

EFFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO SOBRE EL CONTROL DE VIGOR EN PERALES

Podestá, L. ¹; F. Dueñas ¹

¹Fruticultura- Facultad de Ciencias Agrarias-UNCuyo
Almirante Brown 500 - 5505 Mendoza – Argentina-
lpodesta@fca.uncu.edu.ar

RESUMEN

En Mendoza el peral suele crecer vigorosamente y es frecuente que se realice una poda intensa en invierno, y a veces también en verano, para mantener producciones constantes y de alta calidad de frutos, y para reducir el tamaño de las plantas y facilitar el manejo del monte. El exceso de vigor podría ser reducido mediante una oportuna restricción hídrica, considerando que en esta especie gran parte del crecimiento vegetativo ocurre antes de que comience el crecimiento rápido de los frutos.

En una plantación comercial de perales (*Pyrus communis*) en plena producción y con muy alto vigor, que había sido intensamente podada en el invierno previo al ensayo, se evaluó la respuesta al riego deficitario controlado (RDC) sobre el crecimiento vegetativo y la productividad. Plantas de peral 'Williams' injertadas sobre portainjerto Franco en suelo franco arcilloso profundo, y regadas por microaspersión fueron sometidas a distintos regímenes de RDC durante un mes (noviembre) en el período de rápido crecimiento vegetativo y lento crecimiento de los frutos. Los tratamientos de riego fueron: T₁= 100%, T₂= 75% y T₃= 50% de ET_c full respectivamente. El porcentaje de humedad disponible remanente de suelo de 0-70 cm (%AW) se midió periódicamente durante la restricción. En la estación de crecimiento se midió crecimiento longitudinal de brotes terminales y vigorosos ('chupones') y crecimiento de frutos. En cosecha se midió rendimiento, peso y calibre de frutos.

Ambos tratamientos de RDC disminuyeron el vigor. El crecimiento de brotes terminales fue reducido un 13% (T₂) y 14 % (T₃), mientras que el de brotes vigorosos ('chupones') disminuyó 9 % (T₂) y 15 % (T₃). El rendimiento promedio en T₁ fue de 24 ton/ha y en T₃ el disminuyó 19 % respecto de T₁. El tamaño de los frutos fue afectado por la restricción hídrica, y el peso promedio fue 18 % (T₂) y 32 % (T₃) menor que el de T₁ (203 g) lo cual redujo el potencial de fruta exportable en ambos tratamientos de restricción. Se obtuvo alta correlación entre el calibre y el peso de los frutos ($r^2= 0,96$).

En perales la restricción hídrica de alrededor del 25 % al 50 % del riego durante un mes en el período de crecimiento rápido de brotes contribuyó a controlar el vigor de la plantación, pero afectó el peso de los frutos. Se investiga la posibilidad de adelantar y acortar el período de imposición del RDC.

INTRODUCCIÓN

En Argentina, la superficie cultivada con peral es de alrededor de 26.000 has (INDEC 2008) y el cultivo se desarrolla principalmente en el Alto Valle del Río Negro (Neuquén y Río Negro aportan el 85% de la oferta nacional) y en la provincia de Mendoza (aporta el 14%). Argentina es el principal exportador mundial de peras y existe un alto reconocimiento internacional de la variedad Williams', que ingresa en contraestación a la Unión Europea.

En las zonas productivas de Mendoza la principal cultivar, Williams', crece vigorosamente en una amplia gama de suelos y se utiliza mucho el pie franco, que confiere al cultivo alto vigor y escasa precocidad. Para controlar el vigor de las plantaciones con frecuencia se realiza una poda intensa en invierno, y a veces también en verano, con el fin de mantener producciones constantes y de alta calidad de frutos, y reducir el tamaño de las plantas para facilitar el manejo del monte. Una estrategia posible de control de vigor es el uso del riego deficitario controlado (RDC), que consiste en imponer períodos de déficit hídrico estacional que resulten en algún beneficio económico (Behboudian et al. 1994). En frutales se ha indicado que el RDC, aplicado durante el período de crecimiento lento del fruto y mientras el crecimiento de brotes es rápido, controló vigor y mantuvo o a veces aumentó los rendimientos (Mitchell et al. 1984; Chalmers et al. 1986; Li et al. 1989; Mitchell et al. 1986, 1989; Johnson et al. 1992; Behboudian et al. 1994; Caspari et al. 1994; Ebel et al. 1995). Para obtener éxito con las estrategias de riego deficitario controlado es fundamental un profundo conocimiento de las necesidades del cultivo, ya que la respuesta de los diferentes cultivos al déficit varía considerablemente.

En peral una de las variables de mayor incidencia sobre el destino de la fruta y los precios es el tamaño de los frutos. Gran parte del crecimiento vegetativo ocurre antes de que comience el crecimiento rápido de los frutos, y una oportuna restricción hídrica podría controlar reducir el vigor sin comprometer el calibre de los frutos. Mitchell et al. (1984) señalaron que en la cultivar Williams' un corto período de estrés hídrico en primavera redujo el crecimiento de brotes y aumentó la floración en el ciclo productivo siguiente. Se ha indicado que en esta especie el estrés hídrico moderado redujo la transpiración debido a un cierre parcial de estomas pero no disminuyó el peso de los frutos (Jerie et al. 1989) y aumentó la eficiencia en el uso del agua (EUA) (Mitchell et al., 1989).

Por otro lado es imperante racionalizar el uso de un recurso cada vez más escaso, y también minimizar los impactos negativos de una práctica de riego ineficiente sobre el medio ambiente, y en este sentido el RDC es una herramienta útil capaz de generar importantes ahorros de agua.

El objetivo de esta investigación fue evaluar en plantas de peral de muy alto vigor el efecto del riego deficitario controlado (RDC) sobre el control de crecimiento vegetativo y sobre la productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio: El ensayo se llevó a cabo en un monte comercial de peral (*Pyrus communis*) cv. Williams' en plena producción y con muy alto vigor, ubicado en la localidad de Agrelo, Provincia de Mendoza, Argentina (33° 11' 40" S, 68° 55' 20" O, 974 m. s.n.m). Las plantas están injertadas sobre portainjerto Franco, y conducidas en palmeta e implantadas a 5 m entre hileras y 3 m entre plantas y habían sido intensamente podadas en el invierno previo al ensayo. El suelo es franco arcilloso profundo. Se realizó un estudio previo de las características físico químicas, distribución de raíces y variables hídricas del perfil del suelo.

Riego: El método de riego de la plantación es microaspersión, con un emisor por planta de 37 Lh⁻¹ de caudal. La CE del agua de riego fue de 900 µS/cm a 25° C, y el agua fue considerada 'con muy leves problemas de salinidad' según el criterio de FAO (Ayers y Westcot 1987). La demanda de agua del cultivo se calculó mediante un evaporímetro de bandeja (tanque tipo A) ubicado a 2 km de la parcela en estudio y considerando un coeficiente de tanque (kp) y los coeficientes de cultivo (Kc) estimados para peral a partir de FAO 56, modificado por las características agroambientales (Allen et al. 1998). Los requerimientos diarios de riego se calcularon teniendo en cuenta la precipitación efectiva, a través de una ecuación recomendada para climas áridos (Chambouleyron 2005). También se consideró una eficiencia de 0,9 del método de riego.

Tratamientos: Evaluada la homogeneidad inicial del sitio a través del diámetro de tronco y volumen de copa, se seleccionaron plantas de vigor homogéneo. Los tratamientos de riego fueron: riego a demanda plena (T1 = ETc 100 %) y riegos deficitarios controlados (RDC) reponiendo el 75 % (T2 = ETc 75 %) y 50 % (T3 = ETc 50 %) de ETc full respectivamente, y se impusieron durante un mes (noviembre) en el período de rápido crecimiento vegetativo y lento crecimiento de los frutos. El diseño estadístico fue de parcelas al azar con 5 repeticiones y la unidad experimental fue de una planta.

Mediciones: Durante la restricción el porcentaje de humedad disponible remanente de suelo de 0-70 cm (%AW) se midió periódicamente sobre 2 muestras por tratamiento. Durante el ciclo vegetativo y hasta cosecha se midió el crecimiento longitudinal de 6 brotes terminales y vigorosos ('chupones') y el diámetro ecuatorial de 20 frutos por unidad experimental. La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron madurez comercial, determinada por el tamaño de frutos, efectuando una sola recolección. En cosecha se pesó el total de frutos por árbol y se determinó el rendimiento de cada planta. Luego se extrajo, completamente al azar, una muestra de 20 frutos por repetición, a los cuales se les midió el calibre y el peso y se determinó la relación peso-calibre. Se calculó la distribución porcentual de los frutos de acuerdo a las categorías de peso que equivalen al romaneo con que se comercializa la pera, y que se expresan como número de frutos por caja de 20 kilogramos (Tabla 1). A partir de esa distribución se estimó para cada tratamiento el rendimiento potencial para distintos destinos: exportación, mercado interno y pulpa.

Tabla 1. Destino comercial de peras en función del peso de los frutos

Número de frutos por caja de 20 kg	Destino
< 90	Exportación 1°
90 – 120	Exportación 2°
121 – 135	Mercado interno
> 135	Pulpa

Análisis estadístico: Se realizó análisis de la varianza (ANOVA) y prueba de comparaciones LSD de Fisher ($p \leq 0,05$) y se establecieron correlaciones entre variables. Se utilizó el software estadístico InfoStat, versión 2004 (InfoStat, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riego

En la Figura 1 se representa la demanda de agua del cultivo de referencia (ETo), la demanda de agua del cultivo de peral (ETc) y la cantidad de agua recibida (por riego y precipitaciones efectivas) desde el inicio del ciclo y hasta la cosecha. En abscisas cada número indica el día del mes en que se regó. La diferencia entre la evapotranspiración de referencia (ETo), tomada de los datos de la estación meteorológica, y ETc se debe al valor de coeficiente de cultivo considerado para peral (Kc).

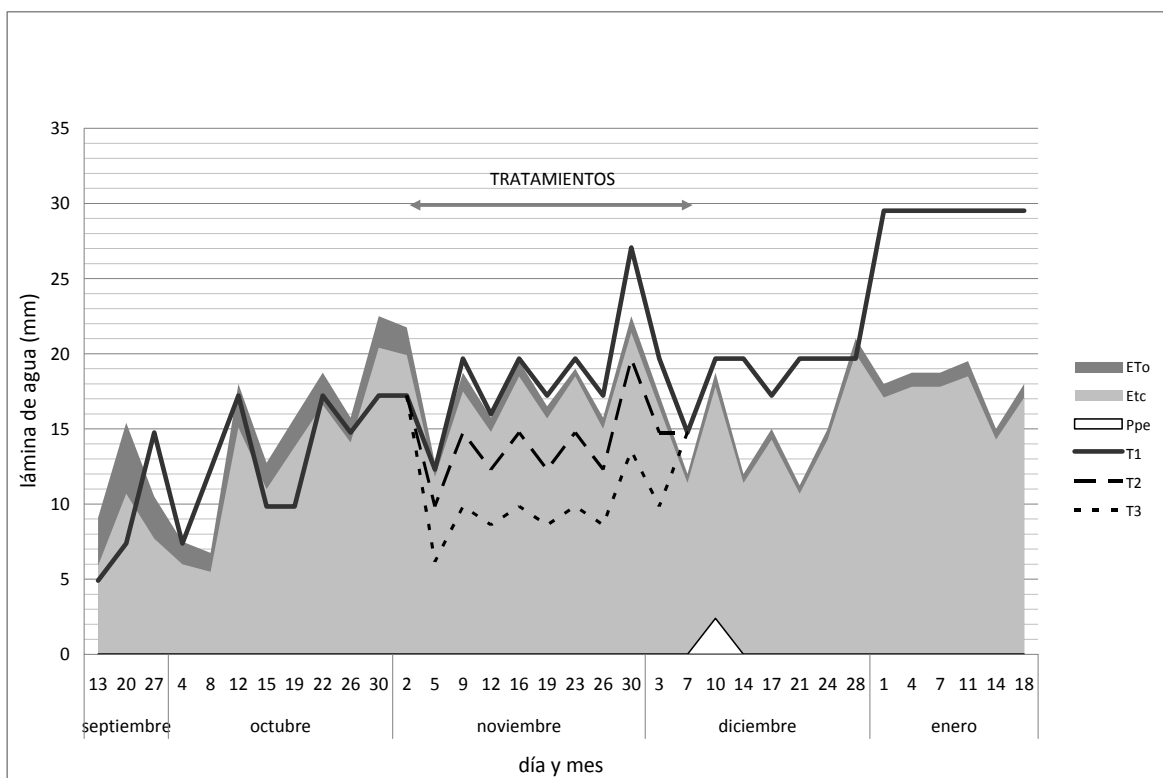


Figura 1. Evapotranspiración de referencia (Eto) y del cultivo (Etc), precipitación efectiva (Ppe) y lámina de riego aplicada en cada riego en los tres tratamientos (T1, T2 y T3) desde brotación y hasta la fecha de cosecha

Luego de la primera semana de octubre, la ETc aumentó en coincidencia con el crecimiento de brotes. Para mantener el tratamiento testigo cercano a capacidad de campo a partir de octubre el intervalo de riego fue de 3-4 días (7-8 riegos por mes) situación que se mantuvo hasta la cosecha. La máxima ETc diaria se registró a principios de enero (datos no presentados).

La precipitaciones totales durante todo el ciclo de cultivo fueron muy escasas y sólo fueron efectivas algunas precipitaciones de mayor intensidad que se produjeron a mediados del mes de diciembre (Figura 1). Si bien se ha mencionado que la lluvia puede suplir parte del requerimiento hídrico de los cultivos, normalmente en zonas áridas es casi despreciable.

Los tratamientos de restricción hídrica fueron impuestos a partir del 2 de noviembre de 2009 y se extendieron por algo más de un mes, finalizando el 7 de diciembre de 2009. Hasta la fecha de inicio de restricción hídrica todas las parcelas recibieron los mismos volúmenes de agua, y el total fue 1970 m³/ha. La cantidad de agua recibida (riego más precipitación efectiva) en cada tratamiento desde floración y hasta la cosecha fue de 7222 m³/ha (T1), 6792 m³/ha (T2) y 6386 m³/ha (T3).

Control del riego

La humedad disponible remanente promedio en la profundidad 0-70 cm durante todo el período de restricción diferenció los tres tratamientos de riego como resultado de los regímenes de riego planteados en la metodología (Tabla 2)

Tabla 2. Humedad remanente disponible en los tratamientos de riego.

Promedio en el total del perfil	
Tratamiento	Humedad remanente disponible promedio (%) ^z
T1	82 % ^{ay}
T2	53 % ^b
T3	18 % ^c

^z Promedio de mediciones de 4 fechas

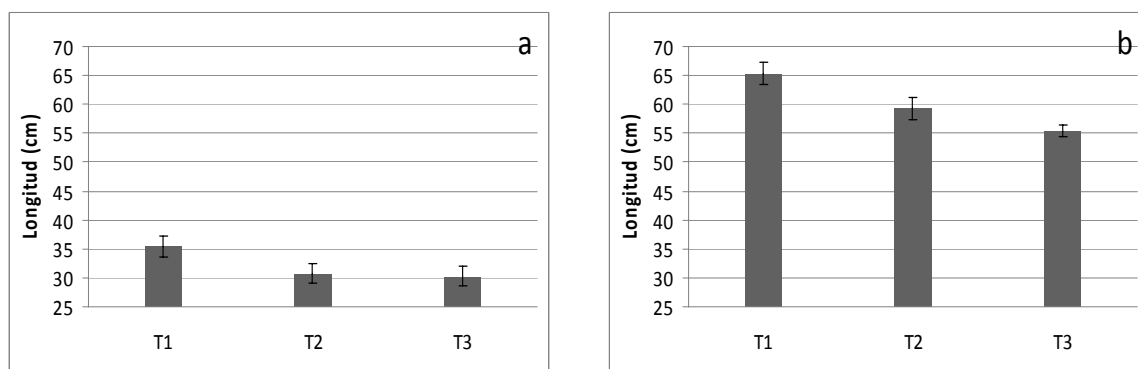
^x Separación de medias según Prueba LSD de Fisher (P≤0,05)

Crecimiento vegetativo

En general, el crecimiento de los brotes fue muy importante en el ciclo debido al vigor del monte frutal, que a su vez se puede vincular con el portainjerto de la plantación (franco) y sobretodo con la poda intensa realizada en la plantación en el invierno anterior al ensayo.

Ambos tratamientos de RDC redujeron el vigor y disminuyeron el crecimiento de brotes. Al final del ciclo vegetativo en los brotes terminales la longitud fue reducida 13% (T2) y 14 % (T3), sin diferenciarse estadísticamente T2 de T3 (Figura 2 a). En los brotes vigorosos (comúnmente llamados chupones) también fue menor la longitud del crecimiento anual en ambos tratamientos de estrés, y en la mayor restricción hídrica (T3)

fue más evidente la reducción del vigor. Así, el crecimiento de brotes vigorosos (‘chupones’) disminuyó 9 % (T2) y 15 % (T3) (Figura 2 b).



Las barras representan la media de 30 brotes.
Barras verticales indican error estándar de las medias.

Figura 2. Longitud de brotes de peral ‘Williams’ de los tratamientos de riego al finalizar el ciclo de cultivo a) brotes terminales, b) brotes vigorosos (‘chupones’).

Considerando los altos costos de poda de árboles de peral irrigados con sistemas convencionales, el RDC podría ser una valiosa herramienta de control de crecimiento vegetativo.

Crecimiento de frutos

El estrés hídrico impuesto en ambos tratamientos de RDC afectó negativamente el crecimiento de los frutos. El tamaño de los frutos en cosecha disminuyó a causa del estrés (Figura 3). El calibre promedio de la fruta cosechada en el tratamiento testigo (T1) fue de 71 mm, y disminuyó 8 % en T2 y 14 % en T3.

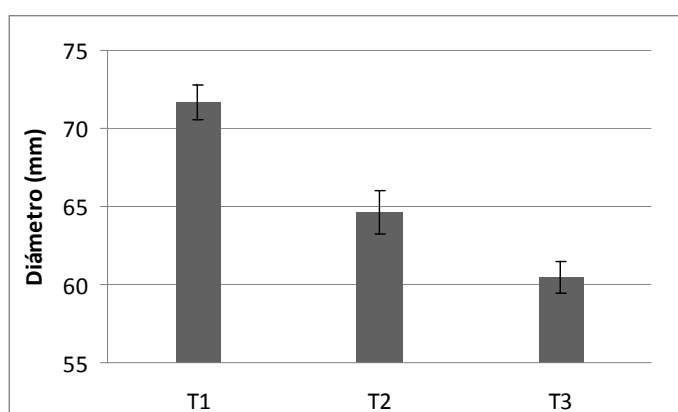


Figura 3. Calibre de peras ‘Williams’ de los tratamientos de riego en cosecha. Barras verticales indican error estándar de las medias.

Se encontró una relación lineal positiva entre el calibre de los frutos, medido a través del diámetro ecuatorial y el peso ($r^2= 0,96$) (Figura 4). El peso promedio estimado de los frutos del tratamiento T1 fue de 203 g por fruto, siendo el peso de los frutos de T2 18 % menor (166 g) y el de los frutos de T3 32 % menor (137 g) que el de los frutos de T1.

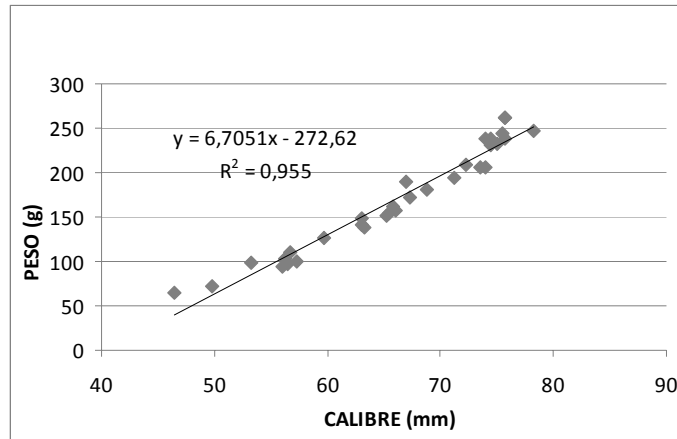


Figura 4. Relación entre el calibre, medido a través del diámetro ecuatorial de frutos y peso de peras 'Williams' de los tratamientos de riego en cosecha.

En perales se ha indicado que gran parte del crecimiento vegetativo ocurre antes de que comience el crecimiento rápido del fruto. En Australia Mitchell et al (1984) señalaron que el mayor crecimiento de brotes ocurrió antes del 16 de noviembre. En nuestra investigación el mayor crecimiento de brotes ocurriría en octubre y hasta principio de noviembre (datos no presentados). El momento de interrupción del estrés es muy importante. Las mediciones de crecimiento de frutos indicaron que a principios de diciembre los frutos tenían un crecimiento rápido (datos no presentados). Probablemente la interrupción del estrés antes de comenzar el mes de diciembre podría controlar vigor sin comprometer el calibre de los frutos ni los rendimientos. Mitchell et al. (1984) en peras 'Williams' en Australia sugirieron acortar el período de estrés y mantenerlo sólo hasta fines de noviembre para no afectar el rendimiento.

Los resultados indicarían que un corto período de estrés en primavera podría controlar el crecimiento vegetativo en variedades de maduración temprana de peral, en las cuales la competencia por el crecimiento de frutos comienza antes.

Rendimiento y rendimiento exportable

El rendimiento promedio en T1 fue de 24 ton/ha (Figura 5). En T2 a pesar de la disminución del tamaño de los frutos el rendimiento no fue significativamente afectado; en cambio en el tratamiento de menor restricción hídrica (T3) el rendimiento disminuyó 19 % (Figura 5).

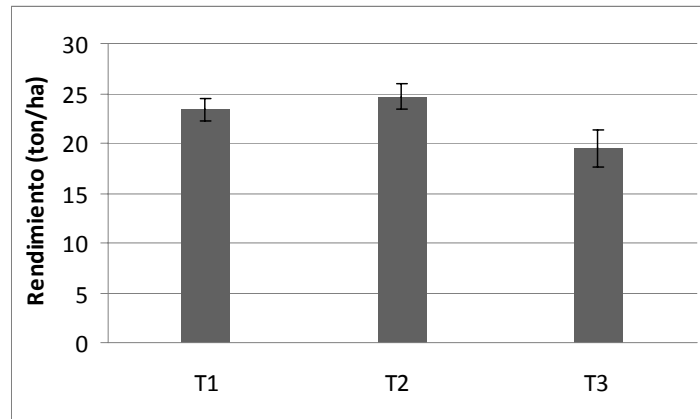


Figura 5. Rendimiento de peras 'Williams' de los tratamientos de riego en cosecha

En peral además del rendimiento total son muy importantes los rendimientos por categorías de peso, porque de estos depende el destino de la producción y en gran medida la rentabilidad del cultivo. Para el cálculo de los rendimientos por destino se consideraron el rendimiento total y las categorías comerciales en función del calibre de frutos (Tabla 1). En la Figura 6 se presenta el rendimiento estimado por destino comercial para cada tratamiento.

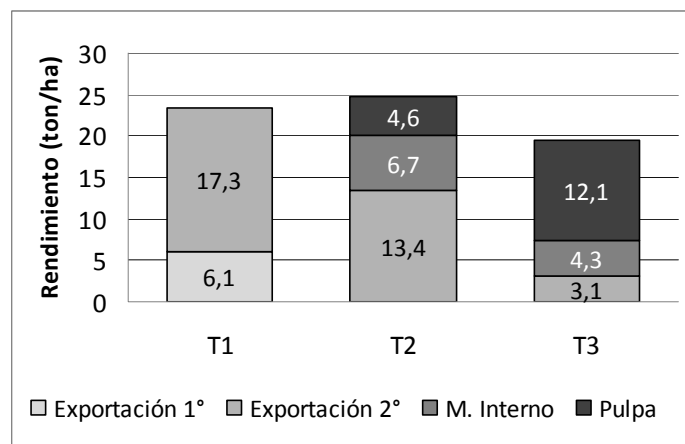


Figura 6. Rendimiento de peras 'Williams' de los tratamientos de riego según el destino comercial

En ambos tratamientos de RDC cambió la proporción de fruta para cada destino comercial, a causa del efecto de la restricción sobre el tamaño de los frutos. En T1 potencialmente toda la fruta podría destinarse a exportación (100 %). En T2, si bien el rendimiento total no fue afectado (Figura 5), disminuyó considerablemente el rendimiento exportable (55 %) y en cambio parte de la producción se destinaría potencialmente a mercado interno (27 %) y pulpa (18 %). En T3 el destino principal sería pulpa (62 %) y solo el 16 % podría destinarse a exportación.

Los resultados indican que ambos tratamientos de RDC afectarían el destino de la producción por su efecto en el tamaño de frutos. La posibilidad de adelantar y acortar el período de imposición del RDC podría ser evaluada como alternativa de manejo para no comprometer la calidad de la producción.

CONCLUSIONES

La imposición de restricciones hídricas en plantas de peral Williams' de muy alto vigor durante un mes en el período de crecimiento rápido de brotes:

- disminuyó el crecimiento vegetativo y contribuyó a controlar el vigor de la plantación
- disminuyó el tamaño de los frutos, y por ello afectó el potencial destino de la producción

La efectividad del estrés varió con la intensidad del déficit.

La aplicación de RDC en peral proveería de una estrategia de manejo para controlar el vigor excesivo generando al mismo tiempo importantes ahorros de agua en finca.

→ Para no comprometer la calidad de la producción se sugiere investigar la posibilidad de adelantar y acortar el período de imposición del RDC .

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Cuyo y a la empresa Molto S.A. por la financiación de la investigación

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R.; L. Pereira; D. Raes; M. Smith M.** (1998). *Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements*. FAO, Irrigation and Drainage paper 56. Rome, Italy. 300 p.
- AYERS, R.S.; D. W. WESTCOT** (1987). *La calidad de agua en la agricultura*. FAO, Riego y Drenaje. Manual N° 29. Roma, Italia. 174 p.
- BEHBOUDIAN, M.H.; G. S. LAWES; K. M. GRIFFITHS** (1994). The influence of water deficit on water relations, photosynthesis and fruit growth in Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.). *Scientia Horticulturae* 60:89-99.
- CASPARI, H.W.; M. H. BEHBOUNDIAN; D. J. CHALMERS** (1994). *Water use, growth, and fruit yield of 'Hosui' Asian pear under deficit irrigation*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:383-388.
- CHALMERS, D.J.; G. BURGE; P. H. JERIE; P. D. MITCHELL** (1986). *The mechanism of regulation of 'Bartlett' pear fruit and vegetative growth by irrigation withholding and regulated deficit irrigation*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:904-907.
- CHAMBOULEYRON, J.** (2005). *Riego y Drenaje. Técnicas para el desarrollo de una agricultura regadía sustentable*. Tomo 1. Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. 470 p.
- EBEL, R. C.; E. L. PROEBSTING; R. G. EVANS** (1995). *Deficit irrigation to control vegetative growth in apple and monitoring fruit growth to schedule irrigation*. *HortScience* 30:1229-1232.
- JERIE, P.H.; P. D. MITCHELL; I. GOODWIN** (1989). Growth of William Bon Chretien pear fruit under regulated deficit irrigation. *Acta Hort.* 240:271-274.

- JOHNSON, R.S.; D. F. HANDLEY; T. M. DE JONG** (1992). *Long-term response of early maturing peach trees to postharvest water deficits*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(6):881-886.
- INDEC. 2008**. Censo Nacional Agropecuario 2002. Resultados para el total del país por provincia [en línea]. Buenos Aires, Argentina, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina. [[http://www.indec.mecon.gov.ar/agropecuario /cuadros/c14_tot.xls](http://www.indec.mecon.gov.ar/agropecuario/cuadros/c14_tot.xls)], [Consulta: 30 de mayo de 2010]
- INFOSTAT**. 2004. InfoStat, version 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- LI, S.H.; J. G. HUGUET; P. G. SCHOCH; P. ORLANDO** (1989). *Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phenological stages of fruit development*. J. Hort. Sci. 64 (5):541-552.
- MITCHELL, P.D.; D. J. CHALMERS; P. H. JERIE; G. BURGE** (1986). *The use of initial withholding of irrigation and tree spacing to enhance the effect of regulated deficit irrigation on pear trees*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:858-861.
- MITCHELL, P.D.; P. H. JERIE; D. J. CHALMERS** (1984). *The effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yield*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(5):604-606.
- MITCHELL, P.D.; B. VAN DEN ENDE; P. H. JERIE; D. J. CHALMERS** (1989). *Response of 'Bartlett' pear to withholding irrigation, regulated deficit irrigation and tree spacing*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114:15-19.