

RESPUESTA AL RIEGO DE DURAZNERO, MANZANO Y PERAL EN MONTES COMERCIALES

García Petillo, M¹., Puppo, L¹., Romero, G¹. y Baccino, G¹.

Recibido: 15/09/03 Aceptado: 16/12/03

RESUMEN

Este trabajo resume la información generada durante seis años de evaluación de ensayos de riego localizado en montes adultos de duraznero, manzano y peral, instalados en predios comerciales de la zona sur del Uruguay. En los tres primeros años se evaluaron diferentes dosis de agua y momentos de riego. A partir de entonces, se modificaron los experimentos, evaluándose sólo la respuesta al riego. En duraznero cv. "Rey del Monte", hubo una leve tendencia al incremento de los rendimientos con el riego, debido principalmente al aumento del tamaño de los frutos. Asimismo, adelantó la cosecha. En manzano cv. "Red Spur" se dio un aumento del rendimiento del 10%. En peral cv. "Williams" el riego aumentó el rendimiento 38% en promedio en los seis años, aumentando el tamaño de frutos en 21 gramos. La producción de mayor valor comercial (frutos de más de 110g) fue incrementada en un 64%, llegando a un 147% en la temporada que se regó más. Se detectaron deficiencias en la cantidad de agua aplicada, debido a fuentes insuficientes, equipos de riego subdimensionados y/o desconocimiento por parte de los productores para el correcto manejo del riego.

PALABRAS CLAVE: *Malus domestica*, *Prunus persica*, *Pyrus communis*, riego localizado, riego por goteo.

SUMMARY

IRRIGATION EFFECTS ON PEACHES, APPLES AND PEARS IN COMMERCIAL ORCHARDS

This paper summarises the information generated after six years of drip irrigation research on adult peach, pear and apple trees in commercial orchards in the south of Uruguay. During the first three years, different doses and moments of irrigation were evaluated. Then, experiments were modified, and only irrigation was evaluated. In peach trees cv. "Rey del Monte" a slight trend to increase yield with irrigation was detected, mainly due to a larger fruit size. Furthermore, an earlier harvest was obtained. In apple trees cv. "Red Spur" irrigation increased yield 10%. In pear trees cv. "Williams" irrigation increased yield 38% in average for the six years, with an increase of fruit size of 21 grams. In this crop irrigation improved 64% the yield of greater commercial value fruits (larger than 110g), being this improvement of 147% in the season which more water was applied. Deficiencies were detected on the water volume applied, due to limited water sources, mistakenly designed irrigation equipment and/or lack of knowledge in irrigation management among the farmers.

KEY WORDS: drip irrigation, *Malus domestica*, microirrigation, *Prunus persica*, *Pyrus communis*.

INTRODUCCIÓN

La superficie total frutícola del Uruguay alcanza actualmente a las 8575 ha de las cuales el 49% corresponde a manzano (*Malus domestica* Borkh), el 37% corresponde a duraznero (*Prunus persica* L. Batch) y el 14% a peral (*Pyrus communis* L.) (MGAP, 1999). La comercialización

de estos rubros está cada vez más ligada a la calidad de fruta obtenida.

Desde los primeros estudios de riego en frutales de hoja caduca diversos autores han coincidido en adjudicarle al riego tres beneficios principales: mejora en el crecimiento del árbol (duraznero, Chalmers *et al.*, 1983; manzano, Landsberg y Jones, 1981; peral, Brun *et al.*, 1985)

¹Departamento de Suelos y Aguas - Unidad de Hidrología - Facultad de Agronomía - Avda. E. Garzón 780 - 12900 Montevideo - Uruguay.

aumento en el rendimiento (duraznero, Layne and Tan, 1984; manzano, Lötter *et al.*, 1985; peral, Brun *et al.*, 1985) y aumento en el tamaño del fruto (duraznero, Daniell, 1982; manzano, Landsberg y Jones, 1981; peral, Brun *et al.*, 1985).

En los últimos años se ha verificado un incremento de aproximadamente un 10% anual en la superficie de frutales con riego del país, alcanzándose actualmente las 2490 ha (MGAP, 1999).

La obtención de los máximos rendimientos comerciales con el menor costo posible es el principal objetivo de los fruticultores. Este objetivo se debe obtener rápidamente y mantener durante toda la vida del monte. Por lo tanto, los experimentos diseñados para evaluar estrategias de riego deben ser conducidos durante un número de años suficiente para dar respuestas definitivas. Desafortunadamente, pocos experimentos de largo plazo en riego de árboles frutales se han realizado en las últimas décadas (Ferreiras y Goldhamer, 1990).

Resulta imprescindible generar la información que permita detectar los problemas que impiden que las bondades del riego se manifiesten en los rendimientos y en la calidad de la fruta obtenida, en las condiciones de nuestro país.

Los objetivos de este trabajo fueron: 1) evaluar la respuesta al riego del duraznero, manzana y peral y 2) contrastar las láminas de riego que efectivamente aplican los productores con las que se deberían aplicar basadas en la estimación del consumo de agua por el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se instalaron tres ensayos en el invierno de 1994 de acuerdo al siguiente detalle:

a. Duraznero. Se realizó en el predio del señor Adhemar Moizo, en la intersección de las Rutas Nacionales N° 48 y N° 49, paraje "Las Brujas", departamento de Canelones, en un monte de durazneros adultos (*Prunus persica* (L) Batsch), variedad Rey del Monte injertado sobre pie franco de Pavía, con un marco de plantación de 5 x 4m (500 árboles ha⁻¹). El suelo era un Brunosol de la Unidad «Toledo» con una profundidad media del horizonte A de 35cm.

Se seleccionaron tres filas del monte donde las plantas se presentaban sanas y de igual vigor. Cada parcela se constituyó con cinco plantas contiguas en la fila, evaluándose las tres plantas centrales.

El riego fue aplicado mediante un equipo de riego localizado, con goteros de 2 lh⁻¹, con distinta separación de acuerdo al tratamiento. El tiempo de riego fue el mismo en todos los tratamientos.

El diseño experimental fue bloques completos al azar, con dos repeticiones. Los cuatro tratamientos evaluados durante los tres primeros años fueron:

T1) Secano.

T2) 50% de la dosis normal: con goteros distanciados a 2m (1 lh⁻¹m⁻¹).

T3) Dosis normal: con goteros distanciados a 1m (2 lh⁻¹m⁻¹).

T4) 150% de la dosis normal: con goteros distanciados a 0.67m (3 lh⁻¹m⁻¹).

Se consideró dosis normal a la utilizada por el productor, siguiendo el criterio de Ghrab *et al.* (1998).

El análisis de los resultados de los primeros tres años mostró que dadas las condiciones experimentales, el ensayo planteado no era capaz de detectar diferencias entre los tratamientos. Por ello se rediseñó a partir de la temporada 1997/98, evaluando sólo el efecto del riego, y aumentando a tres el número de repeticiones, a fin de mejorar la sensibilidad del experimento. Asimismo se comprobó que la dosis de riego «normal» aplicada por el productor no era suficiente para cubrir la evapotranspiración del cultivo, por lo que se aumentó el número de goteros por árbol en los tratamientos regados, con el fin de aumentar las dosis aplicadas aunque el productor no aumentara las horas de riego.

Modificaciones de los tratamientos de riego durante el desarrollo de experimentos de larga duración con el objetivo de que uno de ellos se aproxime a la dosis buscada son reportados por Marsal *et al.* (2002).

En consecuencia los tratamientos quedaron como sigue:

T1) Secano.

T4) Regado: con goteros distanciados 0.33m (6 lh⁻¹m⁻¹).

La cosecha se realizó en un número variable de repases (5 a 8), dependiendo del año (Cuadro 1). En cada repaso se cosechó la fruta que alcanzaba el índice de madurez preestablecido (tamaño y color). Se evaluó el rendimiento pesando la totalidad de la fruta cosechada y contando el número de frutos, para cada uno de los tres árboles evaluados por parcela, en cada una de las fechas de cosecha y en el total. Asimismo se calculó el peso promedio de los frutos.

La fruta se clasificó en tres calibres: mayor a 170 gramos (calibre 1), entre 110 y 170 gramos (calibre 2) y menor a 110 gramos (calibre 3). La clasificación se realizó en forma visual, previa determinación de la fruta que marcaba los límites entre los cuales se comprendían los calibres. Esta clasificación fue realizada sobre una muestra de 100 frutos por parcela, elegidos entre la cosecha de las tres plantas evaluadas, integrando la muestra en forma proporcional al

Cuadro 1. Fechas y números de repasos por cosecha.

	DURAZNERO			MANZANO			PERAL		
	Inicio	Fin	Repasos	Inicio	Fin	Repasos	Inicio	Fin	Repasos
1994/95	1/1/95	30/1/95	7	7/3/95	7/3/95	1	20/1/95	7/2/95	2
1995/96	9/1/96	22/1/96	7	6/3/96	15/3/96	2	24/1/96	8/2/96	2
1996/97	3/1/97	16/1/97	6	25/2/97	11/3/97	2	17/1/97	3/2/97	2
1997/98	4/1/98	23/1/98	8	9/3/98	16/3/98	2	27/1/98	6/2/98	2
1998/99	13/1/99	25/1/99	5	8/3/99	25/3/99	2	29/1/99	18/2/99	4
1999/00	13/1/00	20/1/00	5	8/3/00	21/3/00	3	19/1/00	10/2/00	3

rendimiento de cada una de las plantas. La distribución del rendimiento por calibres se realizó por repaso y total.

b. Manzano. Se realizó en el predio del señor Mario Rosello, Ruta Nacional N° 5 km 32, Progreso, departamento de Canelones, en un monte de manzanos adultos (*Malus domestica* Borkh.), variedad Red Spur, con un marco de plantación de 5 x 3m (667 árboles ha⁻¹). El suelo era un Brunosol de la Unidad «Las Violetas» con una profundidad media del horizonte A de 20cm.

Se seleccionaron cuatro filas, y se hicieron parcelas de cinco plantas contiguas, evaluándose las tres plantas centrales.

El riego fue aplicado mediante un equipo de riego localizado, con goteros de 4 lh⁻¹, con diferente separación a los efectos de generar diferentes tratamientos.

Se definieron seis tratamientos, en un diseño de bloques completos al azar:

- T1) Secano.
- T2) 50% de la dosis normal todo el ciclo: con goteros distanciados a 2m (2 lh⁻¹m⁻¹) comenzando a regar en la primavera hasta la cosecha.
- T3) dosis normal todo el ciclo: con goteros distanciados a 1m (4 lh⁻¹m⁻¹).
- T4) 150% de la dosis normal: con goteros distanciados a 0.67m (6 lh⁻¹m⁻¹).
- T5) dosis normal segundo momento: igual al T3, pero el riego comienza a aplicarse a partir del 15 de diciembre.
- T6) 150% de la dosis normal segundo momento: igual al T4, pero el riego comienza a aplicarse a partir del 15 de diciembre.

El ensayo se reformuló a partir de la temporada 1997/98 de la misma forma que el anterior, a fin de mejorar la sensibilidad del experimento y de aumentar la dosis de riego, quedando los tratamientos como sigue:

T1) Secano.

T4) Regado: 1 gotero de 4 lh⁻¹ y 1 gotero de 2 lh⁻¹ juntos distanciados a 1m (6 lh⁻¹m⁻¹).

La metodología aplicada para evaluar la respuesta fue similar a la descrita en el ensayo anterior, realizándose la cosecha en 1 a 3 repasos dependiendo del año (Cuadro 1).

La fruta se clasificó en tres calibres: mayor a 170 gramos (calibre 1), entre 130 y 170 gramos (calibre 2) y menor a 130 gramos (calibre 3).

c. Peral. Se instaló en el mismo predio que el de manzano, en un suelo similar y con el mismo marco de plantación, en un monte de perales adultos (*Pyrus communis* L.), variedad Williams sobre pie de membrillo.

Las parcelas y el equipo de riego fueron similares al ensayo anterior.

Se definieron 4 tratamientos, en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones:

- T1) Secano.
- T2) 50% de la dosis normal: con goteros distanciados a 2m (2 lh⁻¹m⁻¹).
- T3) Dosis normal: con goteros distanciados a 1m (4 lh⁻¹m⁻¹).
- T4) 150% de la dosis normal: con goteros distanciados a 0.67m (6 lh⁻¹m⁻¹).

Habiéndose detectado los mismos problemas que en los ensayos anteriores, se instrumentaron las mismas soluciones quedando los tratamientos como sigue:

- T1) Secano
- T4) Regado: 1 gotero de 4 lh⁻¹ y 1 gotero de 2 lh⁻¹ juntos distanciados a 1m (6 lh⁻¹m⁻¹).

La metodología aplicada para evaluar respuesta fue similar a la utilizada en los ensayos anteriores. La cosecha se realizó en un número variable de repasos (1 a 4), dependiendo del año (Cuadro 1). La fruta se clasificó en tres calibres: mayor a 170 gramos (calibre 1), entre 110 y 170 gramos (calibre 2) y menor a 110 gramos (calibre 3).

La evapotranspiración de los tres cultivos se estimó utilizando la metodología de FAO (Doorenbos y Pruitt, 1990).

$$ETc = Eo * Kp * Kc$$

Siendo, Eo = Evaporación del tanque tipo «A»

Kp = Coeficiente del tanque

Kc = Coeficiente del cultivo

Se utilizaron los datos de tanque tipo «A» provenientes de INIA, Las Brujas, corregidos por los coeficientes de tanque calibrados para la misma estación (Corsi, 1994) y corregidos luego por los coeficientes de cultivo propuestos por FAO.

A fin de caracterizar climáticamente los seis años estudiados, se presenta la diferencia entre las lluvias estacionales registradas en la localidad de Juanicó y la media estacional histórica en la Estación Experimental “Las Brujas” en el período 1972-1999 (figura 1). Como se puede observar, en los seis años estudiados se dieron dos temporadas «secas» (1995/96 y 1999/00), con precipitaciones de primavera y verano por debajo de la media histórica. También dos temporadas «húmedas», (1997/98 y 1998/99), con registros en el verano que superaron en más de 200 mm a la media estacional histórica y antecedidos por primaveras apenas por debajo de la media. Las temporadas 1994/95 y 1996/97 fueron intermedias, con veranos en la media o por debajo de la media precedidos de primaveras más lluviosas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las tres especies estudiadas se analizaron: el riego aplicado, la evapotranspiración potencial estimada, precipitaciones, rendimiento total, tamaño y número de frutos y precocidad en la producción.

1. Duraznero

1.1. Riego aplicado y evapotranspiración

El productor regó solamente en los meses de diciembre y enero (a excepción de la temporada 1995/96 en la cual regó además en noviembre), debido a que en los meses previos el equipo lo utilizó para regar variedades de duraznero tempranas. Un relevamiento previo realizado (Romero y Severi, 1995) confirma que ésta es una práctica habitual. En la temporada 1997/98, con un verano excepcionalmente lluvioso, no se efectuaron riegos (figura 2).

La lámina media de riego aplicada por año, en el promedio de los seis años evaluados, fue de 91 mm ($910 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Estas fueron muy bajas en comparación con los valores de evapotranspiración del cultivo (figura 2). El valor medio de evapotranspiración, para todo el ciclo de duraznero fue de 630 mm.

En regiones semiáridas Naor *et al.* (1999) reportan aplicaciones de riego de 635 a 686 mm por año. No obstante, en Georgia, EE.UU., con precipitaciones medias anuales

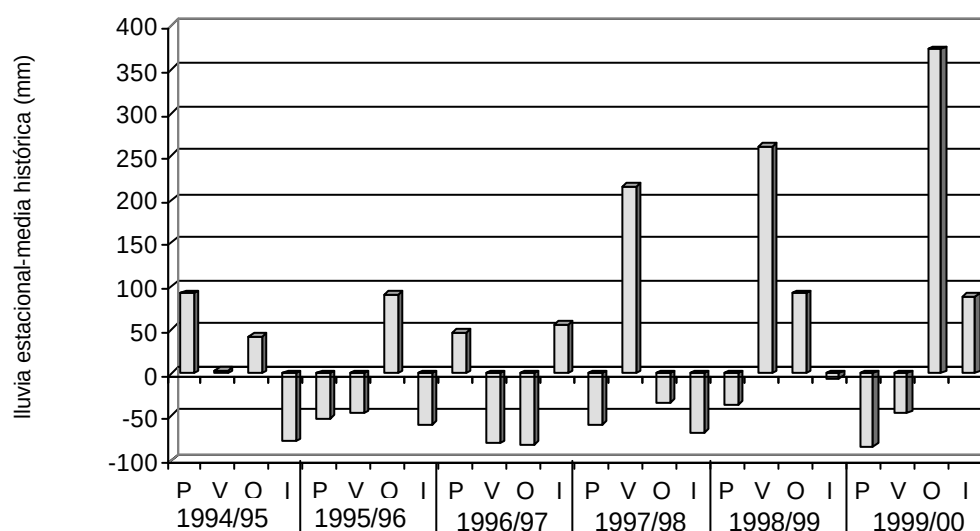


Figura 1. Lluvias estacionales registradas en las seis temporadas, menos la media estacional histórica, en mm.

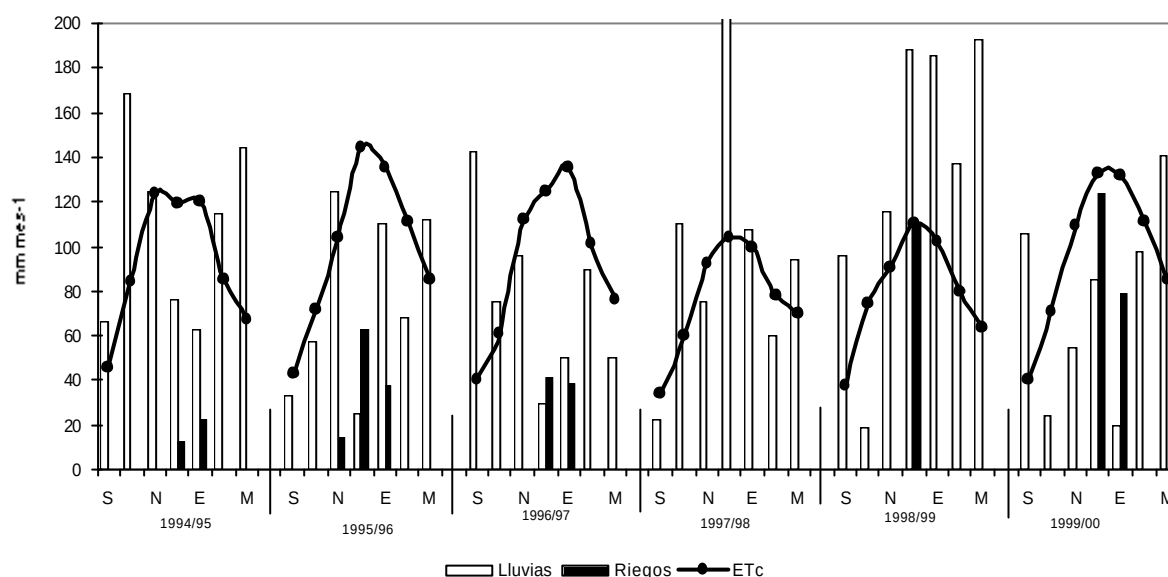


Figura 2. Lluvias, riegos⁽¹⁾ y evapotranspiración del duraznero en las seis temporadas.

⁽¹⁾ Los riegos corresponden al tratamiento con la dosis normal (T3) para las temporadas 1994/95, 1995/96 y 1996/97 y el tratamiento regado (T4) para las temporadas de evaluación 1997/98, 1998/99 y 1999/00.

de 1220 mm, similares a las de Uruguay, Daniell (1982) obtuvo la mejor respuesta con láminas anuales de 200 a 253 mm y regando desde abril hasta octubre (HN).

A fin de integrar las tres variables (lluvias, riegos y evapotranspiración), las mismas se presentan graficadas en la figura 2.

En las tres primeras temporadas de evaluación, se observa que la evapotranspiración del duraznero no fue totalmente cubierta por el riego más las lluvias, lo que confirma la necesidad de la reformulación de los tratamientos. A partir de este momento se suceden dos temporadas donde las lluvias de primavera y verano cubrieron prácticamente todas las necesidades del cultivo. Salvo en la temporada 99-00, en que se aplicaron efectivamente los tratamientos, en los meses de diciembre y enero.

1.2. Producción

No hubo diferencias significativas en rendimiento total para ninguno de los años de evaluación (cuadro 2). Este resultado podría explicarse por el hecho de que los tratamientos fueron realmente efectivos sólo en la última temporada de evaluación (1999/00), ya que como se explicó antes, durante las tres primeras temporadas las láminas aplicadas no cubrieron los requerimientos del cultivo, y luego de la reformulación del ensayo, se sucedieron dos

años muy lluviosos. Inclusive en la temporada 1999/00 no se llegaron a satisfacer las necesidades del cultivo en todo el ciclo (figura 2), ya que en octubre y noviembre las precipitaciones no alcanzaron a cubrir las necesidades y no se efectuaron riegos en estos meses. Sin embargo en esta temporada se regó durante la fase crítica para la respuesta al riego, desde el comienzo del endurecimiento del carozo hasta el final del crecimiento de las ramas, por lo que era de esperarse que en alguno de los parámetros evaluados se hubiese detectado diferencia significativa entre los tratamientos.

En Canadá Layne y Tan (1988) reportaron aumentos de rendimiento del 30% en árboles regados comparados con secano. Resultados similares obtuvieron en Texas Reeder *et al.* (1979), mientras que en Georgia Daniell (1982) alcanzó aumentos del 67%.

En el Uruguay, Baccino y García (1995) obtuvieron aumentos del rendimiento del 37% en árboles jóvenes del cv. "Rey del Monte". Por el contrario, García *et al.* (2001) no encontraron diferencias en el caso del cv. "Dixiland".

El riego tuvo efecto en la precocidad de la producción, lo que queda en evidencia cuando se observan los rendimientos obtenidos en cada una de los repastos de una temporada de evaluación (datos no presentados en el informe). A modo de ejemplo se presenta la cosecha de la temporada 1995-96 (figura 3).

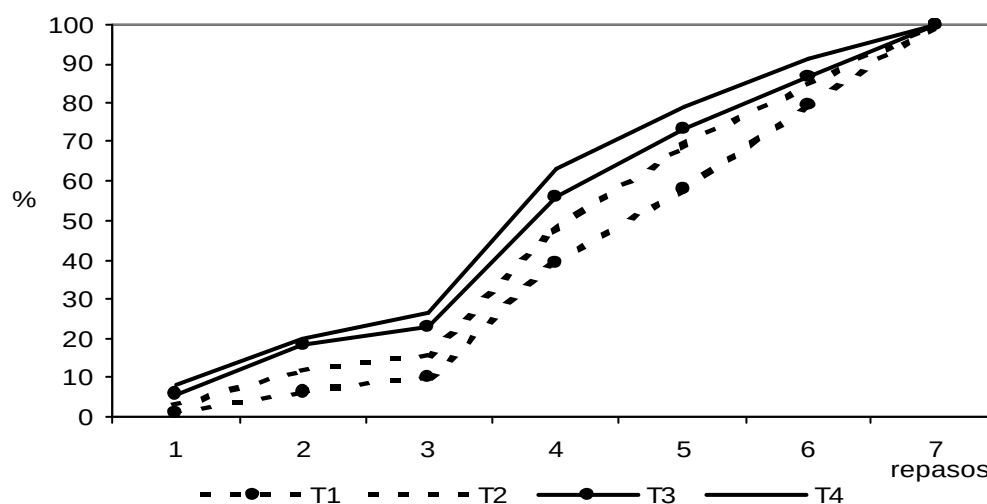
Cuadro 2. Resultados de producción del duraznero en las seis temporadas de evaluación.

RENDIMIENTO TOTAL (kg árbol ⁻¹)													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		MEDIA
T1	19	n.s.	63	n.s.	58	n.s.	64	n.s.	30	n.s.	50	n.s.	47 n.s
T2	23	n.s.	62	n.s.	51	n.s.	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T3	22	n.s.	52	n.s.	52	n.s.	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T4	24	n.s.	65	n.s.	64	n.s.	66	n.s.	37	n.s.	56	n.s.	52 n.s

NUMERO DE FRUTOS POR ARBOL													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		MEDIA
T1	135	n.s.	481	n.s.	460	a	522	n.s.	174	n.s.	492	n.s.	377 n.s
T2	169	n.s.	453	n.s.	323	b	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T3	158	n.s.	370	n.s.	338	b	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T4	166	n.s.	461	n.s.	437	ab	506	n.s.	216	n.s.	516	n.s.	384 n.s

PESO PROMEDIO DE FRUTOS (g fruto ⁻¹)													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		MEDIA
T1	144	n.s.	131	b	127	n.s.	125	n.s.	179	n.s.	102	n.s.	135 n.s
T2	136	n.s.	137	ab	158	n.s.	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T3	141	n.s.	140	a	153	n.s.	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T4	145	n.s.	142	a	147	n.s.	131	n.s.	174	n.s.	111	n.s.	142 n.s

⁽¹⁾ Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo al test de Tukey al 5%. n.s. = no significativo. n.c. = no corresponde, tratamientos discontinuados.

**Figura 3.** Rendimiento acumulado por repaso como porcentaje del total.

En dicha figura se observa que para el repaso 4 correspondiente a la fecha 16/1/96, en el tratamiento más regado (T4) ya se cosechó el 65% de la producción total mientras que en el secano sólo se ha cosechado el 40% de la producción total. La fruta del secano permanece más días en el árbol para continuar creciendo. En dicho período, existe además la posibilidad de captar lluvias y alcanzar o aproximarse a los rendimientos de los tratamientos regados. Estas son posibles explicaciones al hecho de no haber encontrado diferencias significativas entre los tratamientos en el total cosechado.

Daniell (1982) reporta que en el primer repaso se cosechó el 85% de la fruta en las parcelas regadas mientras que sólo el 1% en las no regadas. Nuestros resultados son también consistentes con los de Li *et al.* (1989) y Esparza *et al.* (2001) quienes señalan que uno de los efectos del estrés hídrico es el retardo de la cosecha.

En cuanto al número de frutos, sólo hubo diferencias significativas en la temporada 1996-97, en que el mayor número se dio en el Secano y en el tratamiento más regado (T4). Este parámetro no tiene un comportamiento similar en todas las situaciones. Li y Huguet (1989) reportan una disminución de las yemas florales por efecto del riego, mientras que Reeder *et al.*, (1979) obtuvieron un aumento. Baccino y García (1995) reportan un aumento del número de frutos en las parcelas regadas, debido tanto al aumento del tamaño de los árboles como al incremento de la densidad de yemas fructíferas.

El peso promedio de los frutos tuvo diferencia significativa entre el secano y los tratamientos regados sólo en la temporada 1995-96 (cuadro 2), a pesar que Layne *et al.* (1981) encontraron que el mayor beneficio del riego en

plantas adultas fue el aumento del tamaño del fruto. El mes de diciembre de 1995 fue el que tuvo la mayor ETc del período estudiado (144 mm) y también fue uno de los meses menos lluviosos (25 mm), lo que determinó la existencia de un estrés hídrico importante. El riego aplicado (63mm) no alcanzó a cubrir dicho déficit (figura 2), pero sí fue suficiente para que se manifestara un aumento en el tamaño del fruto. Li *et al.* (1990) sostienen que una restricción en el suministro de agua producirá frutos de tamaño pequeño. Según Li y Huguet (1989) existe un nivel crítico de agua disponible en el suelo por debajo del cual el cultivo del duraznero manifiesta efectos indeseables sobre la producción y el tamaño de los frutos. En la última temporada de evaluación, donde las láminas aplicadas de riego fueron importantes y las lluvias escasas era de esperar, por tanto, que hubiera diferencia en el tamaño de frutos, pero no la hubo. En ensayos previos en Uruguay, Baccino y García (1995) encontraron aumentos muy importantes del tamaño de los frutos por efecto del riego, mientras que García *et al.* (2001) no encontraron diferencias en este parámetro.

En resumen, en el total de los seis años no hubo diferencias estadísticamente significativas aunque sí una tendencia a que el tratamiento regado rindiera aproximadamente un 10% más, con frutos de mayor tamaño. Este resultado concuerda con el reportado por Ghrabet *et al.* (1998) quienes encontraron diferencias de 10% en rendimiento entre los tratamientos regados y no regados, en duraznero cv. "Carnival".

En lo referente al calibre de mayor tamaño (calibre 1), no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 3). En la última temporada de evaluación no hubo fruta

Cuadro 3. Distribución por calibres de la producción del duraznero.

RENDIMIENTO DEL CALIBRE 1 (%)													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		MEDIA
T1	21.77	n.s	5.31	n.s	8.84	n.s	4.95	n.s	45.64	n.s	0	n.s	14.4 n.s
T2	10.27	n.s	7.10	n.s	11.10	n.s	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T3	13.19	n.s	10.72	n.s	12.85	n.s	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T4	11.94	n.s	12.29	n.s	10.09	n.s	4.7	n.s	41.44	n.s	0	n.s	13.4 n.s
RENDIMIENTO DEL CALIBRE 3 (%)													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		MEDIA
T1	8.01	n.s	3.92	n.s	8.96	a	35.8	n.s	4.11	n.s	91.09	a	25.3 n.s
T2	12.28	n.s	3.22	n.s	6.68	a b	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T3	11.8	n.s	3.56	n.s	4.02	b	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T4	10.09	n.s	2.24	n.s	4.30	b	32.59	n.s	4.42	n.s	78.31	b	22.0 n.s

correspondiente a este calibre, los frutos tuvieron un bajo peso promedio, en comparación con los pesos promedios de las temporadas anteriores. El número de frutos fue alto para ambos tratamientos en esta temporada, lo cual podría evidenciar una práctica de raleo inadecuada. Nuestros resultados concuerdan con los de Morris *et al.* (1962) quienes señalan que la producción de frutos de tamaño especial (mayores a 5.7 cm de diámetro) sólo se puede incrementar con una combinación de riego durante todo el ciclo del cultivo, poda severa y raleo dejando 15 a 18 cm entre frutos. En el mismo sentido, Landsberg y Jones (1981) sostienen que los déficit hídricos reducen más el tamaño cuando el número de frutos es alto.

En las dos temporadas más secas del período (1996/97 y 1999/00) el secano dio significativamente más fruta de menor valor comercial (calibre 3) que los tratamientos más regados T3 y T4. Layne *et al.* (1981) también encontraron que la proporción de fruta menor al diámetro mínimo aumentó en los árboles sin riego en los años más secos. Daniell (1982) sostiene que el proceso de crecimiento de los frutos es afectado aún por estrés hídrico moderados.

2. Manzano

2.1. Riego aplicado y evapotranspiración

Las láminas de riego aplicadas (figura 4) fueron escasas en las dos primeras temporadas de evaluación (86 y 120

mm respectivamente). Esto se debió principalmente a que la fuente de agua era insuficiente, lo cual fue en cierta medida subsanado mediante una ampliación de la obra a partir de la temporada 1996/97. La insuficiencia de la fuente de agua es muy frecuente en los predios frutícolas del sur del país (Romero y Severi, 1995). De igual manera se aumentó el número de goteros (a partir de la temporada 1997/98), para asegurar la aplicación de los tratamientos.

En este ensayo se comprueba, al igual que en el anterior, que las láminas de riego anuales promedio (139mm) fueron muy bajas en comparación con los valores de evapotranspiración para todo el ciclo del cultivo en los seis años evaluados (680mm).

En la Figura 4 se pone de manifiesto que en las tres primeras temporadas de evaluación la evapotranspiración del manzano no fue totalmente cubierta por el riego más las lluvias, lo que confirmó la necesidad de la reformulación de los tratamientos. Luego de efectuada la modificación de los ensayos, se sucedieron dos temporadas donde las lluvias de primavera y verano cubrieron prácticamente todas las necesidades del cultivo. Sólo en la temporada 1999-00, hubo diferencias importantes en el agua recibida entre el tratamiento regado y secano.

2.2. Producción

En ningún caso hubo diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 4). Los resultados muestran una

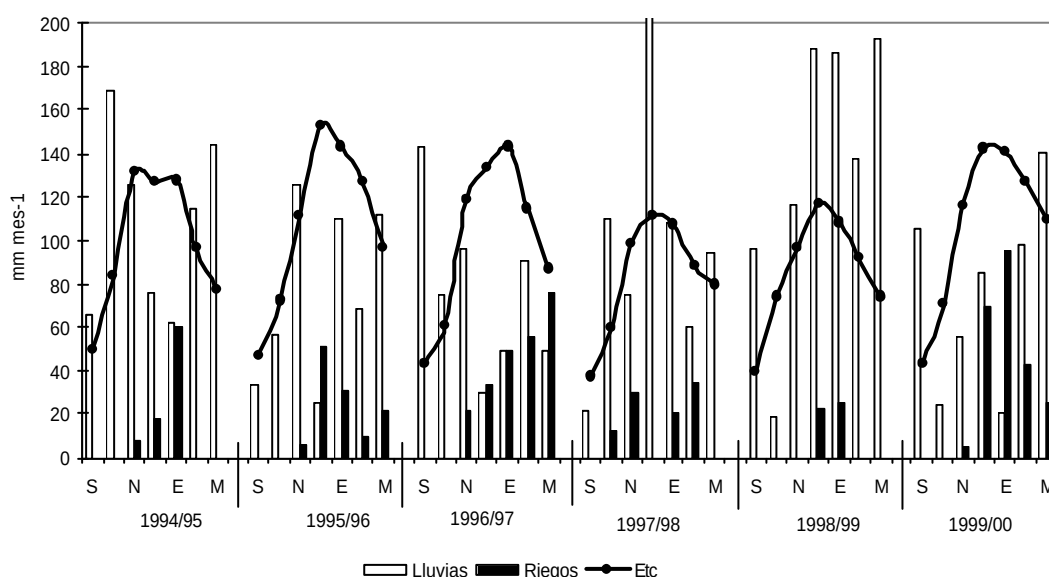


Figura 4. Lluvias, riegos y evapotranspiración del manzano en las seis temporadas.

⁽¹⁾ Los riegos corresponden al tratamiento con la dosis normal (T3) para las temporadas 1994/95, 1995/96 y 1996/97 y el tratamiento regado (T4) para las temporadas de evaluación 1997/98, 1998/99 y 1999/00.

Cuadro 4. Resultados de producción del manzano en las seis temporadas de evaluación.

RENDIMIENTO TOTAL (kg árbol ⁻¹)							
	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	MEDIA
T1	66	100	54	123	58	110	85
T2	68	97	58	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
T3	53	117	54	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
T4	63	110	76	123	66	124	94
T5	64	110	69	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
T6	66	95	53	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
NUMERO DE FRUTOS POR ARBOL							
	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	MEDIA
T1	431	643	449	970	876	876	628
T2	393	686	365	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
T3	275	723	357	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
T4	376	674	505	920	941	941	644
T5	364	658	482	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
T6	391	553	381	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
PESO PROMEDIO DE FRUTOS (g fruto ⁻¹)							
	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	MEDIA
T1	153	157	151	129	150	126	144
T2	171	147	172	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
T3	192	163	156	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
T4	167	167	149	132	149	131	149
T5	188	174	150	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
T6	174	175	143	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.

⁽¹⁾No existieron diferencias significativas entre las medias. n.c. = no corresponde, tratamientos discontinuados.

leve tendencia al aumento del rendimiento por efecto del riego, que en promedio fue del 10%. Del mismo modo, también se detecta una tendencia al aumento del número y tamaño promedio de los frutos. Zoppolo y Pieroni (1985) reportaron aumentos de rendimiento del 15% al aplicar riego, aunque sin aumentar el tamaño de los frutos. En las conclusiones de uno de sus trabajos, considerado de referencia en riego en frutales de hoja caduca, Veihmeyer (1972) sostiene que la respuesta al régimen hídrico en rendimiento o crecimiento vegetativo se manifestaría después de varios años de aplicar los tratamientos.

En los seis años de evaluación no hubo diferencias estadísticamente significativas en la distribución por calibres de la producción (datos no presentados), aunque sí una tendencia a que el tratamiento regado rindiera aproximadamente un 7% más de fruta de mayor valor comercial. De la misma forma el secano dio más fruta de menor tamaño, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. El proceso del agrandamiento del fruto es sensible

aún a déficit hídricos moderados (Landsberg y Jones, 1981). El aumento del rendimiento por efecto del riego es reportado por varios autores. Sin embargo, en algunos casos (Assaf *et al.*, 1989) se debió a aumento del tamaño de los frutos mientras que en otros (Higgs and Jones, 1990) se debió al aumento de su número.

3. Peral

3.1. Riego aplicado y evapotranspiración

Las láminas de riego aplicadas fueron escasas en las dos primeras temporadas de evaluación por las mismas causas que en el ensayo anterior. De todas formas se aumentó el número de goteros (a partir de la temporada 1997/98), para asegurar la aplicación de los tratamientos.

En este ensayo las necesidades del cultivo fueron cubiertas por el riego más las lluvias, con excepción de algún mes en particular, en cada una de las temporadas. Tal es el

caso del mes de diciembre para la temporada 1994/95, 1995/96 y 1996/97, en donde las necesidades hídricas del cultivo fueron satisfechas sólo en un 80%, 55% y 53% respectivamente. En las temporadas 1997/98 y 1998/99 las lluvias cubrieron todas las necesidades del cultivo. En la temporada 1999/00 un alto porcentaje de las necesidades hídricas fueron satisfechas mediante el riego (sobre todo en los meses de diciembre y enero), mientras que esto no ocurrió en los meses de octubre y noviembre (Figura 5).

3.2. Producción

El riego incrementó significativamente los rendimientos en la temporada más seca (1999/00). En el promedio de los seis años los árboles de secano produjeron 27.9 ton ha⁻¹, y los árboles regados produjeron 38.6 ton ha⁻¹, es decir, un incremento del 38% (cuadro 5).

De la misma forma hubo diferencia significativa en el rendimiento acumulado, considerando sólo secano y riego, para las tres primeras temporadas. Esta diferencia para el rendimiento acumulado deja de tener significación estadística en las temporadas 1997/98 y 1998/99, dado que no se aplicaron los tratamientos, porque el aporte de las lluvias cubrió la totalidad de las necesidades hídricas del cultivo. En la temporada 1999/00, en que las lluvias no fueron excesivas y el riego se aplicó en forma bastante adecuada, el aumento de la producción fue del 56%.

En otro ensayo realizado en Uruguay, García y Docampo (2000) reportaron aumentos del rendimiento de 63% entre el tratamiento más y el menos regado.

El efecto del riego en el promedio de los seis años de evaluación se manifestó en un aumento del tamaño medio de los frutos del 15% (21 gramos por fruto), muy significativo estadísticamente. Según Fereres y Goldhamer (1990), el tamaño de fruto es una característica negativamente afectada por el estrés hídrico. Caspari *et al.* (1994) no tuvieron diferencias en rendimiento y tamaño de frutos al cubrir la evapotranspiración de los árboles durante toda la temporada o restringir el riego en ciertos períodos. Marsal *et al.* (2002) por el contrario concluyen que el riego deficitario incrementa el rendimiento por aumento del número de frutos, a pesar de una leve disminución de su tamaño.

En todos los años el riego aumentó la producción de los calibres de más valor comercial, siendo esta diferencia significativa en las temporadas 1994/95, 1998/99 y 1999/00. Complementariamente el tratamiento regado tuvo menor porcentaje de la producción correspondiente al calibre de menor tamaño (cuadro 6).

Considerando a los frutos menores de 110 gramos (calibre 3) como descarte, el rendimiento promedio anual de frutas con valor comercial (calibres 1 y 2) fue de 19.7 ton ha⁻¹ en el caso del secano (T1) y de 32.2 ton ha⁻¹ en el caso del riego. Es decir que en el promedio de los seis

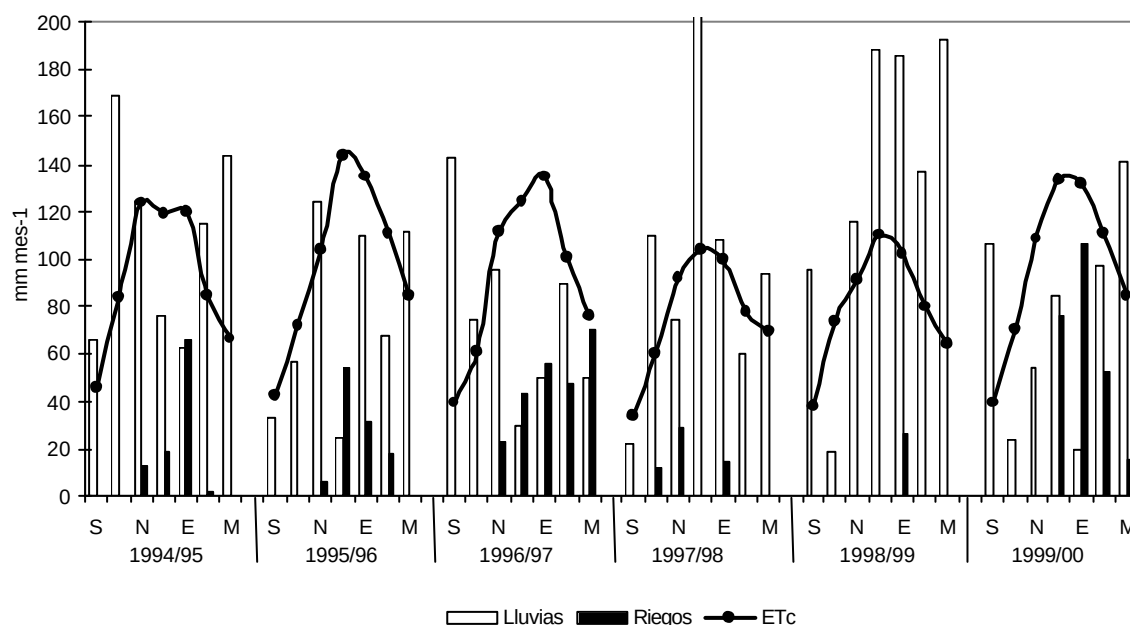


Figura 5. Lluvias, riegos y evapotranspiración del peral en las seis temporadas.

⁽¹⁾ Los riegos corresponden al tratamiento con la dosis normal (T3) para las temporadas 1994/95, 1995/96 y 1996/97 y el tratamiento regado (T4) para las temporadas de evaluación 1997/98, 1998/99 y 1999/00.

Cuadro 5. Resultados de producción del peral en las seis temporadas de evaluación.

RENDIMIENTO TOTAL (kg árbol ⁻¹)													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		MEDIA
T1	40	n.s	44	n.s	45	n.s	36	n.s	27	n.s	59	b	42 n.s
T2	50	n.s	52	n.s	63	n.s	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T3	54	n.s	55	n.s	65	n.s	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T4	58	n.s	54	n.s	67	n.s	44	n.s	32	n.s	92	a	58 n.s
RENDIMIENTO TOTAL ACUMULADO (kg árbol ⁻¹)													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		
T1	41	b	84	b	132	b	168	n.s	194	n.s	305	n.s	
T2	58	a	118	a	185	a	229	n.s	261	n.s	404	n.s	
NUMERO DE FRUTOS POR ARBOL													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		MEDIA
T1	279	n.s	283	n.s	447	n.s	202	n.s	171	n.s	547	n.s	322 n.s
T2	352	n.s	370	n.s	465	n.s	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T3	334	n.s	341	n.s	467	n.s	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T4	370	n.s	306	n.s	453	n.s	247	n.s	191	n.s	632	n.s	367 n.s
PESO PROMEDIO DE FRUTOS (g fruto ⁻¹)													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		MEDIA
T1	143	n.s	156	n.s	106	n.s	176	n.s	158	n.s	115	n.s	143 B
T2	145	n.s	143	n.s	139	n.s	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T3	160	n.s	163	n.s	142	n.s	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T4	156	n.s	175	n.s	157	n.s	180	n.s	169	n.s	146	n.s	164 A

⁽¹⁾ Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo al test de Tukey, minúsculas al 5%, mayúsculas al 1%. n.c. = no corresponde, tratamientos discontinuados.

Cuadro 6. Distribución por calibres de la producción del peral.

RENDIMIENTO DEL CALIBRE 1 (%)													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		MEDIA
T1	3.01	b	17.3	n.s	0.00	n.s	51.66	n.s	26.67	b	9.98	b	18.1 b
T2	6.73	b	8.56	n.s	0.00	n.s	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T3	11.71	a	24.25	n.s	0.00	n.s	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T4	5.12	b	29.92	n.s	0.00	n.s	49.22	n.s	32.14	a	28.27	a	24.1 a
RENDIMIENTO DEL CALIBRE 3 (%)													
	94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		MEDIA
T1	11.66	n.s	12.3	n.s	76.47	a	7.77	n.s	12.25	n.s	55.05	n.s	29.3 a
T2	11.28	n.s	22.97	n.s	74.00	a	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T3	13.32	n.s	8.95	n.s	55.97	a b	n.c.		n.c.		n.c.		n.c.
T4	9.2	n.s	7.37	n.s	38.17	b	7.98	n.s	8.48	n.s	28.65	n.s	16.6 b

⁽¹⁾ Medias seguidas de la misma letra no son diferentes de acuerdo al test de Tukey al 5%. n.c. = no corresponde, tratamientos discontinuados.

años, dos de ellos muy lluviosos y con los problemas ya reseñados, el riego aumentó en un 64% la producción con valor comercial. En la temporada 1999/00 en particular, la producción de alto valor comercial (calibres 1 y 2), pasó de 17.7 a 43.8 ton ha⁻¹; es decir que el riego incrementó el rendimiento comercial en 147%. García y Docampo (2000) reportan resultados similares, con incrementos del rendimiento comercial de 99% entre el tratamiento más regado y el menos regado.

CONCLUSIONES

Los productores involucrados en estos ensayos, así como otros productores de la zona cuyos datos no son aquí presentados, no riegan en cantidad suficiente como para cubrir los requerimientos del cultivo y obtener rendimientos diferenciales en la cantidad y calidad de la producción que justifiquen el costo del riego. Esto se debe por un lado a limitantes en las fuentes de agua, las cuales no son capaces de satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos de la explotación. En otros casos son los equipos de riego que están subdimensionados para hacer frente a las necesidades hídricas de los cultivos en la época de máximos requerimientos. Por último, existe desconocimiento entre los productores en cuanto a un manejo adecuado del riego, en lo referente a láminas e inicio del mismo. Estas observaciones concuerdan con las ya reportadas para la zona de Melilla (Romero y Severi, 1995).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se puede concluir para las distintas especies:

Duraznero «Rey del monte»:

- Hubo una leve tendencia al incremento de los rendimientos con el riego, en el promedio de los seis años evaluados.
 - Ese incremento se debió principalmente a un aumento en el tamaño de los frutos.
 - El riego influyó en el adelanto de la cosecha.
- Manzano «Red Spur»:
- Se dio una leve tendencia al aumento del rendimiento, que en promedio fue del 10%.
- Peral «Williams»:
- El riego incrementó significativamente el rendimiento, 38% en promedio para los seis años.
 - El efecto del riego se manifestó en un aumento promedio del tamaño de los frutos de 21 gramos.
 - El riego mejoró notoriamente el rendimiento de los calibres de mayor valor comercial, aumentándolo en un 64% en el promedio de los seis años. Este aumento alcanzó un 147% para la temporada 1999/00, en la que se aplicaron 250 mm de riego.

Los resultados obtenidos en esta especie son de destacar aún más, ya que en los años de evaluación no se dieron las condiciones propicias como para aplicar adecuadamente los tratamientos. Por lo tanto es de esperar que la respuesta al riego de esta especie sea muy importante.

BIBLIOGRAFÍA

- ASSAF, R.; LEVIN, I. and BRAVDO, B.A. 1989. Optimization of water for fruit trees by a computerized irrigation system. *Agronomie* 9, 451-456.
- BACCINO GIANNETTO, G. y GARCÍA PETILLO, M. 1995. Efecto de dos momentos de riego y dos manejos del suelo en el rendimiento y la calidad del duraznero cv. "Rey del Monte". *Boletín de Investigación* N° 46, Facultad de Agronomía, 24 p.
- BRUN, C.A.; RAESE, J.T. and STAHL, E.A. 1985. Seasonal response of "Anjou" pear trees to different irrigation regimes. I. Soil moisture, water relations, tree and fruit growth. *J.Am.Soc.Hortic.Sci.* 110:830-834.
- CASPARI, H.W.; BEHBOUDIAN, M.H. and CHALMERS, D.J. 1994. Water use, growth, and fruit yield of "Hosui" Asian pears under deficit irrigation. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 119(3):383-388.
- CHALMERS, D.J., OLSON, K.A. and JONES T.R. 1983 Water relations of peach trees and orchards. In: T.T. Koslowski (ed.) *Water deficits and plant growth*. Vol 3, p 197-232. Academic Press, New York.
- CORSI, W. 1994. En: Manejo de la información agroclimática para apoyo a la toma de decisiones en riego. Serie actividades de difusión N° 26. I.N.I.A.
- DANIELL, J.W. 1982. Effect of trickle irrigation on the growth and yield of "Loring" peach trees. *J.Hortic.Sci.* 57(4) 393-399.
- DOORENBOS, J. and PRUITT, W.O. 1990. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO riego y drenaje N° 24, FAO, Roma.
- ESPARZA, G., T.M. DEJONG, S. WEINBAUN and KLEIN, I. 2001. Effects of irrigation deprivation during the harvest period on yield determinants in mature almond trees. *Tree Physiology*, 21, 1073-1079.
- FERERES, E. and GOLDHAMER, D.A. 1990. Deciduous fruit and nut trees. In: *Irrigation of agricultural crops*. Agronomy monograph no. 30, p. 987-1017.
- GARCÍA, C. y DOCAMPO, R. 2000. Irrigation of pear trees in Uruguay. In: 6th. International Microirrigation Congress, Cape Town.

- GARCÍA, C.; DOCAMPO, R. y GÓMEZ, R. 2001. Efeitos de diferentes manejos da irrigação sobre o crescimento vegetativo, crescimentos e qualidade do fruto na cultura do pessegueiro. In: XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz de Iguaçu.
- GHRAH, M.; SAHLI, A. and BEN MECHLIA, N. 1998. Reduction in vegetative growth and fruit quality improvement in the peach variety «Carnival» through moderate watering restrictions. *Acta Hort.* 465, 601-608.
- HIGGS, K.H. and JONES, H.G. 1990. Response of apple rootstocks to irrigation in south-east England. *J.Hort.Sci.* 65(2)129-141.
- LANDSBERG, J.J. and JONES, H.G. 1981. Apple orchards. In: T.T. Koslowski (ed.) *Water deficits and plant growth*. Vol 4, p 419-469. Academic Press, New York.
- LAYNE, R.E.C. and TAN, C.S. 1984 Long term influence of irrigation and tree density on growth, survival and production of peaches. *J.Am.Soc.Hortic.Sci.* 109:795-799.
- LAYNE, R.E.C. and TAN, C.S. 1988. Influence of cultivars, ground covers, and trickle irrigation on early growth, yield and cold hardiness of peaches on Fox sand. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 113(4)518-525.
- LAYNE, R.E.C.; TAN, C.S. and FULTON, J.M. 1981. Effect of irrigation and tree density on peach production. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(2):151-156.
- LI, S.H. et HUGUET, J.G. 1989. Production, qualité des fruits et croissance de pêchers soumis à différents régimes d'alimentation hydrique. *Fruits*, 44(4)225-232.
- LI, S.H.; HUGUET, J.G.; SCHOCH, P.G. and ORLANDO, P. 1989. Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phenological stages of fruit development. *J.Hortic.Sci.* 64(5)541-552.
- LI, S.H.; HUGUET, J.G.; SCHOCH, P.G. et BUSSI, C. 1990. Réponse de jeunes pêchers cultivés en pots à différents régimes d'alimentation hydrique. II: Effects sur la croissance et le développement. *Agronomie*, 10,353-360.
- LÖTTER, J.V.; BEUKES, D.J. and WEBER, H.W. 1985. Growth and quality of apples as affected by different irrigation treatments. *J.Hortic.Sci.* 60:181-192.
- MARSAL, J.; MATA, M.; ARBONÉS, A.; RUFAT, J. y GIRONA, J. 2002. Dosis óptima de riego y aplicación de riego deficitario controlado en peral. *Fruticultura Profesional* N° 125,5-13.
- MGAP - DIEA - OPYPA. 1999. Encuesta frutícola. Zafra 1998/99.
- MORRIS, J.R.; KATLAN, A.A. and ARRINGTON, E.A. 1962. Response of Elberta peaches to the interactive effects of irrigation on pruning and thinning. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80:177-189.
- NAOR, A.; KLEIN, I.; HUPERT, H.; GRINBLAT, Y.; PERES, M. and KAUFMAN, A. 1999. Water stress and crop level interactions in relation to nectarine yield, fruit size distribution and water potentials. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124(2)189-193.
- REEDER, B.D.; NEWMAN, J.S. and WORTHINGTON, J.W. 1979. Effect of trickle irrigation on peach trees. *HortScience*, 14 (1)36-37.
- ROMERO, M.G. y SEVERI, M.M. 1995. Relevamiento de productores frutícolas regantes de los alrededores de Melilla. *Notas técnicas* N° 28, Facultad de Agronomía, 12 p.
- VEIHMEYER, F.J. 1972. The availability of soil moisture to plants: results of empirical experiments with fruit trees. *Soil Science*, 114(4)268-294.
- ZOPPOLO, R.J. y PIERONI, J.L. 1985. Efectos de diferentes sistemas de manejo del suelo sobre el régimen hídrico y la producción de un monte de manzanos bajo riego y en secano. *Tesis Ingeniero Agrónomo*. Facultad de Agronomía. 133 p.