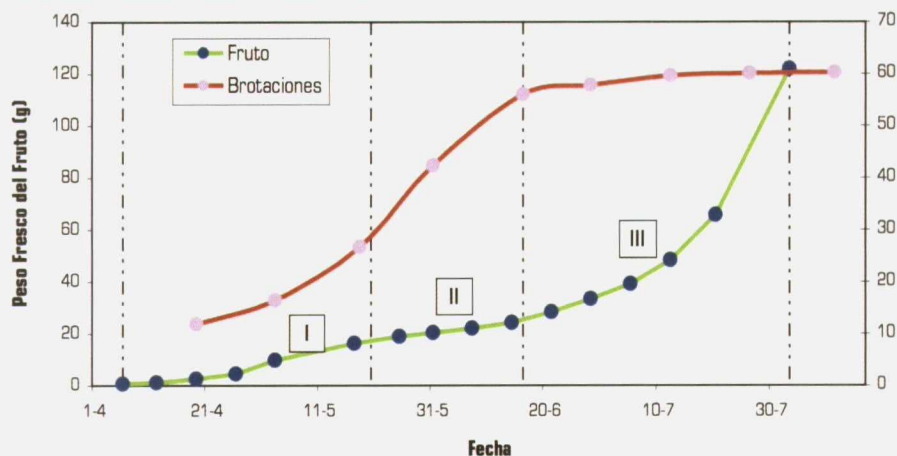
Un ejemplo de RDC en suelos profundos y alta capacidad de retención de agua

Otros grupos de investigadores han intentado, con diferente éxito, aplicar las estrategias de riego deficitario descritas por Chalmers (Mitchell *et al.*, 1984; Girona, 1989; Li *et al.*, 1989; Johnson *et al.*, 1992; Girona *et al.*, 1993; Bolland *et al.*, 1993; Goldhamer *et al.*, 1999; Girona *et al.*, 2004; Girona *et al.*, 2005). Uno de los primeros se realizó en California con un suelo extremadamente profundo y una muy alta capacidad de retención de agua en el suelo lo que obligó a una redefinición de los tratamientos (Girona, 1989; Girona *et al.*, 1993) con una reducción del aporte de agua en fase I, para ir adecuando el suelo, de tal forma que en fase II la planta pudiera ser sometida a un estrés hídrico significativo. Los tratamientos de riego se definieron como aparece en el **cuadro V**.

Aunque en este caso hubo también una reducción del crecimiento vegetativo, determinado en base al incremento relativo del perímetro del tronco (IRPT) (**cuadro VI**), sí que existió un efecto negativo sobre la producción y básicamente sobre el tamaño final del fruto (**cuadro VI**), de tal forma que el tamaño medio del fruto fue considerablemente menor en el tratamiento de RDC que en el control, y consecuentemente la producción, ya que el número de frutos no se había visto afectado.

La razón por la cual, en este caso, los frutos de RDC fueron menores que los del tratamiento control se debe a que, por una parte,

FIGURA 2. Evolución estacional del crecimiento del peso fresco del melocotón y de la longitud de las brotaciones (Girona *et al.*, 2004).



CUADRO III. Definición de los tratamientos de riego aplicados en el trabajo experimental de RDC en melocotonero.

Tratamiento	Riego Aplicado (l/m ² y árbol)			Total (%)
	Fase I	Fase II	Fase III	
Control	342	243	704	100
RDC	342	117	704	90

Chalmers *et al.*, 1981.

CUADRO IV. Respuesta productiva del melocotonero a los tratamientos de riego aplicados en el trabajo experimental de RDC en melocotonero.

Tratamiento	Riego (%)	Peso medio del fruto (g)	NFA	Producción (kg/árbol)		
				Total	Comercial	Ac. 3 Años
Control	100	132	112	14,8	12,7 b	24,4 b
RDC	90	139	125	17,5	14,8 a	27,0 a

Chalmers *et al.*, 1981. Datos del tercer año de ensayo.

CUADRO V. Definición de los tratamientos de riego aplicados en el trabajo experimental de RDC de melocotonero en California.

Tratamiento	Riego Aplicado (% sobre control)			Total	
	Fase I	Fase II	Fase III	(mm)	(%)
Control	100	100	100	1.200	100
RDC	50	25	100	720	60

Girona *et al.*, 1993.

no se pudo recuperar el déficit de agua en el suelo al inicio de la fase III (**figura 3**) hasta pasadas cuatro semanas desde el inicio de fase III, y por otra a que durante la fase I ya se había sometido a la planta a un cierto déficit (**figura 3**), y dada la sensibilidad del crecimiento del fruto

en fase I al déficit hídrico (Girona *et al.*, 2004), parece evidente que algún efecto habría tenido. En definitiva que en suelos profundos, y especialmente donde la humectación de este suelo en profundidad es dificultoso, no resulta tan fácil la aplicación del RDC.

ENTE[®]TEC[®]

Alta tecnología para una mejor fertilización.

ENTE[®]TEC[®]



ENTE[®]TEC[®], la mayor innovación en fertilizantes de los últimos años, permite obtener cosechas abundantes y de calidad, con el mínimo esfuerzo y respetando el medio ambiente. El nitrógeno de ENTE[®]TEC[®] se encuentra estabilizado por el inhibidor de la nitrificación DMPP, desarrollado por BASF y comercializado por K+S.

La tecnología ENTE[®]TEC[®] disminuye las pérdidas de nitrógeno por lavado. Además permite reducir el número de abonados, con el ahorro y comodidad que ello supone.

Ahora, en K+S Nitrogen hemos adaptado nuestra estrategia para que todavía más agricultores puedan utilizar ENTE[®]TEC[®] y beneficiarse de sus excelentes resultados en todos los cultivos.

[®] Marca registrada del grupo K+S

K plus S Española, S.L.
División K+S Nitrogen
Joan d'Austria 39-47 08005 Barcelona
Tel. 93 224 72 22 Fax. 93 221 41 93
Una empresa del grupo K+S

k+s nitrogen

Un ejemplo en suelos superficiales y baja capacidad de retención de agua

Unos años más tarde, en una parcela comercial de melocotonero de la zona del Baix Segre (Lleida), y concretamente en el término municipal de Aitona, se planteó de nuevo un ensayo de RDC en melocotonero, especialmente para evaluar la posibilidad de uso de la técnica del RDC en suelos superficiales y con una limitada capacidad para almacenar agua.

Habiéndose aplicado cantidades no muy diferentes de agua de riego (**cuadro VII**) se obtuvieron importantes reducciones en el crecimiento vegetativo (**figura 4**) debido a que se consiguió estresar hídricamente los árboles durante la fase II, donde los valores de θ_h en RDC son mayores que los de control en la fase II, y justo en esta fase es donde se produce una mayor limitación del crecimiento vegetativo, como ilustra claramente la evolución estacional de la longitud de brotaciones en la **figura 4**.

La recuperación de potenciales de hoja en la fase III, fue bastante mejor que la observada en el ensayo de California, por lo que el efecto sobre el crecimiento del fruto fue totalmente inexistente. Con una carga de frutos similar entre los dos tratamientos, en el primer año de ensayo, se observa que el peso medio del fruto es prácticamente idéntico entre los dos tratamientos (**cuadro VIII**), mientras que en años posteriores y debido a los efectos acumulados de la aplicación de las estrategias de riego, se observó un claro efecto sobre el cuajado y la carga final de frutos, lo que motivó un efecto colateral sobre el tamaño final del fruto.

Un aspecto positivo del RDC en este caso, fue que limitó en gran parte la caída de frutos típica de la variedad Sudanell, utilizada en esta parcela comercial, siendo éste un efecto que se repitió con gran rotundidad durante los tres años de ensayo (**cuadro VIII**).

Otro de los efectos del manejo adecuado del déficit hídrico en árboles fruta-

FIGURA 3.

Evolución estacional del contenido de agua en el suelo en respuesta a dos tratamientos de riego (Girona *et al.*, 1993).

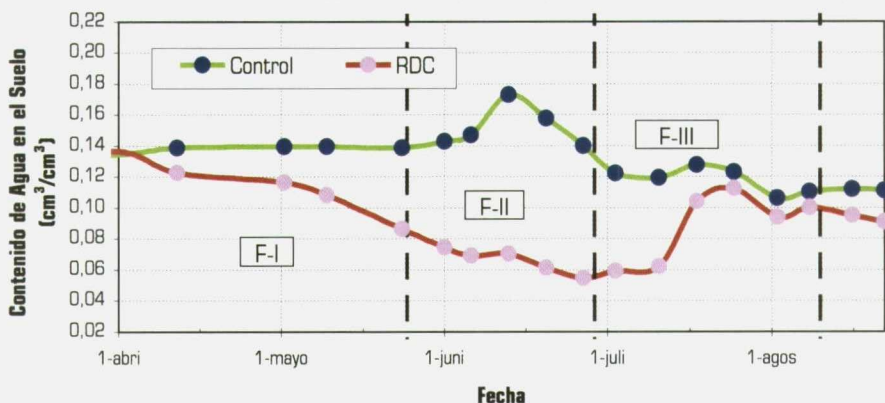
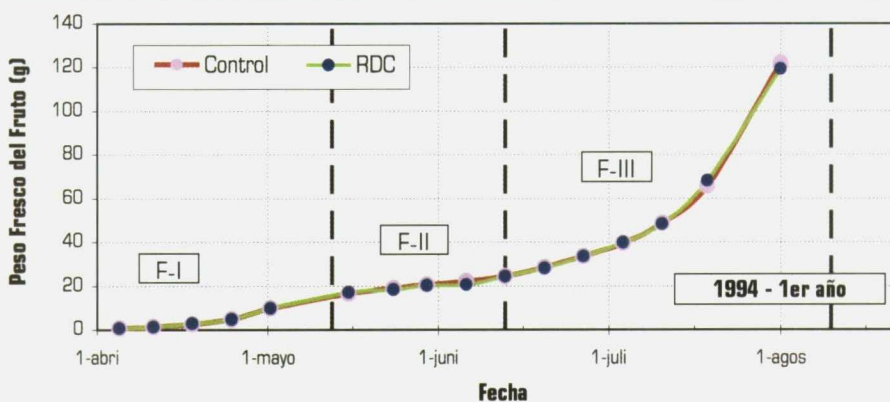


FIGURA 4.

Evolución estacional del peso fresco del fruto de melocotoneros sometidos a dos tratamientos de riego (Girona *et al.*, 2003).



les, que se observó en este ensayo fue la mejora de la calidad de los frutos, de tal forma que los frutos obtenidos en árboles sometidos a RDC, presentaban para un mismo nivel de color valores de dureza netamente superiores a los de Control (13,5 kg/cm² en RDC frente a 9,5 kg/cm² al control), lo que suponía una gran ventaja en el manejo y conservación del producto.

Ejemplo en suelos profundos no compactos

En un trabajo posterior a los citados anteriormente se estudio la posibilidad de aplicar estrategias de RDC en suelos menos problemáticos que los californianos (con una capacidad de rehidratación mayor cuando llegan a un punto de desecación elevado), y aplicando estrategias de introducir el estrés en la fase II más extremas (recortando el agua de riego hasta que se llega a un nivel de déficit deseado, y después manteniendo un cierto nivel de estrés hídrico hasta final de la fase II).

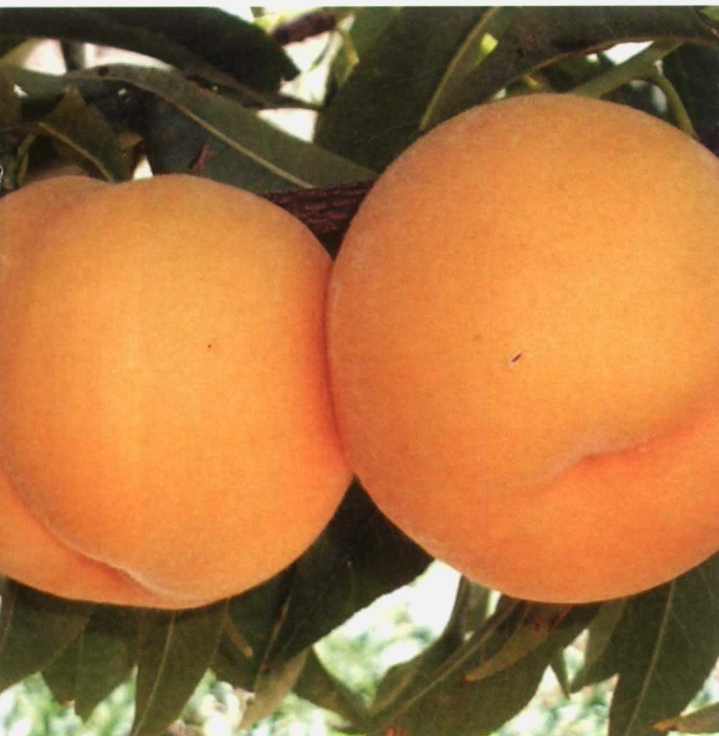
Así se observó un control considerable del crecimiento vegetativo de los árboles frutales (**cuadro IX**), con importantes reducciones del agua de riego aportada (casi un 20%) y manteniendo prácticamente idénticas las producciones que se obtienen en el tratamiento Control.

CUADRO VI.

Respuesta productiva y vegetativa del melocotonero sometido a diferentes tratamientos de riego en California.

Tratamiento	Riego (%)	Peso medio del fruto (g)	NFA	Producción (kg/árbol)	IRPT ¹ (%)
Control	100	224,7 a	149	33,2 a	71,1 a
RDC	60	208,7 b	144	29,7 b	65,3 b

⁽¹⁾ IRPT = incremento relativo del perímetro de tronco. Girona, 1989.



Aunque el RDC fue originariamente orientado a reducir el crecimiento vegetativo y mejorar el crecimiento del fruto, se han descrito otras ventajas como la tendencia general a mejorar aspectos cualitativos

Al igual que había sucedido en el ensayo de suelos superficiales, en éste se observa una mejora de la calidad en los melocotones obtenidos en RDC, y aunque de otra variedad Andros y en otras condiciones de cultivo, los factores afectados mejoran significativamente la calidad de los frutos.

Consideraciones finales sobre el RDC

La introducción del riego deficitario controlado (RDC) a principios de los 80 (Chalmers *et al.*, 1981; Mitchell *et al.*, 1984) sirvió para entender que es posible jugar con ciertos niveles de déficit hídrico para mejorar la productividad en algunas especies leñosas, lo que ha inducido a que se estudie la respuesta de otras especies (olivo, manzano, limoneros, cítricos, etc.) al RDC (Alegre *et al.*, 2002; Caspari *et al.*, 1994; Domingo *et al.*, 1996; Goldhamer, 1999; Gonzalez-Altozano y Castel, 1999). Aunque el RDC fue originariamente orientado a reducir crecimiento vegetativo y mejorar el crecimiento del fruto (Chalmers *et al.*,

CUADRO VII.

Definición de los tratamientos de riego aplicados en el trabajo experimental de RDC de melocotonero en suelos superficiales y volúmenes de agua de riego medios aplicados durante los tres años de ensayo.

Tratamiento	Riego Aplicado (% sobre control)			Total	
	Fase I	Fase II	Fase III	(mm)	(%)
Control	100	100	100	1.200	100
RDC	50	25	100	720	60

Girona *et al.*, 1993.

¿Quién es el más innovador en pulverización ?



¡ Seguro que es BERTHOUD !

Fabricante de pulverizadores desde más de 110 años

BERTHOUD les espera en la FIMA de Zaragoza
 Pabellón 2 - Calle A/B - Stand N° 13-20
 para descubrir el conjunto de sus modelos.

www.berthoud.com



BERTHOUD®

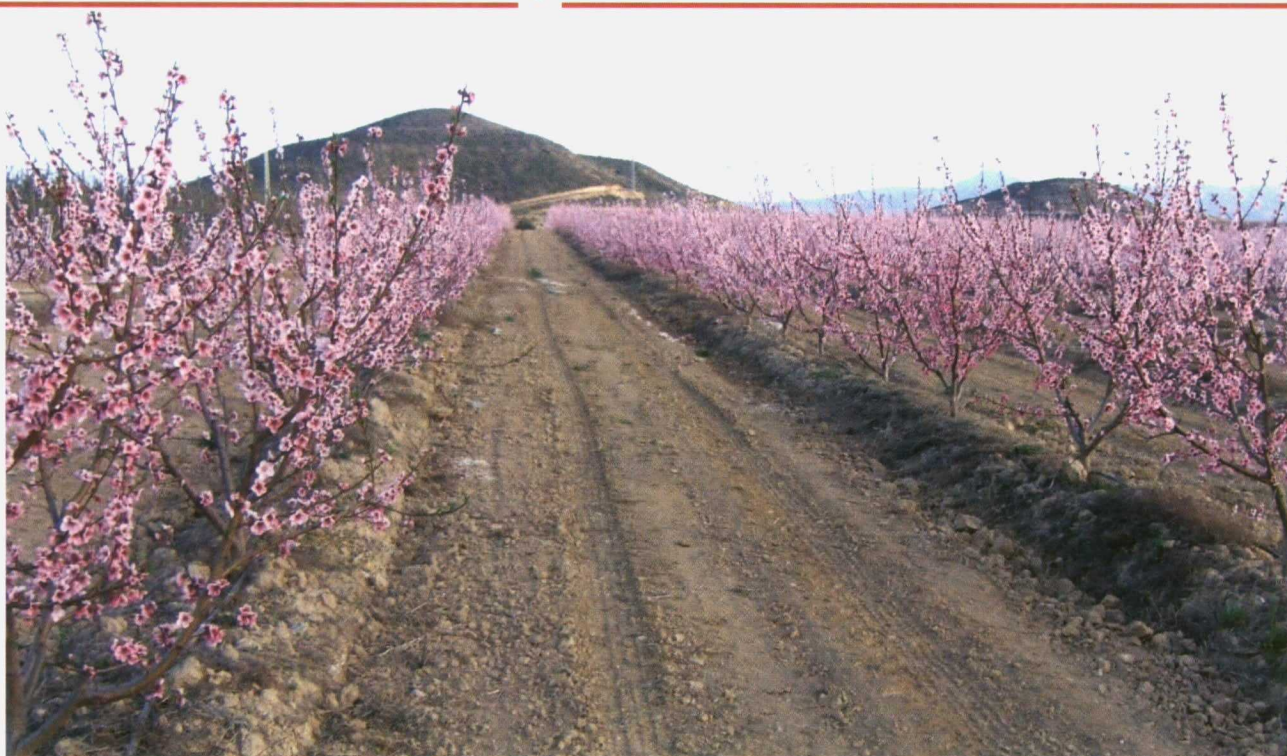


FOTO: Ignasi Iglesias.

Se ha observado que el RDC puede cambiar conductas de la floración en los años siguientes a su aplicación, tanto en *Prunus* como en *Pyrus*.

1981, Li *et al.*, 1989), se han descrito otras ventajas como la tendencia general a mejorar aspectos cualitativos (Feres and Goldhamer, 1990, Gelly *et al.*, 2003), y una mejor conservación en postcosecha (Crisosto *et al.*, 1994). Así mismo se ha observado que el RDC puede cambiar conductas de la floración en los años siguientes a su aplicación, tanto en *Prunus* (Girona *et al.*, 1997; Goldhamer y Vive-

ros, 2000; Johnson *et al.*, 1992; Lampinen *et al.*, 1995; Li *et al.*, 1989) como en *Pyrus* (Caspari *et al.*, 1994; Marsal *et al.*, 2002). Aunque los primeros trabajos de RDC en melocotonero y peral presentaban claros y amplios beneficios (Chalmers *et al.*, 1981; Mitchell *et al.*, 1984), estudios posteriores han demostrado que la utilidad de la técnica no parece óptima para todas las situaciones. Éste parece el caso del melocotonero en

algunas zonas de California con suelos profundos (Girona, 1989), o en el caso de riego con aguas salinas (Bolland *et al.*, 1993) o incluso en condiciones de cultivo con contenedores (Marsal *et al.*, 2000).

Aunque los estudios realizados hasta la fecha analizan los efectos del déficit hídrico sobre el crecimiento del fruto (Chalmers *et al.*, 1981; Girona, 1989; Goldhamer *et al.*, 1999; Li *et al.*, 1989; Mitchell *et al.*, 1984) no se ha llegado a resultados concluyentes, muy probablemente debido a que las condiciones experimentales sean considerablemente diferentes o no homogéneas (especie, tipo de suelo, marco de plantación, orientación de la parcela, condiciones climáticas, etc.). La profundidad del suelo y su capacidad para almacenar agua se han propuesto como los factores que más interactúan con el RDC (Behnoudian y Mills, 1997). De acuerdo con estos estudios los momentos del ciclo anual más propensos a que se aplique una reducción de agua son la fase II de crecimiento del fruto (Chalmers *et al.*, 1981; Li *et al.*, 1989) y la post-cosecha. (Johnson *et al.*, 1992). ●

CUADRO VIII.

Respuesta productiva del melocotonero sometido a diferentes tratamientos de riego en suelos superficiales.

Tratamiento	Año	Peso medio del fruto (g)	NFA	Producción (kg/árbol)	Frutos Caídos (%)
Control	1994	133,0	391	51,8	15,5
RDC		131,5	424	54,9	6,5
Control	1995	207,5	20	4,6	14,9
RDC		221,1	37	9,1	6,4
Control	1996	168,6	561	91,3	17,9
RDC		149,5	760	111,4	9,0

Girona *et al.*, 2003.

CUADRO IX.

Respuesta productiva y vegetativa del melocotonero sometido a diferentes tratamientos de riego en suelos profundos.

Tratamiento	Riego (mm)	Riego (%)	Peso medio	NFA del fruto (g)	Producción (kg/árbol)	IST ¹ cm ²
Control	614	100	172	356	53,4	62
RDC	497	81	167	357	53,1	48

⁽¹⁾ IST = Incremento sección de tronco. Girona *et al.*, 2005.

Bibliografía ▼

Existe una amplia relación bibliográfica de los lectores que pueden solicitar en el e-mail: redaccion@eumedia.es.