



A-07

LA PODA EN VERDE INCREMENTA LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN FRUTALES DE RECOLECCIÓN TEMPRANA

Conesa, M.R., Conejero, W., Vera, J., Ruiz-Sánchez, M.C.

Dpto. Riego. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS- CSIC). Apartado 164, Campus de Espinardo, 30100, Murcia, España. mrconesa@cebas.csic.es; wenceslao@cebas.csic.es; jvera@cebas.csic.es; (P) mcruiz@cebas.csic.es

Resumen

En este trabajo se estudian los efectos de la poda en verde sobre el estado hídrico, la producción y calidad en frutales extratempranos. El ensayo tuvo lugar en dos parcelas experimentales contiguas de *Prunus persica* (L.) Batsch: melocotoneros adultos y nectarinos jóvenes. Se evaluaron 2 tratamientos de poda: poda de invierno (PI), realizada durante el reposo invernal, para mantener la arquitectura en vaso del árbol, y poda en verde (PV) realizada tras la cosecha, eliminando los brotes improductivos o 'chupones'. La poda total (materia seca) fue de 8 y 12 kg árbol⁻¹, siendo la contribución de la poda retirada en verano del 56% y 34%, en árboles jóvenes y adultos, respectivamente. La cobertura foliar (evaluada con análisis de imagen cenital de los árboles) disminuyó significativamente en el tratamiento PV de ambos cultivos tras la poda en verde, lo que se tradujo en una mejora del estado hídrico respecto al tratamiento de PI durante la postcosecha (como indicó el aumento del potencial hídrico de tallo entre 0.10 y 0.30 MPa). Los resultados no mostraron diferencias significativas entre ambos tratamientos de poda en los parámetros de cosecha y calidad estudiados, a excepción del contenido en sólidos solubles de los frutos de árboles jóvenes que fue menor en los árboles PV.

1) Introducción

España es el cuarto productor mundial de melocotón y nectarina (*Prunus persica* L. Batsch) en el periodo 2010-2016, con una media anual de 1.401.363 t (FAOSTAT, 2018). Dado que la duración del desarrollo del fruto está relacionada con el incremento de las necesidades hídricas de los cultivos, existe una tendencia creciente en la plantación de variedades de recolección temprana, coincidentes con demandas climáticas menos exigentes, lo que permite aplicar reducciones en el riego (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2018).

En regiones mediterráneas donde el agua es un recurso limitado, resulta necesaria la aplicación de estrategias de manejo del riego que optimicen su uso. En este sentido, la edad de la planta (estimada con la cobertura foliar) es un factor determinante en la programación del riego dada su importancia en el cálculo de los coeficientes de cultivo (K_c) (Fereres y Evans, 2006). La poda de frutales es una práctica cultural anual que proporciona la arquitectura del árbol, normalmente realizada durante el reposo invernal, mientras que la poda en verde (o de verano) consiste en eliminar los brotes improductivos o 'chupones' con el objetivo de limitar el crecimiento vegetativo, así como de incrementar la calidad de los frutos, al mejorar la iluminación y el reparto de carbohidratos, cuando ésta se realiza antes de la recolección (Choi *et al.*, 2011; Neri y Massetani, 2011; Mika *et al.*, 2011).

Diversas investigaciones han demostrado que la respuesta de los cultivos a la poda en verde (PV), puede variar en función del momento de realización de la poda (Singh *et al.*, 2012), y cantidad de madera eliminada (Kumar *et al.*, 2010). Otros autores han estudiado los efectos de la PV en el crecimiento del fruto, producción y calidad (Li *et al.*,

2003a; Kumar *et al.*, 2010), así como su posible implicación sobre el estado hídrico de los árboles (López *et al.*, 2006).

2) Objetivos

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la poda en verde, realizada tras la recolección, sobre el estado hídrico, cobertura foliar, producción y calidad en dos cultivos de maduración temprana de la misma especie (*Prunus persica* sp.), con diferente edad: melocotoneros (adultos) y nectarinos (jóvenes).

3) Materiales y Métodos

3.1) Condiciones experimentales

El ensayo se realizó durante la estación de crecimiento 2012/2013 en dos parcelas contiguas de ≈ 0.8 ha de la finca experimental del CEBAS-CSIC, situada en Santomera-Murcia (38° 06' N, 1° 02' O), una de melocotoneros adultos (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. 'Flordastar' (Fig. 1A) de 10 años de edad, injertados sobre patrón muy vigoroso GF-677, a un marco de plantación de 5 m x 5 m, y otra de nectarinos jóvenes cv. 'Flariba' (Fig. 1B) de 2 años de edad, injertados sobre GxN-15, a un marco de 6.5 m x 3.5 m, ambos de maduración temprana (recolección primera semana de mayo). El suelo es calizo, pedregoso y poco profundo, con una textura franco-arcillosa y bajos niveles de materia orgánica.



Figura 1. Detalle de melocotoneros adultos cv. 'Flordastar' (A) y nectarinos jóvenes cv. 'Flariba' (B)

El sistema de riego consistió en un único lateral por hilera de árboles, con 8 emisores autocompensantes, separados 0.5 m, de caudal nominal de 2 L h^{-1} (melocotoneros adultos) y 4 emisores de 4 L h^{-1} (nectarinos jóvenes). Los árboles se regaron semanalmente al 100% de la evapotranspiración del cultivo (ET_c). La ET_c fue estimada a partir de los coeficientes de cultivo de Abrisqueta *et al.* (2013) obtenidos en la misma finca experimental, y de la evapotranspiración diaria de referencia (ET_0) (Allen *et al.*, 1998). Las labores de cultivo (aclareo, control de malas hierbas, tratamientos fitosanitarios, etc...) fueron las típicas para frutales de hueso de la zona.

3.2) Tratamientos de poda

Se evaluaron 2 tratamientos: poda de verano (PV) realizada tras la cosecha (mayo 2012), eliminando los brotes improductivos o 'chupones' que brotan de las ramas principales, y poda de invierno (PI), realizada durante el reposo invernal (diciembre 2012), para mantener la arquitectura en vaso de los árboles (Fig. 2). Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño estadístico de bloques al azar con 4 repeticiones de 4 árboles por tratamiento.

3.3)



Figura 2. Detalle de árboles tras la poda en verde (A) y poda de invierno (B)

Medidas realizadas

El estado hídrico de las plantas fue evaluado en 4 hojas por tratamiento de poda, a partir del potencial hídrico de tallo a mediodía ($\Psi_{t,md}$, entre las 12:00 y las 13:30 hora solar) con cámara de presión (Soil moisture Equipment Corp., Model 3000), siguiendo las recomendaciones de Hsiao (1990).

De enero a diciembre y con periodicidad de 20-30 días se evaluó la cobertura foliar (Cf) en 4 árboles de cada tratamiento. A primera hora del día, se tomaron fotografías cenitales con una cámara digital (Logitech Pro WebCam C910) situada a 7 m de altura sobre el eje del árbol. Las imágenes se analizaron con el software Corel PHOTO-PAINT X4, y se estimó la sombra efectiva a partir del porcentaje de cobertura foliar.

El peso de la poda (año 2012), tanto de invierno (PI) como en verde (PV), se evaluó pesando en campo las ramas retiradas en todos los árboles de cada tratamiento (n=16). Los resultados se expresaron en % de materia seca.

La sección transversal del tronco se determinó con pie de rey en 4 árboles por repetición y tratamiento de poda (n=16).

La producción (peso total, nº de frutos y peso medio de frutos) se evaluó durante la primera quincena de mayo de 2013 en todos los cortes de cosecha. La distribución de calibres se realizó en campo en base a 7 categorías (CE N° 1221/2008): AAA, $80 \leq 90$ mm; AA, $73 \leq 80$ mm; A, $67 \leq 73$ mm; B, $61 \leq 67$ mm; C, $56 \leq 61$ mm; D, $51 \leq 56$ mm, y no extra < 51 mm.

En una muestra de 20 frutos por tratamiento y repetición se determinaron en laboratorio: el diámetro ecuatorial con calibre digital, el color externo de los frutos (HUE, °Croma y Luminosidad) con colorímetro (Minolta CR-300) y el contenido en sólidos solubles (°Brix) con refractómetro manual.

3.4) Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó a un nivel de significación del 95% con el programa SPSS v. 9.1. El diseño experimental consistió en 4 repeticiones distribuidas al azar, con 16 árboles por tratamiento de poda.

4) Resultados y Discusión

La poda total (PI+PV) en árboles jóvenes y adultos fue de 8 y 12 kg MS árbol⁻¹, siendo la contribución de la poda de verano del 56% y 34%, respectivamente (Fig. 3). Esta contribución únicamente fue significativa en árboles jóvenes, indicando una mayor cantidad de partes leñosas eliminada y menor follaje en comparación con árboles adultos (Fig. 3B). Según Aloni, (2007), este hecho puede ser debido a que la poda en árboles jóvenes mejora el crecimiento de tallos principales a través del aumento de citoquininas y otras hormonas promotoras del crecimiento, presumiblemente mediadas por la disponibilidad reducida de auxinas (Saure, 1987). Weibel et al. (2003) destacaron la influencia del portainjerto, ya que el crecimiento de 'chupones' es hasta un 80% menor en árboles sobre portainjertos poco

vigorosos, lo que reduce las necesidades de la poda total. Al considerar de forma independiente los valores de la poda de invierno (PI), solo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en los árboles adultos (Fig. 3A), lo que se traduce en una disminución de las necesidades de poda invernal en el tratamiento PV.

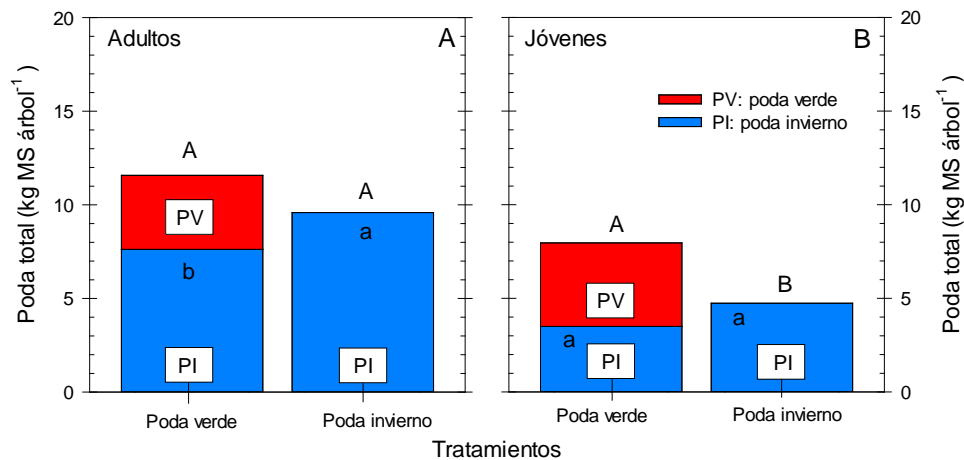


Figura 3. Poda total (kg MS árbol⁻¹) de (A) melocotoneros adultos y (B) nectarinos jóvenes en los tratamientos de poda en verde (■, PV) y poda de invierno (■, PI). Las letras mayúsculas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos, considerando la poda total (PV+ PI) y las letras minúsculas considerando solo la poda de invierno (PI). Los datos son media de 4 repeticiones.

El % de cobertura foliar (Cf) presentó valores $\approx 30\%$ y $\approx 20\%$ en árboles adultos y jóvenes, respectivamente, en concordancia con la edad del cultivo (Fig. 4). Asimismo, cabe destacar que, la poda en verde (PV) redujo notablemente el % de Cf de árboles jóvenes y adultos durante la poscosecha.

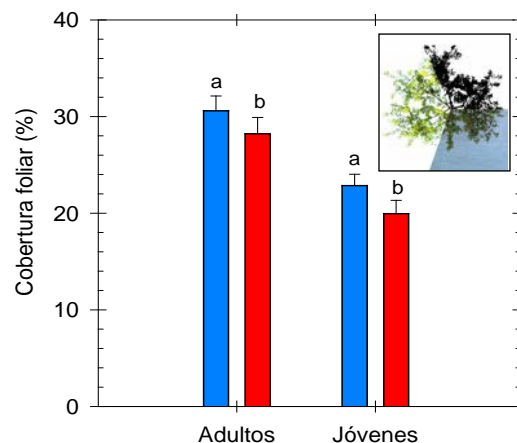


Figura 4. Valores medios de cobertura foliar (%) en los tratamientos de poda de invierno (■, PI) y poda en verde (■, PV) durante la poscosecha. En la esquina superior derecha, se observa un detalle de la técnica utilizada con el programa Corel PHOTO-PAINT X4. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

La reducción en la cobertura ha sido descrita en frutales de hueso y está estrechamente relacionada con la intensidad y momento de aplicación de la poda en verde (Kumar et al., 2010; Singh et al., 2012), de forma que cuando ésta es ligera puede incrementar la penetración de luz al dosel vegetal y por ende, favorecer el reparto de carbohidratos (Bussi et al., 2011), mientras que, una reducción severa de la cobertura puede

resultar en una tasa fotosintética insuficiente para compensar la cantidad de madera eliminada (Choi et al., 2011), pudiendo generar un desequilibrio entre el suministro de carbohidratos y el crecimiento del fruto (Li et al., 2003; Bussi et al., 2011; Neri y Massenati, 2011).

Además, la reducción de Cf en los árboles del tratamiento PV de ambos cultivos estuvo relacionada con una mejora del estado hídrico, tal y como indicaron los aumentos de potencial hídrico de tallo ($\Psi_{t,md}$) alrededor de 0.10-0.30 MPa, con respecto al tratamiento de PI, sugiriendo unos menores consumos de agua durante el verano, coincidentes con periodos de alta demanda evaporativa (Fig. 5). Sin embargo, López et al., (2006) indicó que la mejora del estado hídrico en melocotoneros de maduración tardía, podría ser insuficiente para promover el crecimiento del fruto, si los árboles sometidos a PV, no son capaces de proporcionar un adecuado suministro de carbohidratos.

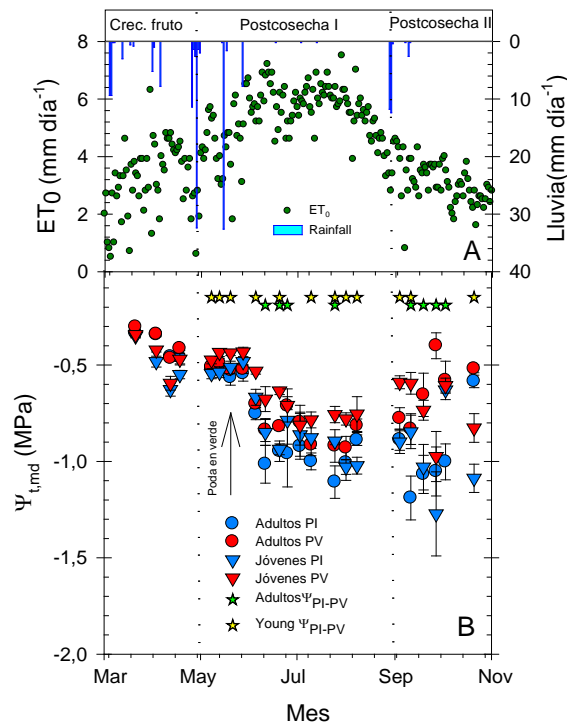


Figura 5. (A) Evapotranspiración de referencia (ET_0 , $mm\ día^{-1}$), y lluvia ($mm\ día^{-1}$). (B) Valores medios de potencial hídrico de tallo a mediodía ($\Psi_{t,md}$, MPa) en los tratamientos de poda PV (símbolos rojos) y PI (símbolos azules) para melocotoneros adultos (círculos) y nectarinos jóvenes (triángulos). Estrellas verdes y amarillas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) de $\Psi_{t,md}$ entre los tratamientos PI y PV para melocotoneros adultos y nectarinos jóvenes, respectivamente.

Por otra parte, no se observaron diferencias significativas entre PI y PV en los parámetros de cosecha estudiados (carga productiva, diámetro y peso del fruto, etc.) (Tabla 1), si bien se observó un aumento del 16% en la producción total del tratamiento PV en árboles adultos. Este incremento, unido a la mejora del estado hídrico, coincide con lo observado por Vera *et al.* (2013), quienes indicaron que por cada reducción de 0.1 MPa en los valores de $\Psi_{t,md}$ se disminuía la producción en un 4,5%. Zamani *et al.* (2006) recomienda aplicar PV, aproximadamente 90 días después de plena floración, con el fin de evitar efectos negativos sobre la producción.

La distribución de calibres mostró valores característicos de cada cultivar de *Prunus sp.*, sin diferencias significativas entre ambos tratamientos de poda, a excepción de la categoría B (61-67 mm) de árboles jóvenes (Fig. 6).

Tabla 1. Efectos de la poda de invierno (PI) y de verano (PV) sobre los parámetros productivos de árboles adultos y jóvenes. Medias \pm SE ($n = 4$ repeticiones).

	Melocotoneros adultos		Nectarinos jóvenes	
	PV	PI	PV	PI
Producción (kg árbol ⁻¹)	38,93 \pm 5,95 a ^z	32,44 \pm 4,46 a	20,02 \pm 1,26 a	20,87 \pm 3,17 a
Nº frutos (frutos árbol ⁻¹)	284,08 \pm 46,67 a	236,08 \pm 38,30 a	176,83 \pm 12,76 a	183,67 \pm 31,15 a
Peso medio fruto (g)	138,30 \pm 2,14 a	139,51 \pm 3,54 a	108,93 \pm 2,05 a	107,61 \pm 5,87 a
Sección transversal del tronco (cm ²)	217,61 \pm 11,32 a	208,47 \pm 6,97 a	54,98 \pm 5,12 b	71,10 \pm 5,01 a
Eficiencia productiva (kg cm ⁻²)	0,18 \pm 0,02 a	0,16 \pm 0,01 a	0,38 \pm 0,05 a	0,29 \pm 0,04 a
Porcentaje de frutos en cada corte:				
Primer corte	40,2 a	42,8 a	75,5 a	77,7 a
Segundo corte	43,7 a	48,3 a	24,5 a	22,3 a
Tercer corte	16,1 a	8,9 b	-	-

^zLetras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$) para árboles adultos y jóvenes, separadamente.

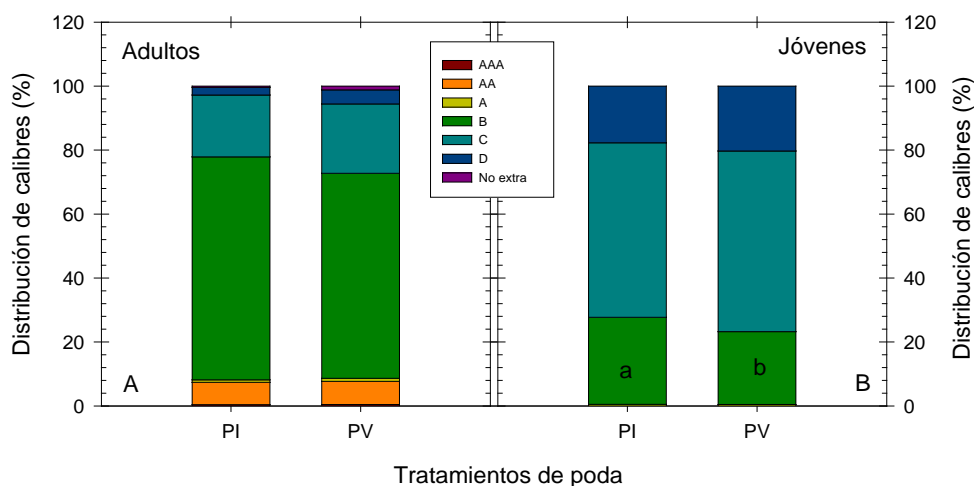


Figura 6. Distribución de calibres (% de categoría comercial) en la cosecha para cada tratamiento de poda: PI (poda de invierno) y PV (poda de verano) y cultivo (A) melocotoneros adultos; y (B) nectarinos jóvenes. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

La aplicación de la PV promovió una mejora en los parámetros de calidad estudiados (ej. mayor Cromo (*C) en los frutos de árboles adultos) respecto a PI (Tabla 2). Singh et al. (1997) detectaron también efectos positivos de PV sobre el color de melocotones tardíos. Además, Li et al. (2003) indicaron en manzano que, por medio de la poda en verde, se puede controlar el tamaño del dosel vegetal y mejorar la disponibilidad de luz que incide sobre la fruta a fin de favorecer el color de frutos.

Sin embargo, se detectó una reducción en el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) en árboles jóvenes de este tratamiento, lo que revela la importancia de considerar la intensidad de la poda en árboles jóvenes en desarrollo (Tabla 2). Este hecho puede estar relacionado con la reducción en la sección transversal del tronco (STT) de los árboles del tratamiento PV (Tabla 1), debido a que las partes medias-superiores del tronco contienen las concentraciones más altas de almidón y azúcares solubles (Ikinci, 2014). Por lo tanto, la cantidad de masa verde eliminada tras la aplicación de PV en

árboles jóvenes puede afectar a la tasa fotosintética y por ende a sus niveles de azúcares de árboles jóvenes.

Tabla 2. Efectos de la poda de invierno (PI) y de verano (PV) sobre los atributos físico-químicos de calidad de árboles adultos y jóvenes. Media \pm SE ($n = 4$ repeticiones).

	Melocotoneros adultos		Nectarinos Jóvenes	
	PI	PV	PI	PV
Diámetro de fruto (mm)	63,22 \pm 0,18 a ^z	64,00 \pm 0,51 a	57,93 \pm 0,49 a	59,20 \pm 0,61 a
Calibre comercial	B a	B a	C a	C a
Sólidos solubles (°Brix)	9,09 \pm 0,15 a	9,01 \pm 0,21 a	9,18 \pm 0,18 b	11,00 \pm 0,65 a
Luminosidad (L*)	55,58 \pm 0,37 a	53,65 \pm 0,96 a	34,86 \pm 0,51 a	35,44 \pm 0,27 a
HUE (°h)	57,95 \pm 0,01 a	57,93 \pm 0,01 a	52,91 \pm 0,01 a	52,91 \pm 0,01 a
Croma (°C)	41,85 \pm 0,18 a	40,67 \pm 0,27 b	32,27 \pm 0,66 a	31,77 \pm 0,52 a

^z Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$) para árboles adultos y jóvenes, separadamente.

5) Conclusiones y Recomendaciones

La poda en verde en postcosecha constituye una práctica aconsejable en frutales adultos de maduración temprana como vía para incrementar la productividad del agua de riego, ya que la eliminación de grandes consumidores de agua, como son los ‘chupones’, permite mejorar el estado hídrico en el periodo de mayor demanda bioclimática (verano), manteniendo la producción y calidad de la cosecha.

6) Agradecimientos

El presente trabajo se ha realizado con ayuda de fondos de los proyectos (AGL2013-49047-C02-2R, AGL2016-77282-C03-1R) financiados por el ministerio de Economía y Competitividad y 19903/GERM/15, de la Fundación Séneca. Conesa M.R, agradece la ayuda posdoctoral disfrutada del programa Juan de la Cierva (FJCI-2017-32045).

7) Bibliografía

Abrisqueta, I., Abrisqueta, J.M., Tapia, L.M., Munguía, J.P., Conejero, W., Vera J., Ruiz-Sánchez, M.C. (2013). Basal crop coefficients for early-season peach trees. *Agric. Water Manage.* 121, 158–163.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements*; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy.

Aloni, R. (2007). Phytohormonal mechanisms that control wood quality formation in young and mature trees. In: *The Compromised Wood Workshop 2007*. K. Entwistle, P. Harris, J. Walker (Eds). The Wood Technology Research Centre, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand, pp 1–22.

Bussi, C., Bruchou, C., and Lescourret, F. (2011). Response of watersprout growth to fruit load and intensity of dormant pruning in peach tree. *Sci. Hortic.* 130 (4), 725–731.

Choi, S.T., Park, D.S., Hong, K.P., Kang, S.M. (2011). Summer pruning effect on tree growth and fruit production of persimmon. *Adv. Hort. Sci.* 25 (3), 164–169.

FAOSTAT, 2018. Food and Agriculture Organization Statistical Data. Disponible online en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

- Fereres, E., Evans, R.G. (2006). Irrigation of fruit trees and vines: an introduction. *Irrig. Sci.* 24, 55–57.
- Hsiao, T.C. (1990). Measurement of tree water status. In: Steward, B. A., Nielsen, D.R. (Eds), *Irrigation of Agricultural Crops*. Agronomy Monograph No.30. American Society of Agronomy. Madison. WI. pp 243–279.
- Ikinci, A. (2014). Influence of pre- and postharvest summer pruning on the growth, yield, fruit quality, and carbohydrate content of early season peach cultivars. *Sci. World J.* Volume, e104865, 8 pp.
- Kumar, M., Rawat, V., Rawat, J.M.S., Tomar, Y.K. (2010). Effect of pruning intensity on peach yield and fruit quality. *Sci. Hortic.* 125, 218–221
- Li, K., Lakso, A.N., Piccioni, R., and Robinson, T. (2003). Summer pruning effects on fruit size, fruit quality, return bloom and fine root survival in apple trees. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 78 (6), 755–761.
- López, G., Mata, M., Arbones, A., Solans, J.R., Girona, J., Marsal, J. (2006). Mitigation of effects of extreme drought during stage III of peach fruit development by summer pruning and fruit thinning. *Tree Physiol.* 26, 469–47.
- Mika, A., Buler, Z. (2011). Intensive plum orchard with summer training and pruning. *Adv. Hort. Sci.* 25(3), 193–198.
- Neri, D., Massetani, F. (2011). Spring and summer pruning in apricot and peach orchards. *Adv. Hort. Sci.* 25 (3), 170–178.
- Ruiz-Sánchez, M.C., Abrisqueta, I., Conejero, W., Vera, J. (2018). Deficit irrigation management in early-maturing peach crop. In: *Water Scarcity and Sustainable Agriculture in Semiarid Environment. Tools, Strategies, and Challenges for Woody Crops*. ISBN 978-0-12-813164-0. Elsevier. Chapter 6. pp 111–126.
- Saure, M.C. (1987). Summer pruning effects in apple - a review. *Sci. Hortic.* 30, 253–282.
- Singh, A., Deka, B.C., Patel, R.K., Nath, A., Mulieh, S.R. (2012). Effect of pruning time, severity and tree aspects on harvesting period and fruit quality of low chilling peach (*Prunus persica*). *Ind. J. Agric. Sci.* 10, 862–866.
- Singh, D., Chauhan, J.S., Kainth, N.S. (1997). Pruning in peach: A review. *Agric. Rev. (Karnal)*, 18 (3/4), 147–154.
- Vera, J., Abrisqueta, I., Abrisqueta, J.M., Ruiz-Sánchez M.C. (2013). Effect of deficit irrigation on early-maturing peach tree performance. *Irrig. Sci.* 31, 747–757.
- Weibel, A., Johnson, R.S., DeJong, T.M. (2003). Comparative vegetative growth responses of two peach cultivars grown on size-controlling versus standard rootstocks. *Am. Soc. Hortic. Sci.* 128, 463–471.
- Zamani, Z., Saie, A., Talaie, A.R., Fatahi, R. (2006). Effects of summer pruning on growth indices of two important Iranian apple cultivars 'Golab' and 'Shafi-Abadi'. – *Acta Hort.* 707: 269–274.