

INVESTIGACIÓN

EFFECTO DEL AGUA Y FERTIRRIGACION EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE NARANJOS CV. THOMPSON NAVEL¹

The effect of water and fertigation on canopy growth and yield on 'Thompson Navel' oranges.

Eduardo A. Holzapfel², Claudio Lopez³, Jean P. Joublan² y Ricardo Matta.²

ABSTRACT

In the 1994/1995 season a study was carried out in an orange (*Citrus sinensis* L.) orchard cv. 'Thompson Navel', to determine the effect of application of different levels of water and fertigation using drip irrigation on the biophysical, productive and quality parameters of sixteen year old orange trees. The study was undertaken at the La Rosa-Sofruco S.A. Farm, located in Peumo, Chile (34° 19' South lat., 71° 15' West long, altitude 215 m.o.s.l.). The results showed that increasing simultaneously by the application of water and fertigation increased fruit production and quality in 'Thompson Navel' oranges. In relation to biophysical parameters, only diffusive resistance showed a clear response to the different treatments.

Key words: irrigation, fertigation, citrus orchards.

RESUMEN

En la temporada 1994/1995 se realizó un estudio con el objetivo de determinar el efecto de las aplicaciones de diferentes niveles de agua y fertirrigación asociados a través del riego por goteo, sobre parámetros biofísicos, productivos y de calidad de naranjos (*Citrus sinensis* L.) cv. Thompson Navel de 16 años. El ensayo se llevó a cabo en el Predio de la Sociedad Agrícola La Rosa-Sofruco S.A., situada en la comuna de Peumo, Chile (34° 19' lat. Sur, 71° 15' long. Oeste, altitud 215 m.s.n.m.). Los resultados obtenidos indican que la aplicación creciente y simultánea de agua y fertirrigación produce un aumento en la producción y calidad de la fruta en naranjos cv. Thompson Navel. En relación con los parámetros biofísicos analizados, tales como resistencia difusiva y temperatura foliar, sólo la resistencia difusiva presentó una respuesta clara a los diferentes tratamientos.

Palabras clave: riego, cítricos, fertirrigación.

INTRODUCCIÓN

En Chile, la producción de naranjos (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) y la superficie plantada

con este frutal no ha tenido un aumento significativo en comparación con las de otras especies frutales. Sin embargo, la producción puede ser incrementada con la incorporación de nuevas

¹Recepción de originales: 29 de septiembre de 1999.

²Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola, Casilla 537, Chillán, Chile.
E-mail: eholzapf@udec.cl

³Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola.

tecnologías, que le den al cultivo mejores condiciones para su desarrollo.

Un aspecto importante para mejorar los niveles de producción se relaciona con el suministro adecuado de agua y fertilizantes a las plantas. El método de riego por goteo permite la aplicación frecuente y localizada de bajas cantidades de agua y fertilizantes.

El riego por goteo en cítricos ha demostrado que incrementa los rendimientos (Koo y Smajstrla, 1984). Además se ha encontrado que el nivel de agua aplicado aumenta el tamaño del fruto (Koo y Smajstrla, 1984).

Amoros (1993) señala que para cítricos en plena producción en España los requerimientos de agua varían entre 6.800 a 7.060 m³ ha⁻¹ por temporada. En Chile se estima que la cantidad de agua necesaria para un huerto de cítricos oscila en la zona central entre 7.910 y 10.180 m³ ha⁻¹ por temporada (Peralta y Ferreyra, 1991).

En general, se ha establecido que un buen riego es una práctica que permite alcanzar altas producciones de frutos. Marsh (1973) indica que un estrés hídrico en cítricos se traduce en problemas de caída de frutos, hojas y muerte de brotes terminales.

Los fertilizantes aplicados en el agua de riego se aprovechan con mayor eficiencia, puesto que las raíces no requieren un desarrollo más allá de la zona de humedecimiento y aprovechan al máximo los nutrientes que se apliquen a través del agua de riego (Valenzuela, 1975). Al aplicar los fertilizantes al agua de riego se reducen en un nivel importante las labores culturales, al comparlas con aplicaciones convencionales (Karmeli y Keller, 1975).

Los fertilizantes pueden mantenerse en un nivel adecuado a través de la estación de crecimiento, aplicando la totalidad del abono de la temporada en pequeñas cantidades periódicas sin dañar el

desarrollo o la producción de cultivos y frutales (Goldberg *et al.*, 1976).

El objetivo de este estudio fue establecer el efecto de 4 niveles de reposición de agua y fertirrigación asociados en naranjos cv. Thompson Navel de 16 años bajo riego por goteo, sobre la producción, los parámetros biofísicos y la calidad del fruto cosechado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Huerto Idahue de La Hacienda La Rosa, propiedad de la Sociedad Agrícola La Rosa-Sofruco S.A., ubicado en la Sexta Región, comuna de Peumo, provincia de Cachapoal, durante la temporada 1994/1995, y considerando la temporada anterior como período de adaptación. Su ubicación geográfica es 34° 19' lat. Sur, 71° 15' long. Oeste y 215 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Se utilizó un huerto de 10 hectáreas de naranjos (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) cv. Thompson Navel de 16 años, injertado sobre naranjo amargo, con un marco de plantación de 4,25 x 4,25 m.

El suelo del huerto es de textura franco arcillo limosa y corresponde a la serie Peumo, originada de sedimentos aluviales mezclados. El clima del área corresponde a mediterráneo marino con un agroclima definido como Pumanque en el mapa agroclimático de Chile (Novoa y Villaseca, 1989).

El riego del huerto se efectuó cada dos días con tiempos de riego variables dependiendo de los requerimientos; la fertilización se realizó dos veces por semana.

El ensayo consistió en la reposición diferencial de agua y fertirrigación mediante riego por goteo, equivalente al 33, 50, 67 y 100% de la evaporación de bandeja y los mismos niveles de fertilización (Cuadro 1). Para aplicar dichos porcentajes, se implantó un número diferencial

de emisores por árbol, correspondiente a 2, 3, 4 y 6 goteros respectivamente, emplazados para crear un patrón de humedad óptimo, con un caudal promedio por gotero de 4 L h⁻¹. En cuanto a la fertirrigación, ésta se realizó de acuerdo al análisis foliar y metodología aplicada por la Empresa Sofruco, que consistió en la aplicación de urea, nitrato de potasio, sulfato de magnesio y ácido fosfórico. Cada tratamiento estuvo constituido por 4 árboles, correspondiendo cada uno de ellos a una repetición, tal como se describe en el Cuadro 1.

El diseño estadístico corresponde a un modelo completamente al azar. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y a la prueba de comparación de medias de Tukey al 95%. Las mediciones de parámetros climáticos, hídricos del suelo, biofísicos y de crecimiento fueron realizadas desde noviembre de 1994 hasta abril de 1995. La cosecha se efectuó en el mes de junio de 1995.

Los parámetros medidos fueron:

Evaporación. Se midió diariamente la evaporación a través de una bandeja de evaporación (U.S.W.A., Clase A) ubicada en el lugar del ensayo.

Contenido referencial de agua en el suelo. El parámetro hídrico del suelo considerado fue el contenido de humedad del suelo determinado a

través de un Neutrómetro Troxler, con tubos de acceso de aluminio a las profundidades de 0-30, 30-60 y 60-90 cm. Cada tratamiento poseía tres tubos de acceso ubicados a una distancia de 0,6; 1,6 y 2,6 m desde el tronco. Estas mediciones se realizaron quincenalmente.

Biofísicos. Se midió resistencia difusiva (s cm⁻¹) y temperatura foliar (°C) con un porómetro AP4 modelo UM2 versión 2.28. Para ello se eligieron 4 hojas en 2 ramillas del crecimiento de primavera, expuestas al sol en el momento de la medición, ubicadas en sector noreste y suroeste del árbol, respectivamente. Las lecturas se efectuaron a las 11:00, 13:00, 15:00 y 17:00 h., cada 20 días, desde el 14 de noviembre de 1994 hasta el 20 de abril de 1995, y con mayor intensidad en los meses de enero, febrero y marzo, las cuales se realizaron durante 3 días seguidos.

Crecimiento. Entre los parámetros de crecimiento se midió largo de ramilla, diámetro ecuatorial y polar del fruto, para lo cual se eligieron 2 ramillas y 2 frutos por árbol en dirección noreste y suroeste, respectivamente. Las mediciones se realizaron mensualmente desde enero a marzo de 1995.

Producción y calidad. La producción de frutos de cada tratamiento y su calidad se determinó a la cosecha. Posteriormente se tomaron al azar 30 frutos, de los cuales se obtuvo una submuestra de 15 frutos por árbol, evaluándose en promedio:

Cuadro 1. Aplicación diferencial de nutrientes y agua en naranjos cv. Thompson Navel, sometidos a cuatro niveles de reposición de evaporación de bandeja (REP.EVP), bajo riego por goteo

Table 1. Four levels of water and fertilizer application in oranges cv. Thompson Navel based on pan evaporation reposition (REP EVP) with drip irrigation

Tratamiento Nº Goteros	REP. EVP (%)	Fertirrigación (kg)				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
2	33	89,0	1,8	102,3	1,35	1,9
3	50	134,9	2,7	155,0	2,10	2,9
4	67	180,8	3,7	207,7	2,70	3,9
6	100	269,8	5,5	310,0	4,10	5,9

peso de fruto, diámetro ecuatorial y polar, grosor de pericarpio, volumen de jugo, sólidos solubles y acidez titulable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Agua aplicada

Los volúmenes totales de agua aplicados a los diferentes tratamientos para la temporada 1994/1995 fueron de 3.420, 5.130, 6.839 y 10.260 m³ ha⁻¹ equivalentes a un 33, 50, 67 y 100% de reposición de evaporación de bandeja, respectivamente (Figura 1).

Contenido de humedad del suelo

El contenido de humedad promedio del suelo se presenta en la Figura 2, para los estratos de 0-30, 30-60 y 60-90 cm, respectivamente. Los resultados permiten establecer, en general como era de esperar, que el tratamiento con 33% de reposición entrega para todos los estratos los valores más bajos de humedad, así como los tratamientos de 100 y 67% de reposición muestran

los valores más altos. Se puede apreciar que el primer estrato presenta el menor contenido de humedad en el suelo, lo que se puede atribuir a una mayor extracción de agua por parte del árbol en los primeros 30 cm de suelo. En general, este estrato muestra niveles de humedad muy inferiores a capacidad de campo (33 J kg⁻¹ de energía de retención) para los tratamientos más restrictivos (33 y 50%) y valores cercanos a capacidad de campo para 67% y 100% de reposición.

El segundo estrato muestra un comportamiento similar al que se obtuvo en los primeros 30 cm, difiriendo sólo en los niveles de humedad, que para el segundo estrato son mayores; la capacidad de campo fue superada por los tratamientos de 100 y 67% de reposición. En el caso del tercer estrato, éste presenta los valores más altos en el contenido de humedad del suelo, en donde sólo el tratamiento de 33% de reposición se mantiene bajo capacidad de campo. Los resultados obtenidos concuerdan con lo descrito por Gardiazábal y Rosenberg (1990) quienes encontraron que el mayor patrón de extracción

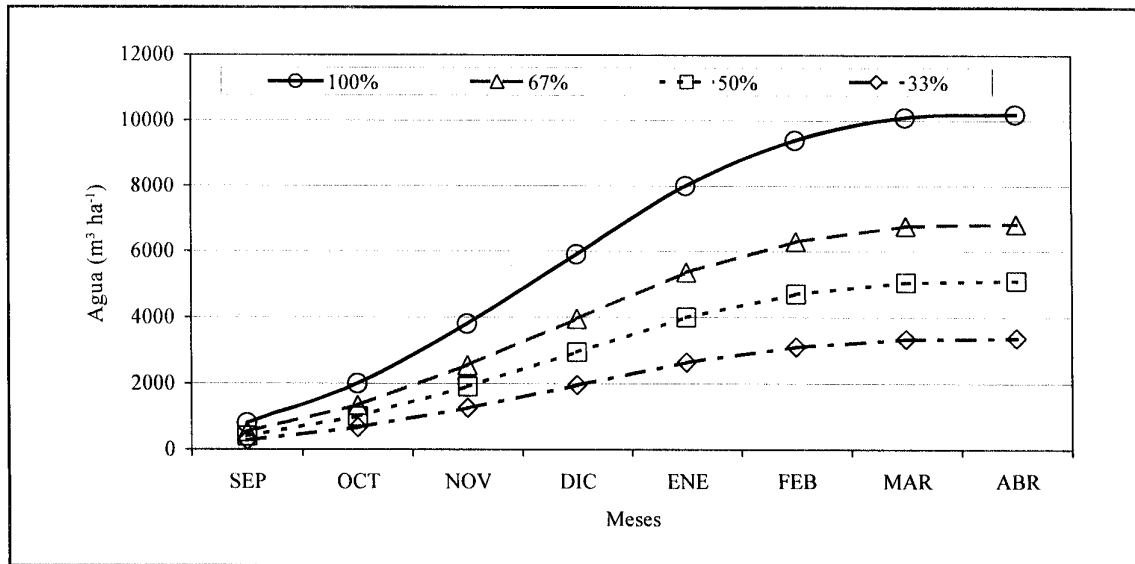


Figura 1. Agua acumulada (m³ ha⁻¹) durante la temporada 1994/95, en naranjos cv. Thompson Navel de 16 años, sometidos a riego por goteo con 4 niveles de reposición de agua y fertirrigación (33, 50, 67, y 100 % evaporación de bandeja).

Figure 1. Cumulative water application (m³ ha⁻¹) during the 1994/95 season in a 16 year old orange orchard cv. Thompson Navel, under drip irrigation and four levels of water and fertilizer reposition (33, 50, 67, and 100 % of pan evaporation).

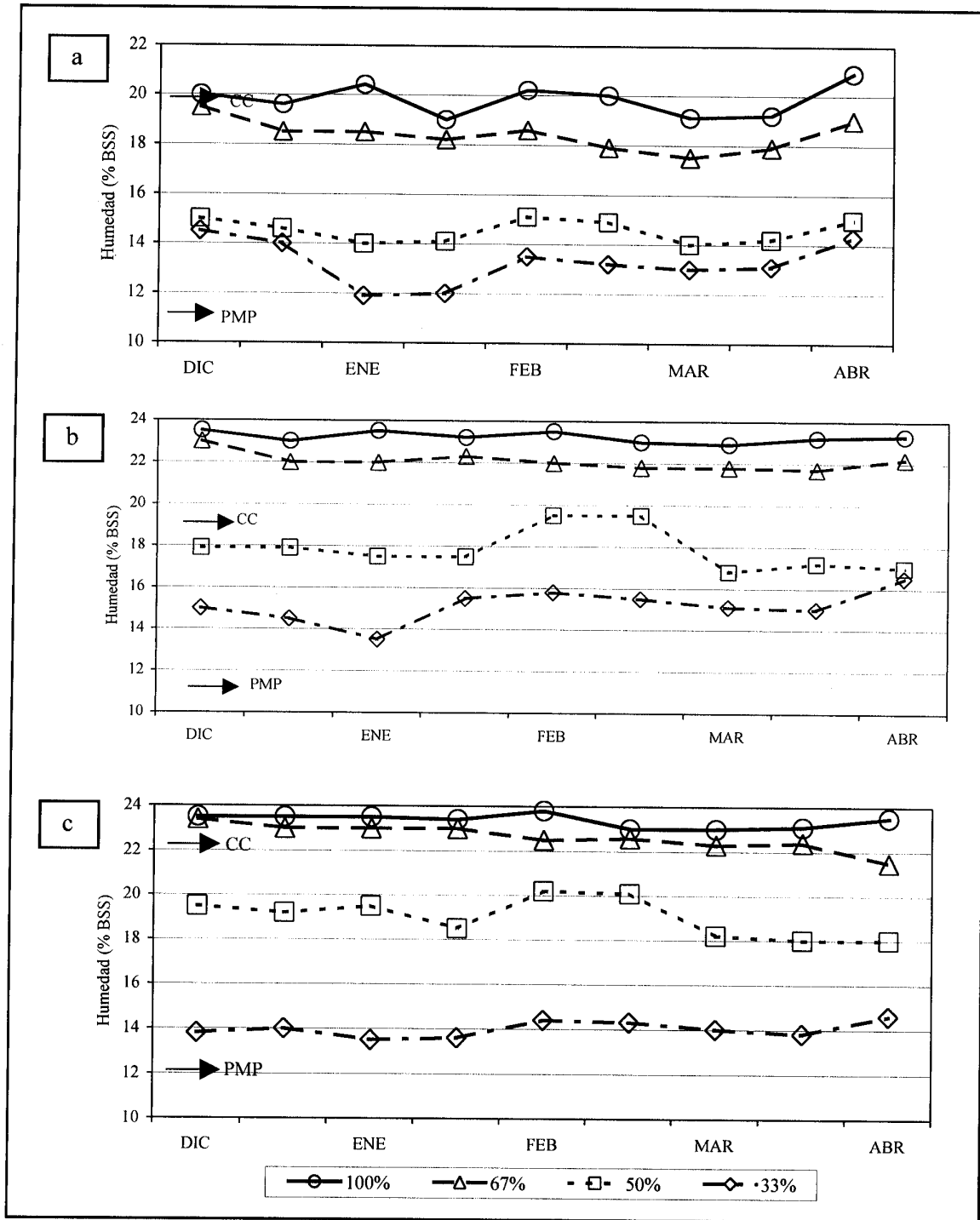


Figura 2. Humedad de suelo (%) entre a) 0-30, b) 30-60 y c) 60-90 cm de profundidad, en naranjos cv. Thompson Navel de 16 años, sometidos a riego por goteo con 4 niveles de reposición de agua y fertirrigación.
Figure 2. Soil water content (%) at the depth of a) 0-30, b) 30-60 and c) 60-90 cm in a 16 year old orange orchard cv. Thompson Navel under drip irrigation with four levels of water and fertilizer reposition.

de agua y distribución radicular de los cítricos se encuentra en los primeros 60 cm de profundidad.

Parámetros biofísicos

La resistencia difusiva es la resistencia que oponen las hojas al escape del vapor de agua, y está formada por la resistencia cuticular y estomática (Peretz *et al.*, 1984). En general los valores de resistencia difusiva a las 13:00 h mostraron un comportamiento más homogéneo que las otras horas del día. Los antecedentes de la resistencia difusiva medida a las 13:00 h en la temporada, muestran que los valores menores se registraron en los meses de enero y febrero, con una tendencia a aumentar en el período marzo a abril (Figura 3), debido probablemente a una menor demanda hídrica. En un análisis de los niveles de agua y fertilización aplicados, se puede constatar que los valores más altos de resistencia difusiva se presentaron en los trata-

mientos más restrictivos, situación que concuerda con lo encontrado por Xiloyannis *et al.* (1980) y Hsiao (1990), quienes mencionan que la resistencia difusiva es mayor en árboles no regados.

La temperatura foliar (Figura 4) medida a las 13:00 h presentó una tendencia similar entre los tratamientos, no registrándose diferencias significativas. En general, se puede decir que no hubo efecto claro de los tratamientos de agua y fertirrigación sobre la temperatura foliar. Sin embargo, Sardo y Germana (1985) encontraron una buena relación entre el diferencial de temperatura y el nivel hídrico de la hoja, pero ésta sólo es observable en condiciones de un alto estrés.

Parámetros de crecimiento

El Cuadro 2 muestra los valores de crecimiento en longitud de ramilla en el período, encontrán-

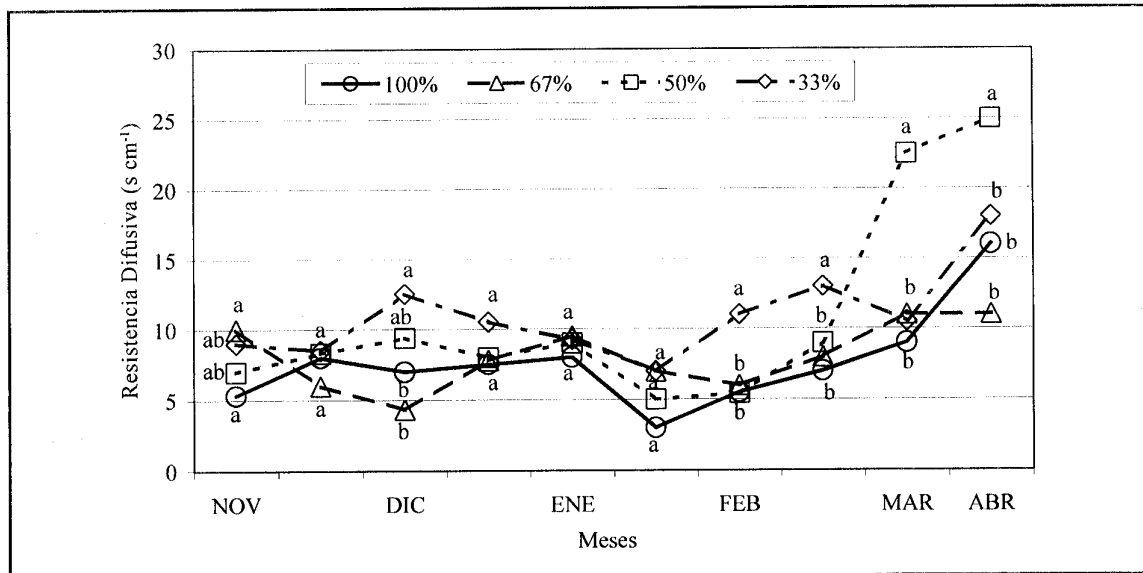


Figura 3. Resistencia difusiva a las 13:00 horas, en naranjos cv. Thompson Navel de 16 años, sometidos a riego por goteo con 4 niveles de reposición de agua y fertirrigación.

*Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Figure 3. Diffusive resistance at 13:00 hr., in a 16 year old orange orchard cv. Thompson Navel under drip irrigation with four levels of water and fertilizer application.

*Different letters in a column indicate significant differences ($P \leq 0.05$).

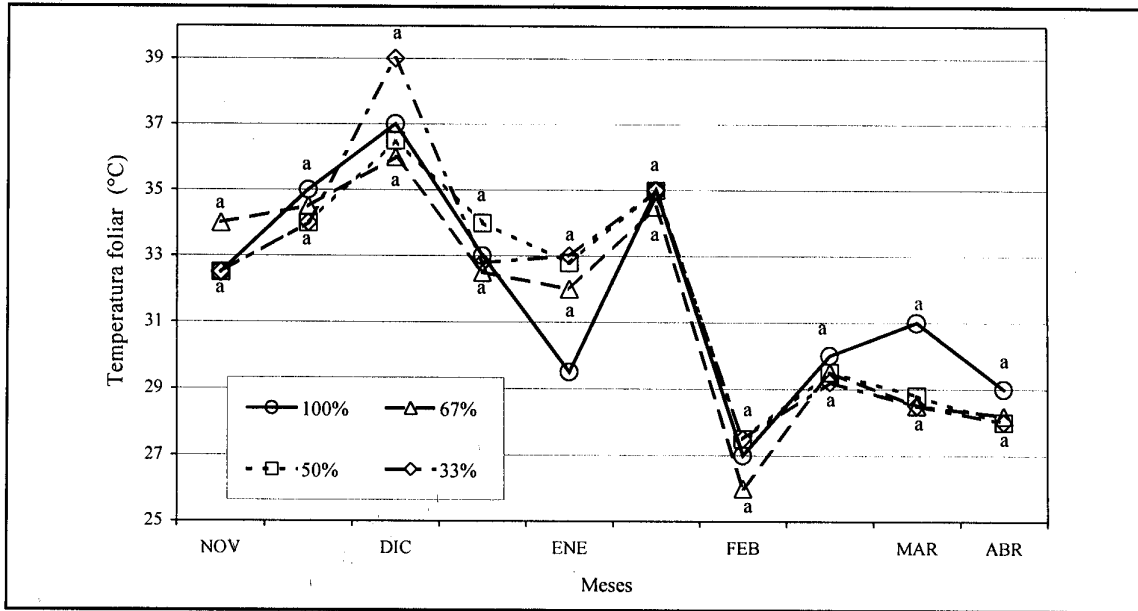


Figura 4. Temperatura foliar a las 13:00 horas, en naranjos cv. Thompson Navel de 16 años, sometidos a riego por goteo con 4 niveles de reposición de agua y fertilización.

* Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Figure 4. Leaf temperature at 13:00 hr. in a 16 year old orange orchard cv. Thompson Navel under drip irrigation with four levels of water and fertilizer application.

*Different letters in a column indicate significant differences ($P \leq 0.05$).

dose diferencias significativas para el tratamiento de 100% de reposición de agua y fertilización. Esto se atribuye a que tanto el agua como los nutrientes estarían contribuyendo a la expansión requerida en el proceso de elongación celular. Este resultado concuerda con Marsh (1973) quien considera que el riego ejerce una considerable influencia en el desarrollo vegetativo y rendimientos. Ramírez y Rivas (1980), obtuvieron en naranjos una eficiencia de utilización del nitrógeno en riego por goteo superior a la de riego por surcos, manifestándose ésta en un mayor crecimiento de ramillas. El diámetro ecuatorial y polar del fruto en el tiempo (Cuadro 2), muestra que el tratamiento de 100% de reposición de agua y fertilización presenta los valores más altos y existe una tendencia a aumentar con un incremento en la aplicación de agua y fertilizante. Esto concuerda con Gilfillan (1987) quien señala que el potasio y el riego son los factores que más influyen en el tamaño de la fruta.

Cuadro 2. Valores promedio de crecimiento de ramillas, diámetros ecuatorial y polar de fruto (entre el 3 de enero y el 30 de marzo), en naranjos cv. Thompson Navel, sometidos a cuatro niveles de reposición de agua y fertilización, bajo riego por goteo

Table 2. Average growth of branches, equatorial and polar fruit diameter (from January 3 to March 30) in oranges cv. Thompson Navel under four levels of water and fertilizer application with drip irrigation

Tratamiento Nº goteros	Crecimiento ramilla (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro polar (cm)
2 (33%)	1,20 b	2,63 b	2,45 b
3 (50%)	1,45 b	2,93 ab	2,82 ab
4 (67%)	2,03 ab	2,90 ab	2,57 b
6 (100%)	3,03 a	3,50 a	3,00 a

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

(): Porcentaje de evaporación de bandeja y fertilización.

Producción

La mayor producción total de frutos la presentó el tratamiento de 67% de reposición de agua y fertirrigación, con un valor de 71,1 t ha⁻¹, presentando diferencias significativas con los tratamientos más restrictivos (Cuadro 3). En un análisis global se puede apreciar que existe una tendencia a aumentar la producción con mayores niveles de aplicación de agua y fertilización hasta un 67% de reposición, disminuyendo en este caso para valores de 100% de reposición, seguramente debido a condiciones de alta canti-

producen frutos más pequeños y en menor cantidad (Sánchez-Blanco *et al.*, 1988; Guerrero *et al.*, 1990).

Parámetros de calidad de fruto

En la calidad del fruto (Cuadro 3), se observa que el peso promedio de los frutos es mayor a medida que aumenta la reposición de agua y fertirrigación, presentando el mayor valor el tratamiento de 100% de reposición. Esto concuerda con García (1993), quien encontró aumentos en el peso promedio de los frutos con el aumento de la reposición de agua y fertirrigación.

excesivo volumen de agua aplicado. Koo y Smajstrla (1984), reportaron en naranjos cv. Valencia un aumento en la producción en tratamientos con fertirrigación completa. Wiegand y Swanson (1982) establecieron que el riego por goteo en cítricos incrementa los rendimientos tanto en zonas áridas como en húmedas. Se ha probado el efecto del riego y fertirrigación en la producción y calidad de la fruta, observándose que aquellos tratamientos deficientes

Con respecto al diámetro ecuatorial, el tratamiento con 67% de reposición de agua y fertirrigación presenta el valor más alto en la cosecha. En general se observa un incremento con el aumento de la aplicación de agua y fertilización hasta un 67% de reposición. Estos resultados concuerdan con Gilfillan (1987), quien señala que el nitrógeno, potasio y el riego

Cuadro 3. Resultados de calidad y producción en naranjos cv. Thompson Navel, sometidos a cuatro niveles de reposición de agua y fertirrigación bajo riego por goteo

Table 3. Quality and yield results of oranges cv. Thompson Navel under four levels of water and fertilizer application using drip irrigation

	% Reposición de agua y fertirrigación			
	33	50	67	100
Parámetros productivos				
Producción total (t ha ⁻¹)	60,1 b*	57,3 b	71,1 a	63,1 ab
Producción por árbol (kg)	120,2 b	114,6 b	142,1 a	126,2 ab
Parámetro calidad fruto				
Peso medio fruto (g)	204,3 b	223,5 b	224,4 ab	253,4 a
Diámetro ecuatorial (cm)	7,5 b	7,6 b	7,9 a	7,7 ab
Volumen de jugo (L)	4,6 b	5,8 ab	5,4 ab	6,6 a
Grosor de pericarpio (mm)	5,6 a	5,8 a	5,9 a	6,0 a
Sólidos solubles (%)	10,9 a	10,4 ab	9,4 b	9,7 b
Acidez (Ác.cítrico g L ⁻¹)	12,6 a	11,8 a	11,8 a	11,7 a
Relación S.solubles-Acidez	8,6 a	8,8 a	8,0 a	8,3 a

*Letras distintas en cada fila indican diferencias significativas (P < 0,05).

son los elementos que más afectan el calibre de los frutos.

En relación con el volumen de jugo (Cuadro 3), se puede apreciar que aumenta en la medida que la reposición de agua y fertirrigación aumenta, presentando el tratamiento de 100% un valor significativamente mayor ($P \leq 0,05$). Esto concuerda con Koo (1980) y Koo y Smajstrla (1984), quienes señalaron que un aumento, aunque no significativo, en el contenido de jugo se obtiene con mayores cantidades de agua y fertirrigación. Ramírez y Rivas (1980) encontraron que árboles fertirrigados presentaban un mayor porcentaje de jugo que aquellos a los cuales sólo se les aplicó agua.

Para el grosor de pericarpio, el análisis estadístico no muestra diferencias ($P \leq 0,05$) entre tratamientos, pero existe una tendencia que a mayor reposición de agua y fertirrigación aumenta el grosor de pericarpio. Aun cuando García (1993) encontró que tratamientos de riego produjeron fruta con menor espesor de pericarpio, lo encontrado en esta investigación se explicaría por la incidencia de la fertilización. En efecto, Embleton *et al.* (1976), señalaron que en naranjos cv. Valencia al incrementarse el nivel tanto de nitrógeno como de potasio el grosor del pericarpio aumenta.

Los sólidos solubles presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos, donde el nivel de 33% de reposición de agua y fertirrigación presentó los valores mayores con relación a los tratamientos de 100 y 67%. Esto concuerda con Koo y Smajstrla (1984) quienes señalan que el riego y la fertirrigación reducen los sólidos solubles. Por otro lado, Koo (1980) no encontró diferencias consistentes en el contenido de jugo, sólidos solubles y tamaño de los frutos entre fertirrigación y fertilización tradicional.

La acidez no presenta diferencias ($P \leq 0,05$) entre tratamientos. Sin embargo, se observa una

tendencia de los tratamientos con menor reposición de agua y fertirrigación a producir valores más altos de acidez. Estos resultados concuerdan con Koo y Smajstrla (1984) quienes señalan que el riego y fertirrigación reducen la concentración de ácidos en el jugo.

La relación entre sólidos solubles y acidez para el inicio de cosecha debe ser superior a 7, lo que se cumple en todos los tratamientos, no detectándose diferencias.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio permiten concluir que los niveles de agua y fertirrigación aplicados asociados tienen un marcado efecto en el rendimiento de fruta.

En general, se observa una tendencia a aumentar el desarrollo vegetativo con un incremento en la aplicación asociada de agua y fertilización.

Los parámetros de calidad del fruto como peso promedio, diámetro ecuatorial y polar, volumen de jugo, muestran un incremento en la medida que la reposición de agua y fertirrigación aumenta. Sin embargo, los sólidos solubles totales son mayores para el tratamiento más restrictivo. El resto de los parámetros no muestran una relación con los volúmenes de agua y fertirrigación aplicados.

El nivel de agua y fertirrigación afectó el comportamiento de los parámetros biofísicos, donde los tratamientos más restrictivos presentan mayores valores de resistencia difusiva. Sin embargo, la temperatura no tuvo una respuesta clara.

RECONOCIMIENTO

El presente estudio se realizó en el Departamento de Riego y Drenaje de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción con el apoyo de la Dirección de Investigación bajo el Proyecto 94-13301-1.

LITERATURA CITADA

- Amoros, M. 1993. Riego por goteo en cítricos. 320 p. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Embleton, T.W., W. Jones, and R.G. Platt. 1976. Leaf analysis as a guide to citrus fertilization. Bulletin 1879: 4-9. University of California. Division of Agricultural Sciences.
- García, M. 1993. Efecto de diferentes momentos de riego en el rendimiento y la calidad de los citrus. Levante Agrícola 324:180-193.
- Gardiazábal, F., y G. Rosenberg. 1990. Cultivo de los cítricos. 75 p. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile.
- Gilfillan, I.M. 1987. Factors affecting fruit size in "Tomago" and "Valencia" oranges practical measure for its improvent. Citrus Journal 636:7-13.
- Goldberg, D., M. Gorna, and D. Rimon. 1976. Drip irrigation, principles, design and agricultural practices. 210 p. Drip irrigation Scientific Publications, Bengurion, Israel.
- Guerrero, R., J.M. Jiménez, y J. Rojo. 1990. Ferti-rrigación. Levante Agrícola 299:125-132.
- Hsiao, T. 1990. Fisiología General. 180 p. Vol. 1. In Curso Internacional Manejo de Agua en Frutales. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Agronómicas, Veterinarias y Forestales, Departamento de Ingeniería Agrícola, Chillán, Chile.
- Karmeli, D., and J. Keller. 1975. Trickle irrigation design. 145 p. Edited and Published by Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, California, USA.
- Koo, R. 1980. Results of citrus fertigation studies. Proc. Florida State Hortic. Soc. 93:33-36.
- Koo, R., and R. Smajstrla. 1984. Effects of trickle irrigation and fertigation on fruit production and juice quality of "Valencia" orange. Proc. Florida State Hortic. Soc. 97:8-10.
- Marsh, A. 1973. Irrigation. p.230-277. In W. Reuther *et al.* (ed.) The Citrus Industry. Vol. 3. University of California, USA.
- Novoa, R., y S. Villaseca. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Agroclima Pumanque. p. 28-30. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- Peralta, J., y R. Ferreyra. 1991. Tecnología de riego en frutales. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina Nº 67 p. 43-49.
- Peretz, J., R. Evans, and E. Proebsting. 1984. Leaf water potential for management of high frequency irrigation on apples. Trans. ASAE 27:437-442.
- Ramírez, J., y J. Rivas. 1980. Fertilización nitrogenada mediante riego por goteo en naranjo (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) cv. Valencia. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Sánchez-Blanco, M., A. Torrecillas, A. León, and F. Del Amor. 1988. The effect of different irrigation treatment of Verna Lemon yield and quality. Plant and Soil 120(2):299-302.
- Sardo, V., and C. Germana. 1985. Environmental and physiological parameters in scheduling irrigation of oranges tree. Acta Hortic. 171:405-413.
- Valenzuela, R. 1975. Principios básicos del riego por goteo y experiencias de su aplicación en la República Mexicana. 53 p. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Mendoza, México.
- Wiegand, C., and W. Swanson. 1982. Citrus responses to irrigation: II Fruit yield, size and number. J. Río Grande Valley Hortic. Soc. 35:87-95.
- Xiloyannis, C., K. Uriu, and G. Martin. 1980. Seasonal and diurnal variations in abscisic acid, water potential and diffusive resistance in leaves from irrigated and non-irrigated peach trees. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 105:412-415.