

# Influencia del portainjerto y déficit hídrico sostenido sobre crecimiento vegetativo y rendimiento en duraznero

Daiana Mateo<sup>1</sup>, Carlos Puertas<sup>1</sup>, Antonio Weibel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Junín, Carril Isidoro Busquets s/n (5573) Junín, Mendoza. [mateo.daiana@inta.gob.ar](mailto:mateo.daiana@inta.gob.ar)

## RESUMEN

En la actualidad la agricultura se enfrenta a un escenario de menor disponibilidad de agua y mayor competencia por su uso. En este sentido las estrategias de riego deficitario tienen por objetivo minimizar la cantidad de agua aplicada sin afectar producción o parámetros de calidad. El objetivo del trabajo fue evaluar la aptitud de dos portainjertos (Garfinem 1 y Cadaman) injertados con un cultivar de duraznero temprano (cv. Pavie Catherine) frente a condiciones de déficit hídrico sostenido. Se aplicaron tres niveles de riego: control (sin restricción hídrica), con reposición del 100 % de la Etc (T100); restrictivo con reposición del 66 % (T66), y restrictivo con reposición del 33 % (T33) de la dosis aplicada al tratamiento control durante los dos primeros años. A partir del año 3 se aumentó la restricción del riego en T66 y T33 al 50 % y 20 % de la dosis aplicada al T100.

La eficiencia productiva (kg fruta.cm<sup>2</sup> de área de sección transversal de tronco) fue mayor en Cadaman, mientras que la eficiencia de uso de agua (kg fruta.mm<sup>-1</sup>) mostró diferencias significativas entre niveles de riego siendo mayor para T33 y T66 que para T100. En conclusión, ambos portainjertos se comportaron bien ante una menor disponibilidad hídrica, siendo el tratamiento intermedio el más adecuado, ya que mantuvo la producción y redujo el vigor. Sin embargo, el portainjerto Cadaman se comportó más equilibrado en su relación vegetativa/reproductiva.

## INTRODUCCIÓN

Montes de duraznero de variedades de maduración temprana y portainjertos vigorosos, implantados en suelos profundos y con alta frecuencia de riego, pueden presentar un excesivo crecimiento vegetativo. Las estrategias de riego deficitario en frutales podrían ser utilizadas como herramienta para controlar vigor (Podestá, 2010), lo-

grando plantas de menor tamaño y así disminuir la incidencia en los costos de mano de obra en poda y raleo, como así también conseguir una disminución en el volumen de agua aplicada sin afectar la producción. En primavera, el duraznero presenta una alta tasa de crecimiento de brotes, coincidiendo con la etapa inicial de crecimiento del fruto (división celular) (Girona *et al.*, 2012). Goldhamer

(1999) menciona la necesidad de que el estado hídrico de las plantas en este periodo sea óptimo para que el número y tamaño del fruto sea máximo.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de dos portainjertos en condiciones de déficit hídrico sostenido sobre el crecimiento vegetativo, rendimiento y estado hídrico de planta en duraznero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo durante 5 temporadas consecutivas desde el 2014 al 2019 en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Junín, Mendoza-Argentina (33° 6' 50" S; 68° 29' 12" O). El ensayo se realizó en un monte de duraznero (*Prunus persica*) de 3 años de edad, injertado sobre dos portainjertos híbridos: Cadaman (*P. persica* x *P. davidiana*) y Garfinem 1 (*P. persica* x *P. dulcis*). El ensayo fue implantado en el año 2011 y regado con goteo, en un marco de 2,5 m x 4,5 m (889 pl/ha). Las precipitaciones promedio del periodo de estudio fueron de 292 mm anuales, por lo que fue necesario regar para cumplir con los requerimientos hídricos del cultivo.

El riego fue aplicado con una frecuencia semanal de acuerdo a la metodología propuesta por FAO (Allen *et al.* 2006) (Ecuación 1). El coeficiente de cultivo (kc) utilizado fue el propuesto por Allen *et al.* (2006), ajustado en base a estudios locales (Riveros, 2003; Oriolani, 1981). Se consideró el coeficiente de reducción (kr) para plantas jóvenes (Feres, 1981).

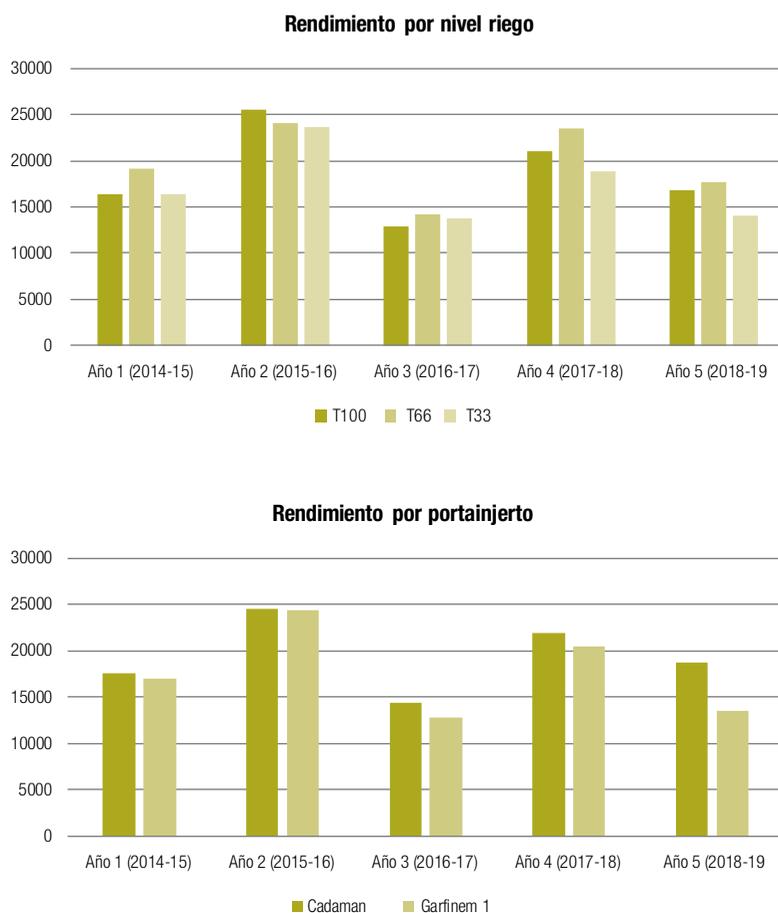
$$\text{Etc} = \text{Eto} * \text{kc} * \text{kr} \quad (1)$$

Los tratamientos surgieron de la combinación de dos factores: dos portainjertos, Cadaman y Garfinem 1 y tres niveles de riego: T100, control, con reposición del 100 % de la Etc; T66, con reposición del 66 % de la dosis aplicada al T100, y T33, con reposición del 33 % de la dosis aplicada al T100. Luego del segundo año se incrementó el nivel del déficit del tratamiento intermedio de 66 % a 50 % y de 33 % a 20 % para el tratamiento más restrictivo.

El diseño experimental fue de bloques completamente aleatorizados, con tres repeticiones. Los datos fueron analizados mediante ANOVA, y la comparación de medias se realizó mediante el test LSD Fisher ( $\alpha=0,05$ ). El software estadístico utilizado fue InfoStat (Universidad Nacional de Córdoba, 2006).

Las variables para cuantificar el crecimiento vegetativo, rendimiento y estado hídrico de planta fueron: peso seco de poda (PP Madera 1 año, PP Brotes Vigorosos, PP Total), rendimiento en kg/planta (R) y potencial hídrico de tallo (PHT) (Shackel, 1997) (figura 3) respectivamente. Asimismo, se midió la conductividad eléctrica del suelo al finalizar cada temporada.

**Figura 1.** Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) para cada nivel de riego (arriba) y portainjerto (abajo), Cadaman y Garfinem 1, en año 1 (2014-15), año 2 (2015-16); año 3 (2016-17); año 4 (2017-18); año 5 (2018-19). No se observaron diferencias significativas entre portainjertos y niveles de riego a  $p < 0,05$  (LSD).



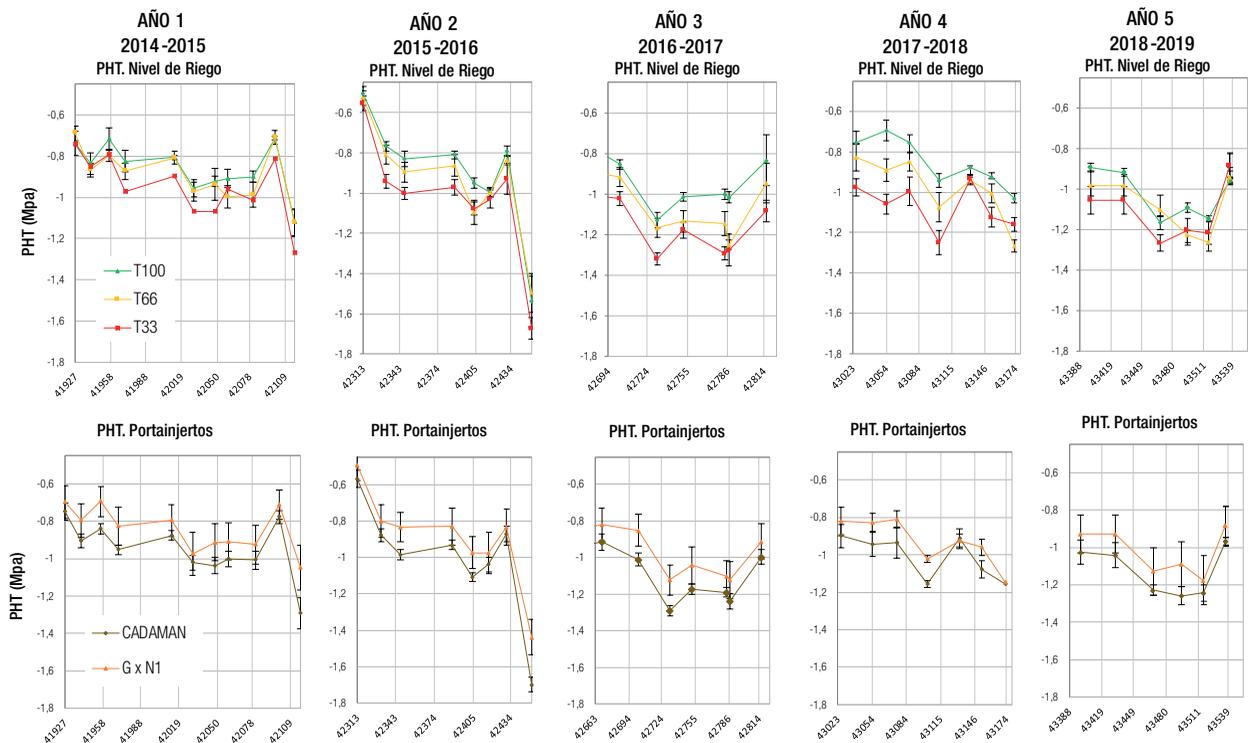
**Figura 2.** Frutos de duraznero (*Prunus persica* var. Pavia catherina) en cosecha, el Portainjerto es Cadaman y el nivel de riego el más restrictivo (T33), durante el periodo 2015-2016. La imagen ilustra la variabilidad de tamaño y color de fruto.



**Tabla 1.** Resumen de peso de poda de madera de un año (PP Madera 1 año), peso de poda de brotes vigorosos (PP Brotes Vigorosos) y peso de poda total (PP Total). Letras diferentes indican diferencias significativas p<0,05 (LSD Fischer).

VARIABLE	AÑO	PP Madera 1 año					PP Brotes Vigorosos					PP Total				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nivel Riego	T-100	3,14	2,49	2,95	3,93	3,64 a	3,22	1,3	3,2	4,16 a	2,92	8,25	7,19	10,46 a	8,87 a	8,71 a
	T-66	2,74	2,26	2,74	4,37	2,94 ab	1,34	0,71	1,44	2,06 ab	1,57	6,28	6,05	7,22 ab	7,29 ab	6,71 ab
	T-33	2,31	1,71	2,31	2,95	2,31 b	1,15	0,2	1,15	0,62 b	1,14	5,16	4,24	5,16 b	3,98 b	5,15 b
Portainjerto	CAD.	1,36	1,87	1,98	3,08 a	2,15 a	1,36	0,48	1,36	1,20 a	1,45	5,02	4,39 a	5,88	4,61 a	5,39
	GxN 1	2,29	2,42	3,35	4,37 b	3,61 b	2,29	1	2,49	3,04 b	2,14	8,11	7,25 b	8,47	8,34 b	7,95
Nivel Riego X Portainjerto		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	

**Figura 3.** Potencial hídrico de tallo medido al mediodía (PHT) desde la temporada 2014-2015 hasta 2018-2019. Periodo en el cual se aplicaron los tratamientos de déficit.



**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Respecto del rendimiento total, no se observaron diferencias significativas para nivel de riego, ni para portainjertos (figura 1 y 2). En algunos periodos se observó una tendencia a la disminución de la producción en los tratamientos restrictivos, respecto del control. Esto podría deberse en parte a que el duraznero se ralea, con el objetivo de aumentar el tamaño de la fruta, en detrimento de la producción total. Es decir, mediante esta práctica se

disminuye el potencial productivo de la planta con el objetivo de lograr tamaño de fruta adecuado para la industria de enlatados (Ojer *et al.*, 2011). Probablemente el raleo puede haber enmascarado en parte posibles diferencias en producción total. El crecimiento vegetativo se evaluó a través del peso de poda. Este se separó en madera del año (PP Madera 1 año), peso de poda de brotes vigorosos (PP Brotes vigorosos), peso de poda de madera de más de un año (datos no mostrados) y

peso total de poda (PP Total). Se observó la diferencia entre portainjertos en las tres variables, indicando la diferencia de vigor entre ellos. Cadaman mostró en promedio un 44,4 % menos PP brotes vigorosos y un 37 % menos PP Total que Garfinem 1 en el periodo evaluado (tabla 1). Respecto del nivel de riego se observaron diferencias significativas en PP Total a partir del 3.º año de evaluación, entre T100 y T33 (tabla 1). Existe evidencia del efecto que produce el portainjerto en el estado hídrico de

**Figura 4.** Medición de potencial hídrico de tallo al mediodía como indicador del estado hídrico de plantas. Medición llevada a cabo con cámara de Scholander.



**Figura 5.** Ensayo de riego deficitario sostenido y portainjertos en duraznero (*Prunus persica* var. Pavia catherina) en estadio de fruto recién cuajado durante el periodo 2015-2016.



las plantas de duraznero (Weibel, 2008), lo que explica en parte que algunos portainjertos sean más desvigorizantes que otros. Por un lado, en la figura 3 se observan los valores de potencial hídrico de tallo, durante el periodo de estudio siempre fueron más bajos en Cadaman, y se acentúa esta diferencia en los meses de máxima demanda y a partir del año 2. Estas diferencias entre portainjertos se relacionan con los datos de peso de poda, indicando menor crecimiento en

Cadaman respecto de Garfinem 1. Por otro lado, en producción (figura 1), estas diferencias no se observaron, por lo que Cadaman se considera un portainjerto con mayor eficiencia productiva (datos no mostrados), ya que, tuvo menor crecimiento vegetativo y no se diferenció de Garfinem 1 en kg producidos. Estos resultados demuestran que tanto el portainjerto como el riego son una herramienta válida para controlar el vigor e incrementar la eficiencia productiva del monte frutal.

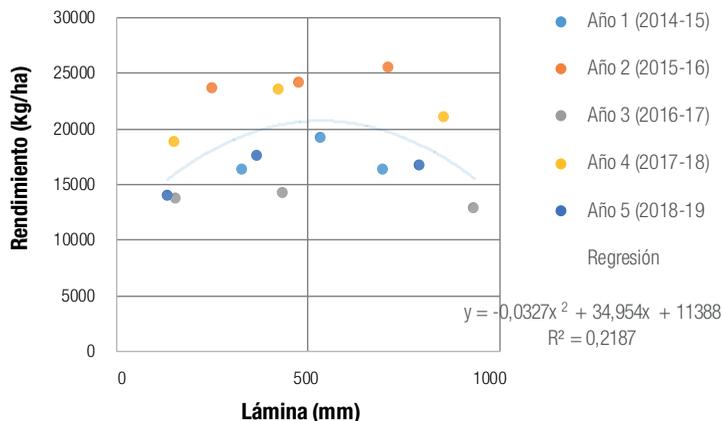
Con respecto al déficit hídrico las diferencias en PHT se observaron a partir del primer año y más acentuadas entre los tratamientos extremos el control (T100) y el más restrictivo (T33). Isaakidis *et al.* (2004) y Gholami (2009) sugieren que hay evidencias para utilizar determinados portainjertos cuando se esperen condiciones de falta de agua. En el presente estudio se observó menor consumo hídrico en Cadaman, relacionado principalmente con el menor tamaño de planta (figura 5). La lámina promedio en el periodo de estudio fue de 741 mm en Cadaman y 853 mm en Garfinem 1.

La eficiencia de uso del agua (kg producidos por mm de lámina aplicada en riego) (figura 6) fue mayor en los tratamientos intermedios si analizamos los 5 años evaluados. La lámina aplicada en promedio durante el periodo analizado a T66 fue 58 % y a T33 un 27 % de lo que se aplicó a T100, sin observarse disminuciones significativas en rendimiento. Estos resultados demuestran que es posible aplicar una lámina inferior a la óptima teórica sin afectar los rendimientos, logrando un mejor uso del agua.

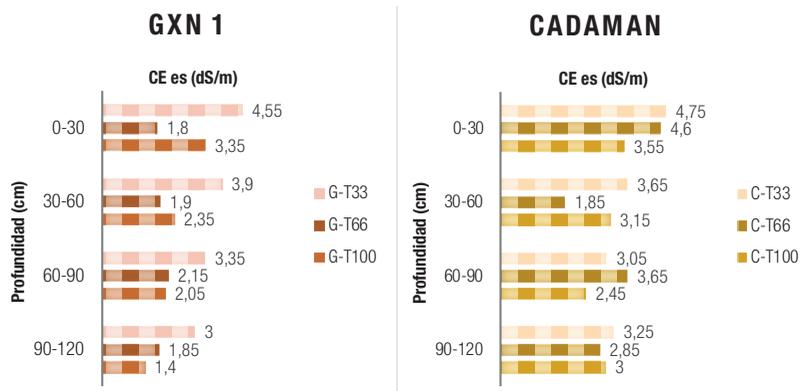
Sin embargo, cuando se analizó la salinidad del suelo (Pizarro, 1996) luego del año 5 (2018-19) (figura 7) se observó mayor conductividad eléctrica (CE) en los tratamientos restrictivos (T66 y T33) respecto al tratamiento control (T100), lo que indica que son necesarias láminas de riego en exceso con el objetivo de mantener el balance salino en el perfil de suelo, de otro modo la estrategia de riego no podrá ser sostenible en el tiempo. En este sentido se debería aplicar una lámina extra para lavado de sales. Esta práctica consiste en aplicar una lámina adicional durante el ciclo de cultivo o al finalizar este, con el objetivo de mantener el contenido de sales del suelo bajas y evitar disminuciones de crecimiento o producción por elevada salinidad. Esto es aún más crítico en duraznero dado que se clasifica como una especie sensible a sales (Allen *et al.*, 2006). De acuerdo a estos resultados los niveles más restrictivos podrían no ser sostenibles en el tiempo, debido a la necesidad de mantener el balance salino en niveles que resulten aceptables para el desarrollo de duraznero.

En ocasiones los lavados pueden hacerse durante el receso, y así tener una estrategia de riego considerando la "oportunidad del agua", manteniendo durante el ciclo láminas inferiores a

**Figura 6.** Curva de productividad del agua (kg producidos por mm de lámina aplicada en riego).



**Figura 7.** Conductividad eléctrica (dS/m) del extracto de saturación en el perfil del suelo en los tres niveles de riego para Garfinem 1 (izquierda) y Cadaman (derecha) para el año 5.



**Figura 8.** Ensayo de riego deficitario sostenido y portainjertos en duraznero (*Prunus persica* var. Pavia catherina) en poscosecha durante el periodo 2018-2019. En la foto se ven las plantas injertadas sobre Garfinem 1.



T100, similares a T66 (58 % de la lámina de T100) y durante el periodo de receso realizar riegos con el objetivo de disminuir el contenido de sales en el perfil de suelo (riegos de lavado).

### CONCLUSIÓN

El riego deficitario demostró ser una herramienta válida para mejorar la eficiencia de uso del agua. Se logró un ahorro de agua en promedio durante el periodo evaluado de 42 % en T66 y 73 % en T33 respecto al control. Sin embargo, esto es sin tener en cuenta la lámina adicional necesaria para lavado de sales acumuladas por realizar riego en déficit, por lo que el ahorro para un manejo sostenible sería inferior en el balance general. El nivel intermedio resultó más apropiado, obteniéndose una buena relación vegetativa/reproductiva con un ahorro del 42 % de agua en promedio en los 5 periodos. Respecto de los portainjertos, Cadaman mostró un crecimiento más equilibrado y mayor eficiencia productiva. Sin embargo, Garfinem 1 (figura 8) mostró un buen comportamiento y mejor estado hídrico de planta en T33 que Cadaman, por lo que sería recomendable su uso como portainjerto ante situaciones de escasez más agudas.

### BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, Italia. 298 p.

FERERES, E.; GOLDHAMER, D. A.; SADRAS, V.O. (2012). Chapter 4: Yield response to water of fruit trees and vines: guidelines. En: STEDUTO, P.; HSIAO,

T.; FERERES, E.; RAES, D. (eds.). Crop yield response to water. FAO. Roma. 246-295 pp.

FERERES, E.; HENDERSON, D.W.; PRUITT, W.O.; RICHARDSON, W.F.; AYERS, R.S. (1981). Basic irrigation scheduling. Leaflet 21199, Division of Agricultural Sciences, University of California.

GHOLAMI, M.; RAHEMI, M. (2009). Effect of irrigation regimes on water status and photosynthetic parameters of peach-almond hybrid (GF677) seedlings and cuttings. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 50(2), 94-99.

GIRONA, J.; FERERES, E. (2012). Chapter 4. Yield response to water of fruit trees and vines: guidelines. Peach. En: STEDUTO, P.; HSIAO, T.; FERERES, E.; RAES, D. (eds.). Crop yield response to water. FAO. Roma. 392-406 pp.

ISAAKIDIS, A.; SOTIRIPOULOS, T.; ALMALIOTIS, D.; THERIOS, I.; STYLIANIDIS, D. (2004). Response to severe water stress of the almond (*Prunus amygdalus*) 'Ferragnès' grafted on eight rootstocks. *New Zeal. J Crop hort.*, 32(4), 355-362.

MONTAÑA, T.; POZZOLI, J. (2014). El desafío de las tierras secas: Las políticas

públicas en Mendoza-Argentina para asumir el cambio climático. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 25(1), 95-108.

OJER, M.; REGINATO, G. (2011). Raleo de frutos. En: OJER, M. (eds.). Producción de Duraznos para industria. Federación Plan estratégico Durazno para Industria (FE. PE.DI.). Mendoza, Argentina. 103-116 pp.

ORIOLANI, M. (1981). Requerimientos hídricos de los cultivos principales de Mendoza. Resultados experimentales. Folleto INTA EEA Mendoza, 42 p.

PIZARRO CABELLO, F. (1996a). Capítulo 1: Relaciones suelo-agua. En: PIZARRO CABELLO, F. (eds.). Riegos Localizados de alta frecuencia. Madrid-Barcelona-México: Mundiprensa.

PIZARRO CABELLO, F. (1996b). Capítulo 4: Calidad de agua de riego. En: PIZARRO CABELLO, F. (eds.). Riegos Localizados de alta frecuencia. Madrid-Barcelona-México: Mundiprensa.

PODESTÁ, L.; SÁNCHEZ, E.; VALLONE, R.; MORÁBITO, J.A. (2010). Efecto del riego deficitario controlado sobre el crecimiento vegetativo en plantaciones jóvenes de cerezo (*Prunus avium* L.). *Rev. Fac. Cienc. Agrar. UNCuyo*. Tomo 42. N.º 1. 73-91.

RIVEROS, J.O. (2003). Evaluación del potencial hídrico del tallo al mediodía como indicador de la oportunidad de riego en frutales de hoja caduca. Tesis de Maestría de riego y drenaje. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias, Mendoza, Argentina.

SHACKEL, K.A.; LAMPINEM, B.; SOUTHWICK, S.; OLSON, W.; SIBBETT, S.; KRUEGER, W.; YEAGER, J.; GOLDHAMER, D. (2000). Deficit Irrigation in Prunes: Maintaining Productivity with less water. *HortScience* 35(6), 1063-1066.

SHACKEL, K.A.; AHMADI, H.; BIASI, W.; BUCHNER, R.; GOLDHAMER, D.; GURUSINGHE, S.; HASEY, J.; KESTER, D.; KRUEGER, B.; LAMPINEM, B.; MC GOURTY, G.; MICKE, W.; MITCHAM, E.; OLSON, B.; PELLETRAU, K.; PHILIPS, H.; RAMOS, D.; SCHWANCL, L.; SIBBETT, S.; SNYDER, R. (1997). Plant water status as an index of irrigation need in deciduous fruit trees. *HortTechnology*, 7(1), 23-29.

WEIBEL, A. (2008). Dwarfing Mechanisms of Prunus Species as Interstems and rootstocks on Peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) tree vegetative growth and Physiology. Thesis. Clemson University, California, EUA. 190p.

