

HAY QUE CONOCER LAS DEMANDAS DEL CULTIVO, LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA

Riego deficitario controlado en variedades de ciruelo japonés de diferente ciclo productivo

El objetivo del presente trabajo es diseñar y verificar el comportamiento en campo de diferentes estrategias de RDC en dos variedades de ciruelo japonés en función de su ciclo de maduración: la variedad Red Beaut, de ciclo de maduración corto, y la variedad Angeleno con un ciclo de maduración largo. Durante tres años consecutivos (2009-2011) se di-

señó y evaluó un ensayo con diferentes estrategias de riego deficitario (RD) en dos variedades de ciruelo japonés de diferente ciclo de maduración (*Prunus salicina* cvs. Red Beaut y Angeleno), en una plantación de las Vegas Bajas del Guadiana (Badajoz), para determinar los efectos sobre el estado hídrico, el crecimiento vegetativo y la producción.

A. Samperio, M. H. Prieto, V. Moreno,
A. Vivas, V. González,
F. Blanco-Cipollone Y M. J. Moñino.

Grupo de Relaciones Hídricas y Nutrición en Cultivos Hortícolas y Leñosos. Centro de Investigación Agraria La Orden-Valdesequera". Guadajira (Badajoz).

agricultores en condiciones de secano. Para esto es imprescindible conocer las demandas del cultivo durante todo el ciclo, las características físicas del suelo y las condiciones climáticas de la zona.

Una vez estimadas las necesidades hídricas del cultivo, es posible adoptar estrategias de riego orientadas a mejorar la eficiencia en el uso del agua. Las estrategias de riego deficitario controlado (RDC) han sido aplicadas

En España, la superficie productiva de ciruelo es de 16.938 ha, con una producción superior a las 232.000 t en 2009 (MARM, 2011). En Extremadura, el sector hortofrutícola tiene un papel muy importante en el conjunto de la economía regional, y en los últimos años hay que destacar la importancia que ha alcanzado el ciruelo japonés dentro de la agricultura de regadío, representando el 25% de la superficie nacional y 47% de la producción con más de 109.000 t, casi la mitad de la misma dedicada a la exportación (MARM, 2011).

Actualmente, la superficie de regadío en España representa casi el 15% de la superficie total cultivada (MARM, 2011) y supone un consumo hídrico de unos 300.000 Hm³ de agua al año, por lo que su buena gestión es necesaria para garantizar la producción y mejorar los rendimientos productivos en aquellas regiones donde la escasez de lluvias o su irregular distribución, no permiten una producción estable y económicamente rentable para los



En frutales de hueso los periodos sensibles se asocian a la floración, cuajado, a la fase inicial de desarrollo del fruto, y a la última fase de rápido crecimiento del fruto, que es cuando un déficit hídrico puede provocar pérdidas considerables de cosecha.

con éxito en diferentes especies frutales y consisten en reducir la cantidad de agua de riego por debajo de las necesidades del cultivo en periodos fenológicos en los que las plantas son menos sensibles al déficit hídrico, sin afectar significativamente al rendimiento ni a la calidad de los productos, y en cubrir completamente las necesidades hídricas de los árboles durante los periodos críticos. Entre los beneficios del RDC en frutales está el ahorro de agua y control del vigor, reduciendo las necesidades de poda y mejorando la iluminación interna de los árboles, además de favorecer el crecimiento y la calidad del fruto por aumento de la disponibilidad de carbohidratos y su exposición a la radiación solar. En frutales de hueso estos periodos sensibles se asocian a la floración, cuajado, a la fase inicial de desarrollo del fruto, y a la última fase de rápido crecimiento del fruto, que es cuando un déficit hídrico puede provocar pérdidas considerables de cosecha (Chalmers *et al.*, 1981; Ebel *et al.*, 1995; Behboudian and Mills, 1997). En frutales de hueso de ciclo largo, la fase de endurecimiento del hueso (fase II de crecimiento del fruto) ha sido identificada como un periodo adecuado para aplicar RDC (Naor, 2006). En frutales de hueso de ciclo corto, el crecimiento del fruto desde cuajado hasta recolección es muy rápido y de corta duración, con fases difícilmente identificables, pero disponen de un periodo postcosecha largo, poco sensible desde el punto de vista productivo, pero con una importante actividad vegetativa hasta entrar en reposo vegetativo, y procesos importantes para la producción de la campaña siguiente, como la inducción floral y la acumulación de reservas, que podrían ser afectados por una situación de déficit hídrico, provocando pérdidas de cosecha (Johnson *et al.*, 1994; Marsal *et al.*, 2009).

El objetivo del presente trabajo es diseñar y verificar el comportamiento en campo de diferentes estrategias de RDC en dos variedades de ciruelo japonés en función de su ciclo de maduración: cv. Red Beaut, de ciclo de maduración corto y cv. Angeleno con un ciclo de maduración largo.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó durante tres años consecutivos (2009-2011) en una parcela de 2 ha, plantada en el año 2005, localizada en el



El ensayo se realizó durante tres años consecutivos (2009-2011) en una parcela de 2 ha. El sistema de riego fue por goteo, con cuatro goteros autocompensantes por árbol (4 l h⁻¹ por gotero) a lo largo de la línea portagotero.

Las estrategias deficitarias dieron lugar a considerables ahorros en el volumen total de agua de riego aplicada en comparación con las estrategias control, consiguiendo unos ahorros medios en los tres años de entre un 29% y un 55% para el cv. Red Beaut y entre un 31% y un 41% para el cv. Angeleno

Centro de Investigación La Orden-Valdesequera, Badajoz (38° 51' N; 6° 40' W; altitud 240 m), con dos variedades de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) de diferente ciclo de maduración: cv. Red Beaut (ciclo corto) y cv. Angeleno (ciclo largo), ambas injertadas sobre patrón Mariana 2629, con un marco de plantación de 6 x 4 m y formación en vaso. Intercalados y rodeando a la variedad se encuentran los polinizadores en un número suficiente. Black Diamond y Ambra para Red Beaut y Larry Ann y Fortune para Angeleno. El suelo de la parcela era de textura franca, pobre en materia orgánica. Las prácticas agrícolas fueron las utilizadas para la producción comercial de frutas.

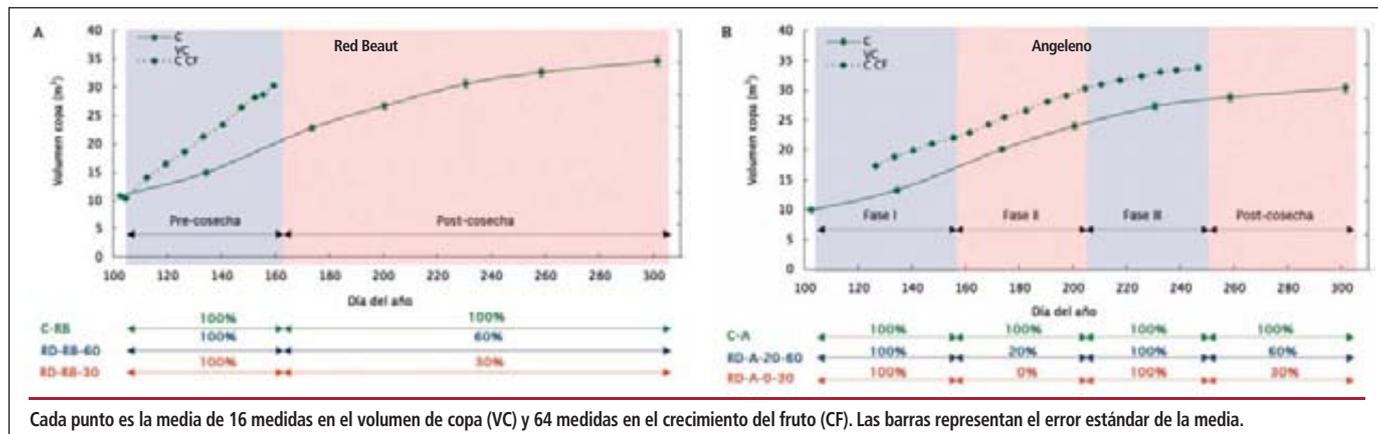
El sistema de riego fue por goteo, con cuatro goteros autocompensantes por árbol (4 l

h⁻¹ por gotero) a lo largo de la línea portagotero. El cálculo de la ET_c se realizó semanalmente, según el método de balance de agua del suelo mediante gravimetría (Fereres y Goldhamer, 1990), considerando nulos la escorrentía y el drenaje debido a las características de la parcela, durante los años 2009 y 2010. En el año 2011, la ET_c fue calculada como (ET_o x K_c) - P_e (precipitación efectiva) (Allen *et al.*, 1998). La ET_o y la P_e fueron obtenidas de una estación agrometeorológica situada en una parcela de la misma finca perteneciente a la Red de Asesoramiento al Regante de Extremadura (Redarex). Los valores de K_c fueron los propuestos por la FAO 56.

El diseño estadístico fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela estaba formada por cuatro filas de cuatro árbo-

FIGURA 1.

Evolución del volumen de copa (m^3) y diámetro del fruto (mm) de árboles sin estrés, para el cv. Red Beaut (A) y el cv. Angeleno (B).



les cada una. Los árboles centrales de la segunda y tercera fila se utilizaron como árboles experimentales para realizar las medidas y el resto como árboles guarda.

Para evaluar el estado hídrico de los árboles se midió semanalmente el potencial hídrico de tallo a mediodía solar (Ψ_{tallo} , MPa) con cámara de presión (Model 3005, Soil Moisture Equipment, Santa Barbara, CA, EE.UU.), sobre dos hojas de la zona baja del árbol y cercanas al tronco, envueltas en bolsas de plástico aluminizadas al menos dos horas antes de realizar las medidas (Shackel *et al.*, 1997).

La evolución de la cubierta vegetal, estimada como el volumen de copa, fue calculada asumiendo una forma cónica a partir de las medidas con barras metradas de dos diámetros perpendiculares entre sí y la altura de la copa.

La evolución del crecimiento del fruto se midió semanalmente, desde cuajado hasta recolección, midiendo la máxima anchura del fruto, usando un calibre digital.

La poda de verano se realizó manualmente en la primera quincena de mayo. La poda de invierno se realizó de diciembre a enero. La madera de cada árbol experimental fue pesada individualmente con una balanza digital y de cada uno de los árboles se tomó una submuestra que se pesó en fresco, y posteriormente se secó en estufa de aire forzado a 65°C hasta peso constante.

La recolección se efectuó en dos pasadas en la variedad de ciclo corto y en un único pase en la variedad de ciclo largo, según criterios comerciales. Todos los frutos de cada árbol experimental fueron pesados por separado determinándose el peso fresco total. El peso me-

dio del fruto en cosecha se determinó utilizando una calibradora comercial (modelo Greefa Machinebouw B.V., Tricht, Holanda). La eficiencia productiva del cultivo (EPC) se determinó dividiendo la producción de cada árbol experimental por la sección del tronco en cosecha. La eficiencia del uso del agua (EUA) se calculó como la producción del cultivo dividido por el riego aplicado más la precipitación efectiva (Feres y Soriano, 2007).

El análisis estadístico de los datos consistió en análisis de la varianza, utilizando R 2.10.1 (R Development Core Team, 2009). Cuando las diferencias fueron significativas se realizó la separación de medias utilizando el test de rango múltiple de Duncan para comparaciones de los distintos tratamientos frente al control a un nivel de significación del 0,05.

Resultados

Diseño de las estrategias de riego

A partir del patrón de crecimiento vegetativo y reproductivo de las dos variedades de ciruelo japonés (figura 1), se plantearon las estrategias de riego deficitario para cada una de las variedades. En la variedad de ciclo corto (figura 1A), el crecimiento del fruto es continuo desde cuajado hasta recolección, produciéndose en un periodo de sesenta días aproximadamente, presentando un periodo postcosecha de 140 días, con una importante actividad vegetativa, desarrollando en cada uno de estos periodos el 39 y 61% del crecimiento vegetativo. En cambio, en la variedad

CUADRO I.

Promedio para los tres años de ensayo (2009, 2010 y 2011) de agua de riego aplicada en cada fase para cada estrategia de riego (mm), % ahorro respecto al riego control, precipitación efectiva (P_e , mm) y evapotranspiración del cultivo (ET_c , mm) durante el periodo de riego.

	Precosecha (mm)			Postcosecha (mm)	% ahorro	P_e (mm)	ET_c (mm)
	Fase I	Fase II	Fase III				
C-RB		95		492			
RD-RB-60		104		325	27	74	807
RD-RB-30		101		164	55		
C-A	26	214	289	104			
RD-A-20-60	24	51	298	65	31	74	807
RD-A-0-30	27	4*	301	36	42		

% de ahorro con respecto al tratamiento control, calculado como: $(1 - (\text{riego en el tratamiento de RD} / \text{riego en el control})) \times 100$.

* Agua aplicada mediante fertirrigación.

de ciclo largo (**figura 1B**), la presencia del fruto en el árbol durante un periodo más largo, permite identificar las fases de crecimiento del fruto, así como la respuesta vegetativa durante las mismas. Para estas condiciones de cultivo, las fases I, II y III de crecimiento del fruto en el cv. Angeleno son de aproximadamente 64, 53 y 34 días respectivamente, con un crecimiento continuo del fruto y de la cubierta vegetal. Después de recolección, y hasta final de campaña, el crecimiento vegetativo continúa aunque con menor intensidad. Como se puede ver en la **figura 1**, Red Beaut es más vigorosa que Angeleno, alcanzando un mayor volumen de copa final.

Teniendo en cuenta las diferencias observadas en el comportamiento fenológico de las dos variedades, se establecieron las estrategias de riego deficitario e intensidades de estrés adaptadas a cada una. Así, en la variedad de ciclo corto (**figura 1A**), se aplicó el déficit hídrico únicamente en el período postcosecha. Los tratamientos fueron:

- C-RB: árboles regados para cubrir completamente sus necesidades hídricas aplicando el 100% de la ET_c a lo largo de toda la campaña de riego.
- RD-RB-60: árboles regados al 60% de la ET_c en postcosecha.
- RD-RB-30: árboles regados al 30% de la ET_c en postcosecha.

En cuanto a la variedad de ciclo largo (**figura 1B**), el RD se aplicó antes y después de recolección. Los tratamientos fueron:

- C-A: árboles regados para cubrir completamente sus necesidades hídricas aplicando el 100% de la ET_c a lo largo de toda la campaña de riego.

El estado hídrico de los árboles se vio afectado por los tratamientos de riego, disminuyendo el potencial hídrico del tallo (Ψ_{tallo}) en los periodos en los que se establecieron las estrategias de riego deficitario. Las estrategias de RD tuvieron un efecto claro sobre el control del vigor de los árboles en las dos variedades ensayadas

- RD-A-20-60: árboles regados al 20% de la ET_c durante la fase II de crecimiento del fruto, 60% de ET_c en postcosecha y el resto de la campaña al 100% de la ET_c .

- RD-A-0-30: árboles no regados durante la fase II de crecimiento de fruto, 30% ET_c en postcosecha y el resto de la campaña al 100% de la ET_c .

Agua aplicada

Las estrategias deficitarias dieron lugar a considerables ahorros en el volumen total de agua de riego aplicada, en comparación con el control. En el cv. Red Beaut, la cantidad media de agua de riego anual aportada en el tratamiento C-RB fue 5.870 $m^3 \text{ ha}^{-1}$, con una reducción media para los tres años de 1.582 $m^3 \text{ ha}^{-1}$ para RD-RB-60 y de 3.220 $m^3 \text{ ha}^{-1}$ para RD-RB-30, lo que representa regar con un volumen de agua entre un 27% y un 55% menos del total de agua empleada para regar la plantación, de acuerdo a sus necesidades hídricas en postcosecha (**cuadro I**).

Por su parte, en el cv. Angeleno, la cantidad media aportada en C-A fue de 6.320 $m^3 \text{ ha}^{-1}$, con una reducción media para los tres

años de 1.940 $m^3 \text{ ha}^{-1}$ para RD-A-20-60 y 2.640 $m^3 \text{ ha}^{-1}$ para RD-A-0-30, lo que representa regar con una dosis de agua entre un 31% y un 42% menos del total de agua utilizada para regar la plantación, de acuerdo a sus necesidades hídricas durante la campaña de riego (**cuadro I**).

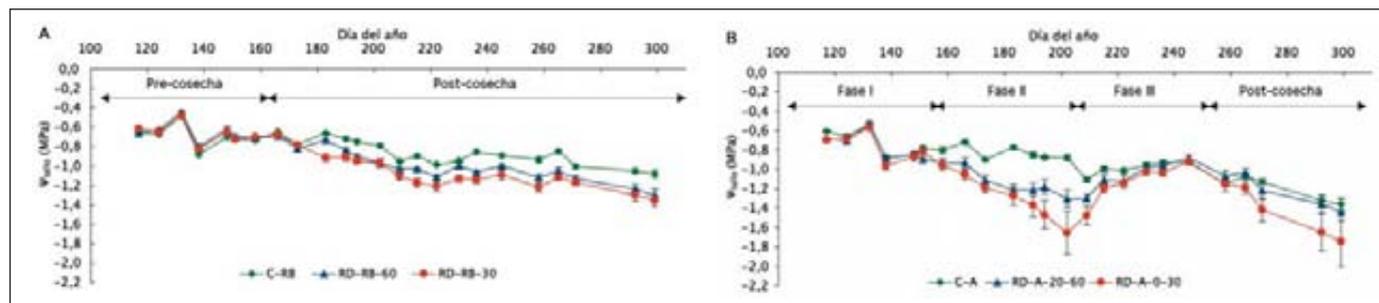
El promedio de ET_c para los tres años fue 807 mm año^{-1} (**cuadro I**), sin embargo, las cantidades aplicadas a cada variedad fueron menores, ya que la ET_c fue ajustada en base a balances de agua para cada variedad, teniendo en cuenta la P_e y las reservas de agua del suelo.

Estado hídrico

En la **figura 2** se muestra la evolución del Ψ_{tallo} a lo largo del año 2010 en las dos variedades (con resultados similares para el resto de los años), observándose claras diferencias en el estado hídrico de los árboles de las diferentes estrategias, en los periodos en los que se establecieron las mismas. En el cv. Red Beaut (**figura 2A**), no hubo respuesta inmediata al déficit hídrico impuesto después de recolección y fue a partir de la tercera semana de

FIGURA 2.

Evolución del potencial hídrico del tallo (Ψ_{tallo}) en cada fase del cultivo para cada estrategia de riego en el cv. Red Beaut (A) y en el cv. Angeleno (B) en el año 2010.



Cada valor es la media de 16 medidas en la estrategia control y de 8 medidas para las estrategias deficitarias. Las barras representan el error estándar de la media.

CUADRO II.

Efecto del riego sobre el peso seco de madera de poda de invierno, de verano y total en los tres años de ensayo.

		Poda invierno	Poda verano	Total
		Peso seco (kg árbol ⁻¹)	Peso seco (kg árbol ⁻¹)	Peso seco (kg árbol ⁻¹)
2009	C-RB	26,7 a	-	-
	RD-RB-60	18,1 b	-	-
	RD-RB-30	18,5 b	-	-
2010	C-RB	25,5 a	0,3 a	25,8 a
	RD-RB-60	23,5 ab	0,3 a	23,8 ab
	RD-RB-30	21,7 b	0,3 a	22,0 b
2011	C-RB	-	1,7 a	-
	RD-RB-60	-	1,6 ab	-
	RD-RB-30	-	1,3 b	-
2009	C-A	21,4 a	-	-
	RD-A-20-60	11,3 b	-	-
	RD-A-0-30	10,9 b	-	-
2010	C-A	26,9 a	0,4 ab	27,3 a
	RD-A-20-60	19,5 b	0,4 b	19,9 b
	RD-A-0-30	19,5 b	0,5 a	20,0 b
2011	C-A	-	1,8 a	-
	RD-A-20-60	-	1,9 a	-
	RD-A-0-30	-	1,9 a	-

Diferentes letras en una misma columna para cada año y variedad indican diferencias significativas ($p=0,05$) de acuerdo al test de Duncan. En el año 2009 no se realizó poda de verano. No se incluye la poda de invierno del año 2011 por no haberse realizado hasta la fecha.

establecer las estrategias deficitarias, cuando el Ψ_{tallo} se hizo más negativo, con diferencias entre el C-RB y las estrategias deficitarias. Sin embargo, hasta el dda 215 no se encontraron diferencias entre C-RB-60 y C-RB-30.

En el cv. Angeleno (**figura 2B**), como consecuencia de la disminución de la dosis de

riego en fase II de crecimiento del fruto, rápidamente se produjeron diferencias entre C-A y las estrategias deficitarias, pero fue hacia la segunda mitad de la fase cuando hubo diferencias entre C-A-20-60 y C-A-0-30. En fase III de crecimiento del fruto, la respuesta al aumento de la dosis de riego fue inmediata, me-

yorando el estado hídrico de los árboles en ambas estrategias deficitarias, llegando a igualarse al tratamiento C-A antes de recolección. En postcosecha, solo hubo respuesta al RD en la estrategia C-A-0-30 al establecerse de nuevo el déficit hídrico, mantenido las otras dos estrategias el mismo estado hídrico.

En ambos cultivares, en los tratamientos control (C-RB y C-A) se observa una disminución progresiva del Ψ_{tallo} a lo largo de la campaña, con resultados parecidos a los obtenidos en ciruelo japonés cv. Red Beaut, (Johnson *et al.*, 1994), cv. Black-Gold (Intrigliolo y Castel, 2010) y en la zona de cultivo en nectarina temprana (Moñino, 2011).

En Red Beaut las producciones en RD fueron iguales a las del tratamiento de control, sin verse afectado el peso fresco del fruto. En Angeleno, las producciones fueron iguales o superiores, pero sí se vio afectado el peso fresco del fruto

Crecimiento vegetativo

El primer año de ensayo los diferentes tratamientos tuvieron un efecto diferencial sobre el crecimiento vegetativo de los árboles en las dos variedades (**cuadro II**). En la variedad de ciclo corto, la poda de invierno del C-RB fue significativamente superior a las estrategias deficitarias, que se mantuvieron igualadas entre sí. En cambio, el siguiente año las diferencias solo fueron significativas entre el control y la estrategia de mayor estrés, siendo RD-RB-30 la estrategia más efectiva para el control del vigor. En la poda de verano, se observa que a medida que pasan los años las diferencias son más notables entre el tratamiento C-RB y RD-RB-30, indicándonos que un estrés postcosecha prolongado puede producir menor acumulación de sustancias de reservas para la siguiente campaña afectando al crecimiento inicial del brote.

En la variedad de ciclo largo, las estrategias deficitarias tuvieron un efecto claro sobre



Los resultados de 2011 muestran cómo los tratamientos deficitarios tuvieron mayor rendimiento que el tratamiento C-RB, existiendo diferencias significativas entre RD-RB-60 y C-RB, debido a que la carga frutal (n° frutos árbol⁻¹) fue mayor en RD-RB-60 que en C-RB, razón por la cual, el peso medio del fruto (g) de las estrategias deficitarias pudo ser afectado significativamente por el déficit hídrico.

CUADRO III.

Efecto del riego en la producción (kg ha⁻¹), eficiencia productiva del cultivo (EPC, kg cm⁻²), carga frutal (n° frutos árbol⁻¹), peso medio del fruto (g) y eficiencia en el uso del agua (EUA, kg m⁻³) en cosecha en los tres años de ensayo.

		Producción (kg ha ⁻¹)	EPC (kg cm ⁻²)	Carga frutal (n° frutos árbol ⁻¹)	Peso medio del fruto (g)	EUA (kg m ⁻³)
2009	C-RB	1.390,4 a	5,2 a	44 a	75,3 a	0,2 b
	RD-RB-60	1.208,3 a	4,9 a	39 a	73,8 a	0,2 b
	RD-RB-30	1.539,0 a	6,3 a	49 a	73,7 a	0,4 a
2010	C-RB	6.571,5 a	20,8 a	228 a	69,6 a	1,2 b
	RD-RB-60	5.441,1 a	17,1 a	189 a	70,2 a	1,4 b
	RD-RB-30	6.546,4 a	20,6 a	232 a	69,1 a	2,5 a
2011	C-RB	21.385,0 b	55,1 b	751 b	68,4 a	3,2 b
	RD-RB-60	25.638,6 a	68,3 a	938 a	65,2 b	5,0 a
	RD-RB-30	23.148,9 ab	66,1 a	855 ab	65,1 b	5,4 a
2009	C-A	4.897,4 a	18,5 a	118 a	98,2 a	0,7 a
	RD-A-20-60	4.524,6 a	19,5 a	123 a	89,1 b	0,9 a
	RD-A-0-30	3.623,4 a	15,4 a	116 a	78,2 c	0,9 a
2010	C-A	27.334,1 a	76,1 b	620 b	105,0 a	4,0 b
	RD-A-20-60	30.820,1 a	102,7 a	754 ab	97,6 b	6,1 a
	RD-A-0-30	31.111,0 a	100,6 a	822 a	89,9 c	6,8 a
2011	C-A	24.343,7 b	56,5 c	591 b	98,3 a	3,3 b
	RD-A-20-60	33.230,9 a	94,8 a	905 a	88,4 b	6,0 a
	RD-A-0-30	28.484,9 b	78,4 b	833 a	81,4 c	6,3 a

Diferentes letras en una misma columna para cada año y variedad indican diferencias significativas (P=0,05) de acuerdo al test de Duncan.

la madera de poda invernal, con una reducción aproximada del 50% en el primer año y del 30% en el segundo año con respecto a C-A. En la poda de verano, no se observaron diferencias en las estrategias deficitarias, debido a que el periodo postcosecha es más corto y las posibilidades de afectar a la acumulación de reservas son menores.

Producción

En el cv. Red Beaut, la producción (kg ha⁻¹) de los años 2009 y 2010 estuvo por debajo de la producción media normal para esta variedad en las condiciones de cultivo de la zona, debido a la climatología adversa durante la época de floración y cuajado, no observándose diferencias entre tratamientos (**cuadro III**). No obstante, los resultados de 2011 muestran cómo los tratamientos deficitarios tuvieron mayor rendimiento que el tratamiento C-RB, existiendo diferencias significativas entre RD-RB-60 y C-RB, debido a que la carga frutal (n° frutos árbol⁻¹) fue mayor en RD-RB-60 que en C-RB, razón por la cual, el peso medio del fruto (g) de las estrategias deficitarias pudo ser afectado significativamente por el déficit hídrico (**cuadro III**).

En el cv. Angeleno, la producción (kg ha⁻¹) fue normal para la zona a partir del segundo año de ensayo (**cuadro III**). Al igual que lo ocurrido en Red Beaut, los tratamientos deficitarios fueron las que tuvieron mayor carga frutal, aunque las diferencias en producción solo fueron significativas en el año 2011 entre la estrategia RD-A-20-60 y las estrategias C-A y RD-A-0-30. El peso fresco del fruto de las estrategias deficitarias fue afectado por el déficit hídrico, ya que en la estrategia RD-A-20-60 la carga frutal fue mayor que en RD-A-0-30, aunque sin diferencias significativas; mientras que el peso medio del fruto (g) fue significativamente mayor en RD-A-20-60 que en RD-A-0-30 (**cuadro III**).

En ambas variedades la EPC (kg cm⁻²) y la EUA (kg m⁻³) fue mayor en las estrategias deficitarias que en el tratamiento control (**cuadro III**).

Conclusiones

Las estrategias de RDC en ciruelo japonés deben adaptarse al ciclo de maduración de cada variedad. El ahorro de agua fue mayor en el cv. Red Beaut que en el cv. Angeleno y el

control del vigor fue más eficaz en el cv. Angeleno que en el cv. Red Beaut, debido a que el déficit hídrico se aplicó en un momento de mayor actividad vegetativa. Las restricciones de riego no afectaron a la producción en ninguna variedad, e incluso aumentó la producción en la estrategia menos deficitaria. ●

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Red de Investigación Transfronteriza de Extremadura, Centro y Alentejo (0318_RITECA_4_E), el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (RTA 2009-00026-C02-00), con la cofinanciación FEDER y el INIA (beca predoctoral A. Samperio).

Bibliografía ▼

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage. Paper No. 56. FAO, Rome, Italy, 300 pp.

Behboudian, M. H., Mills, T. M., 1997. Deficit irrigation in deciduous orchards. Horticultural Reviews. 21, 125-131.

Chalmers, D. J., Mitchell, P. D., Van Heek, L., 1981. Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density and summer pruning. Journal of the American Society for Horticultural Science. 106(3), 307-312.

Ebel, R. C., Proebsting, E. L., Evans, R. G., 1995. Deficit irrigation to control vegetative growth in apple and monitoring fruit growth to schedule irrigation. HortScience. 30, 1229-1232.

Fereres, E., Goldhamer, D. A., 1990. Deciduous fruit and nut trees. American Society of Agronomy, 987-1017.

Fereres, E., Soriano, M. A., 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Journal of Experimental Botany. 58, 147-159.

Intrigliolo, D. S., Castel, J.R., 2010. Response of plum trees to deficit irrigation under two crop levels: tree growth, yield and fruit quality. Irrigation Science. 28:525-534.

Johanson, R. S., Handley, D. F., Day, K. R., 1994. Postharvest water-stress of an early maturing plum. Journal of Horticultural Science. 69, 1035-1041.

MARM 2011. Anuario de estadística 2009. <http://www.marm.es>.

Marsal, J., Lopez, G., Arbones, A., Mata, M., Vallverdu, X., Girona, J., 2009. Influence of postharvest deficit irrigation and pre-harvest fruit thinning on sweet cherry (cv. New Star) fruit firmness and quality. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 84, 273-278.

Moñino, M.J., 2011. Estrategias de riego deficitario controlado en nectarina y peral: influencia sobre la productividad, el ahorro de agua y la respuesta agronómica. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura, España.

Naor, A., 2006. Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. Horticultural Reviews. 32, 111-166.

REDAREX. http://sw-aperos.juntaex.es/redarex/fs_datclimat.asp?lug=ba

Shackel, K., Amadi, H., Biasi, W., Buchner, R., Goldhamer, D., Gurusinghe, S., Hasey, J., D. Krueger, B., Lampinen, B., McGourty, G., Micke, W., Mitcham, E., Olson, B., Pelletreau, K., Phillips, H., Ramos, D., Schwankl, L., Sibbett, S., Snyder, R., Southwick, S., Stevenson, M., Thorpe, M., Weinbaum, S., Yeager, J., 1997. Plant water status as an index of irrigation need in deciduous fruit trees. HortTechnology. 7, 23-9.