

COMPARACIÓN DEL FERTIRRIEGO CON LA FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL NITROGENADA EN NARANJA "VALENCIA"

García Petillo¹, M.

Recibido: 14 de febrero de 2000. Aceptado: 10 de julio de 2000.

RESUMEN

Un experimento fue realizado durante cuatro años para comparar la aplicación convencional (CONV) al voleo de fertilizante nitrogenado (urea), con el fertirriego (FERT) en un monte adulto de naranjos "Valencia late". Para ambos modos de aplicación se utilizaron tres dosis (BAJA, MEDIA, ALTA), siendo la primera el 50% de la MEDIA, y la última el 150% de la misma. A igualdad de dosis, el nivel foliar en las parcelas FERT fue mayor que en las CONV. En todo el período estudiado, para llegar al nivel foliar considerado óptimo (2.2%) se debió utilizar un 24% más de fertilizante si éste se aplicaba en forma convencional que si se hacía como fertirriego. Esta diferencia fue del 84% si la meta era lograr un nivel foliar del 2%. El rendimiento total fue significativamente mayor en dos de los cuatro años, y el rendimiento acumulado en todo el período fue un 6% mayor en las parcelas FERT que en las CONV. Sin embargo, el peso promedio de los frutos fue mayor un año en las parcelas CONV que en las FERT. Ni la calidad interna de los frutos, ni el crecimiento del tronco fueron afectados por la forma de aplicación ni por la dosis del fertilizante.

La aplicación como fertirriego permitirá obtener los mejores rendimientos utilizando cantidades sustancialmente menores de fertilizantes nitrogenados.

PALABRAS CLAVE: Citrus, fertirriego, fertilización, naranja, riego localizado.

SUMMARY

FERTIGATION VERSUS CONVENTIONAL NITROGEN FERTILIZATION OF "VALENCIA" ORANGES

An experiment was carried out during four years, comparing conventional fertilization by broadcasting (CONV) with nitrogen fertilizer (urea) versus fertigation (FERT), in a mature "Valencia late" orange grove. For both methods of application, three different rates were used (LOW, MEDIUM, HIGH). LOW was 50 % and HIGH was 150% of MEDIUM rate. Considering equal rates, N level in leaves was higher in FERT plots than in the CONV ones. During the research period, to reach the optimum level in leaves (2.2% N) 24% more fertilizer was used, if it was applied by broadcasting instead of fertigation. This difference was 84% if the goal was to achieve a 2% level in leaves. Total yield was significantly higher in two of the four years, and the cumulative fresh fruit yield in the whole period, was 6% higher in the FERT plots than in the CONV ones. However, the average fruit weight was higher one year in the CONV plots than in the FERT plots. Neither the juice quality nor the trunk growth were affected by the mode of application or the rates of N fertilization.

The application as fertigation, will let us obtain better yields, using substantially smaller amounts of N fertilizer.

KEY WORDS: Citrus, fertigation, fertilization, microirrigation, orange.

INTRODUCCIÓN

En la agricultura con riego localizado en zonas áridas, donde las raíces de los cultivos están fuertemente concentradas en los bulbos mojados por los goteros o

microaspersores, la aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego ha demostrado claras ventajas respecto a las aplicaciones convencionales en cobertura. Sin embargo, en las regiones de mayores precipitaciones, donde el crecimiento radical está determinado por las lluvias y no por el riego, y por lo tanto no está limitado a un cierto volumen, no está claro si hay una mayor eficiencia en el uso del fertilizante, medido como contenido foliar, por

¹ Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos y Aguas, Cátedra de Hidrología, Avda. E. Garzón 780, 12900 Montevideo, Uruguay. E-mail: mgarciap@fagro.edu.uy

aplicarlo como fertirriego. Koo, (1980) encontró que en estos casos, el nivel de N foliar variaba directamente con la extensión de suelo mojado por el fertirriego, sugiriendo que sería necesario mojar un 60 a un 70% de la zona radicular.

La situación actual en el Uruguay es que pocos citricultores fertirriegan, y los que lo hacen manejan las mismas dosis de fertilizantes que cuando lo aplicaban en cobertura. Por otro lado, no existía hasta ahora investigación nacional en este tema.

El objetivo de este trabajo fue determinar si, en condiciones de climas lluviosos y suelos relativamente fértiles, en los cuales ya se ha demostrado la conveniencia del riego suplementario (García, 1985), la fertirrigación presenta ventajas sobre la aplicación tradicional en cobertura de la urea, ya sea en ahorro de fertilizantes como en la respuesta productiva de las plantas. Por razones de costos, ésta es la fuente de fertilizante nitrogenado casi exclusiva en los montes de citrus en Uruguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante cuatro años (1991 a 1994) en un monte de naranjos cv "Valencia" (*Citrus sinensis* (L) Osb.) injertados sobre pie de trifolia (*Poncirus trifoliata* (L) Osb.), plantado en 1980 a una distancia de 7.50 x 2.80 m, resultante en una densidad de 476 árboles por há., perteneciente a la empresa Azucitrus S.A., localizado en el departamento de Paysandú, unos 500 km al norte de Montevideo, Uruguay. El suelo es un Brunosol Subéutrico Típico perteneciente a la Unidad Chapicuy.

Las lluvias registradas durante el ensayo se presentan en el Cuadro 1.

El riego se aplicó mediante microjets, uno por árbol, con un caudal de 12 l/hora y la dosis se calculó en función de la evaporación diaria de un tanque tipo "A" ubicado en la misma plantación. La fuente de agua utilizada fue un tajar. El total de riego aplicado fue de 214, 397, 128 y 392 mm en las cuatro temporadas.

La parcela experimental estaba formada por ocho filas de 21 árboles cada una, divididas en cuatro bloques de dos filas cada uno. Los tratamientos se aplicaron en un arreglo factorial modo de aplicación *dosis, en un diseño de bloques completos al azar. Las parcelas experimentales eran cuatro árboles contiguos, dejando entre ellas al menos dos árboles de borde, quedando tres parcelas por fila, y seis parcelas por bloque. Los seis tratamientos fueron dos formas de aplicar la urea, fertirriego (FERT) y convencional (CONV), y en cada una de ellas tres dosis de la misma (BAJA, MEDIA y ALTA), siendo la dosis BAJA un 50% de la dosis MEDIA, y la dosis ALTA un 150% de la misma. La dosis MEDIA en la temporada 1990/91 fue de 426 g de N por árbol, y en los siguientes tres años fue de 460 g/árbol. En los tratamientos FERT la cantidad total de nitrógeno se fraccionó en cuatro aplicaciones iguales en la temporada 1990/91 y en cinco aplicaciones iguales en los siguientes años. La plantación no tiene equipamiento de fertirriego, por lo que la inyección de fertilizantes al sistema se realizaba conectando una máquina pulverizadora cargada con la solución de urea a la entrada del cuadro de riego en que se encontraba el ensayo. La dosificación a cada parcela se lograba mediante la operación de válvulas manuales situadas a la entrada de cada una de ellas. Por ser esta operación bastante trabajosa no se pudo fraccionar en más aplicaciones de menor cantidad cada una, como hubiera sido deseable. En los tratamientos CONV, los cuatro años se fraccionó en dos aplicaciones iguales. En todos los tratamientos, y en los cuatro años, la fuente de fertilizante nitrogenado fue la urea.

Todas las parcelas recibieron la misma cantidad de P y K, en una única aplicación anual en cobertura (Cuadro 2).

El manejo del monte experimental en lo que respecta a tratamientos sanitarios, herbicidas, etc., se realizó de manera idéntica al resto de la plantación comercial, no habiéndose producido ningún problema destacable durante el desarrollo de la investigación.

Cuadro 1. Total de lluvia estacional y anual registradas, y probabilidades de ocurrencia de un valor mayor o igual al considerado, estimado en base a la serie histórica 1913/1994.

Temporada	PRIM	prob	VER	prob	OTO	prob	INV	prob	TOTAL	prob
1990-91	310	38	538	7	374	31	275	23	1497	13
1991-92	237	60	419	22	739	3	177	59	1572	9
1992-93	209	67	472	13	552	7	93	88	1326	23
1993-94	378	15	272	58	232	78	140	70	1023	59

Cuadro 2. Momentos y cantidades de nutrientes aplicados, en g árbol⁻¹, para las temporadas 1990/91 a 1993/94. Las cantidades de N son para la dosis MED.

Temporada	Modo	Nutriente	Ago.	Set ^a	Set ^b	Oct.	Nov.	Cantidad total		
								MEDIA	BAJA	ALTA
1990-91	FERT	N	106.5	106.5		106.5	106.5	426-105-435	213-105-435	639-105-435
	CONV	N					213	426-105-435	213-105-435	639-105-435
	Ambos	P-K	105-435							
1991-94	FERT	N	92	92	92	92	92	460-110-420	230-110-420	690-110-420
	CONV	N					230	460-110-420	230-110-420	690-110-420
	Ambos	P-K	110-420							

^a Primera quincena de setiembre ^b Segunda quincena de setiembre.

Se colectaron muestras foliares para análisis mineral en las siguientes fechas: 23 de abril de 1991, 23 de abril de 1992, 30 de mayo de 1993 y 31 de mayo de 1994. Se tomaron 15 hojas por cada árbol, 60 hojas por parcela, eligiendo ramas fructíferas, la tercera hoja desde el fruto terminal, siguiendo los criterios usuales (MGAP, 1985). Los análisis se realizaron en los laboratorios del Departamento de Análisis Foliar del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

Las cosechas se realizaron los días 21 de agosto de 1991, 10 de setiembre de 1992, 10 de setiembre de 1993 y 6 de setiembre de 1994. Se registró el peso total y el número de frutos producido por cada uno de los 96 árboles evaluados. De la producción de cada parcela se extrajo al azar una muestra de 100 frutos que fueron clasificados manualmente utilizando una tabla con orificios circulares de diferentes diámetros, agrupándolos en 7 calibres comerciales. Se contó y pesó la cantidad de frutos de cada calibre. Del calibre en que se concentraba la mayor producción de cada parcela, se extrajo una muestra de diez frutos para hacerle los análisis de calidad interna. Estos se realizaron en el laboratorio de análisis de fruta de Azucitrus S.A. y los parámetros analizados fueron: porcentaje de jugo, °Brix, acidez, ratio Brix:ácido, espesor de cáscara y color. En el momento de cada cosecha se midió también el diámetro del tronco 5 cm por encima del injerto, como medida del crecimiento vegetativo.

Los resultados fueron analizados mediante Análisis de Varianza, y las medias fueron separadas usando el test de rangos múltiples de Duncan con un nivel de confianza del 95 o 99% ($p=0.05$ o 0.01)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ninguno de los cuatro años, y para ninguno de los parámetros estudiados, fue significativa la interacción

modo de aplicación por dosis (datos no mostrados), por lo que ambas se analizaron por separado.

El Cuadro 3 presenta los resultados del análisis foliar. Hay un aumento significativo del contenido de N foliar al pasar de la dosis baja a la media, mientras que al pasar de ésta a la alta, se mantiene la tendencia pero es estadísticamente significativa sólo el primero de los cuatro años. Esto concuerda con informes previos de Dasberg *et al.*, 1988; Koo *et al.*, 1974 y Reese y Koo, 1977. Para analizar la dosis se descompuso su efecto en cada año en la componente lineal y la componente cuadrática. En los cuatro años fue significativo el efecto lineal y no lo fue el efecto cuadrático (datos no mostrados). En base a los conocimientos que se tienen en lo referente a nutrición mineral de las plantas se puede afirmar que estos resultados no indican que la respuesta a la fertilización nitrogenada sea lineal, sino que todas las dosis aplicadas se encuentran dentro del rango creciente de la curva y que, dentro de este rango, la respuesta sí es lineal. Es conocido también el hecho que el efecto cuadrático en la absorción de nutrientes se da a dosis mucho más altas que el mismo efecto en el rendimiento. En cuanto al modo de aplicación, todos los años se da un mayor contenido de N foliar en el tratamiento FERT comparado con el CONV, siendo esta diferencia significativa en dos de los cuatro años. Algunos autores ya habían encontrado este comportamiento (Bester *et al.*, 1977; Boman, 1996), mientras que otros (Dasberg *et al.*, 1988) encontraron que el modo de aplicación no afectaba el contenido de N foliar.

De acuerdo al estándar de Chapman (citado por Mara *et al.*, 1980) para hoja de rama fructífera, se considera como nivel "deficiente" un contenido menor de 1.90%, nivel "bajo" entre 1.90 y 2.20%, y nivel "satisfactorio" un rango del 2.20 al 2.70% de N.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos de fertilización en el contenido foliar de N, P y K para las temporadas 1991/94.

Parámetro	Tratamiento	Temporada							
		1991		1992		1993		1994	^a
Nitrógeno (%)	FERT	2.13	A	2.06	ns	2.39	a	2.18	ns
	CONV	1.95	B	1.93	ns	2.25	b	2.17	ns
	BAJA	1.80	C	1.71	B	2.19	b	1.90	B
	MEDIA	2.07	B	2.08	A	2.38	a	2.25	A
	ALTA	2.25	A	2.19	A	2.39	a	2.37	A
	FERT	0.12	ns	0.11	ns	0.106	ns	0.11	ns
Fósforo (%)	CONV	0.11	ns	0.11	ns	0.106	ns	0.11	ns
	BAJA	0.10	b	0.10	ns	0.111	a	0.11	ns
	MEDIA	0.12	a	0.11	ns	0.106	ab	0.11	ns
	ALTA	0.12	a	0.11	ns	0.100	b	0.11	ns
	FERT	0.72	ns	0.77	ns	0.73	B	0.66	B
	Potasio (%)	CONV	0.72	ns	0.80	ns	0.95	A	0.79
BAJA		0.73	ns	0.87	a	1.00	A	0.79	a
MEDIA		0.69	ns	0.77	ab	0.78	B	0.66	b
ALTA		0.74	ns	0.72	b	0.75	B	0.73	ab

^a Las medias que no están seguidas por la misma letra son diferentes al nivel de significación del 5% (minúsculas) o al 1% (mayúsculas) de acuerdo al test de rangos múltiples de Duncan.

La media de los árboles del tratamiento FERT estuvo un año en el nivel "satisfactorio", y los otros tres en el nivel "bajo" pero muy por encima del límite para "deficiente". Los árboles del tratamiento CONV llegaron casi al nivel "deficiente" los dos primeros años del ensayo, aumentando luego al nivel "bajo".

En cuanto a las dosis, los árboles de la dosis BAJA estuvieron en un nivel "deficiente" en tres de los cuatro años, los árboles de la dosis MEDIA estuvieron dos años con un nivel "bajo" y los otros dos "satisfactorio", y los árboles de la dosis ALTA siempre estuvieron en un contenido "satisfactorio" de N foliar.

En la Figura 1 se observa que en los cuatro años, y a cualquiera de las tres dosis utilizadas, el contenido de N foliar era mayor en el tratamiento FERT que en el tratamiento CONV, salvo en un solo caso (1994, dosis alta).

La Figura 2 muestra las rectas de regresión N aplicado / % de N foliar para los tratamientos FERT y CONV en los cua-

tro años. Se analizó con el modelo N foliar = año bloque año*bloque modo año*modo dosis*modo. Los resultados del mismo indican (datos no mostrados) que los coeficientes de regresión son diferentes de 0 con $p < 0.0001$, y que la interacción dosis*modo es significativa con $p < 0.0001$, lo que demuestra que las dos pendientes son estadísticamente diferentes. Si se toma como objetivo lograr un nivel de 2.2% de N foliar de acuerdo al estándar de Chapman, éste se logra con 474 g de N si se aplica como fertirriego, mientras que se necesitarían 587 g (24% más) si se aplicara en cobertura. Esta diferencia sería del 84% (211 y 389 g respectivamente) si la meta fuera 2.0% de N foliar.

También se estudió el efecto del contenido foliar de N en el año anterior sobre la respuesta a los tratamientos, pero por ser éste no significativo se eliminó del modelo.

El contenido de P foliar es muy estable, fluctuando todos los años alrededor de 0.11% para todos los tratamientos.

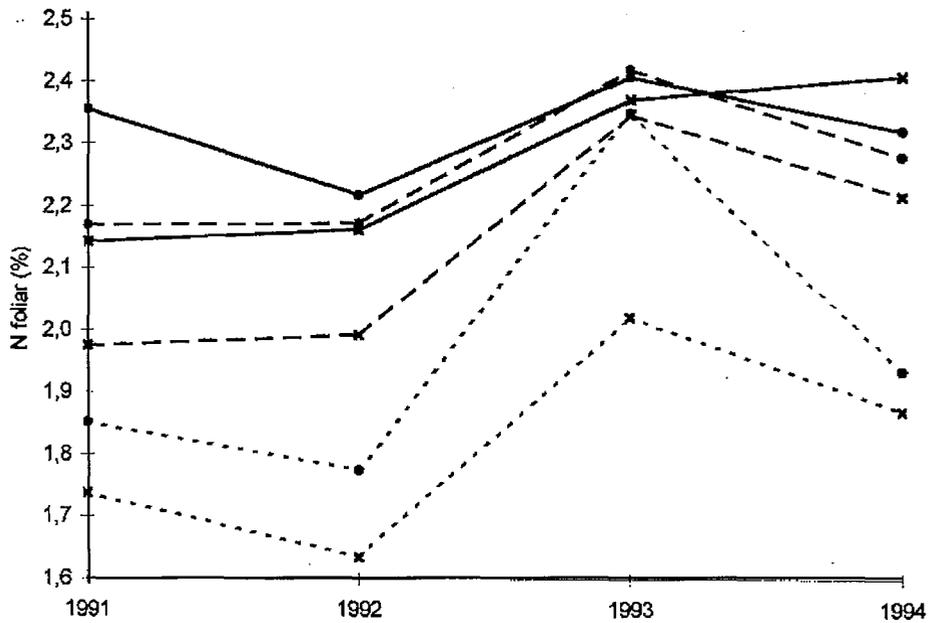


Figura 1. Contenido promedio de N foliar en las cuatro temporadas, por efecto del modo de aplicación Fert (●) y CONV (X) y de la dosis: BAJA (---), MEDIA (- - -) y ALTA (—).

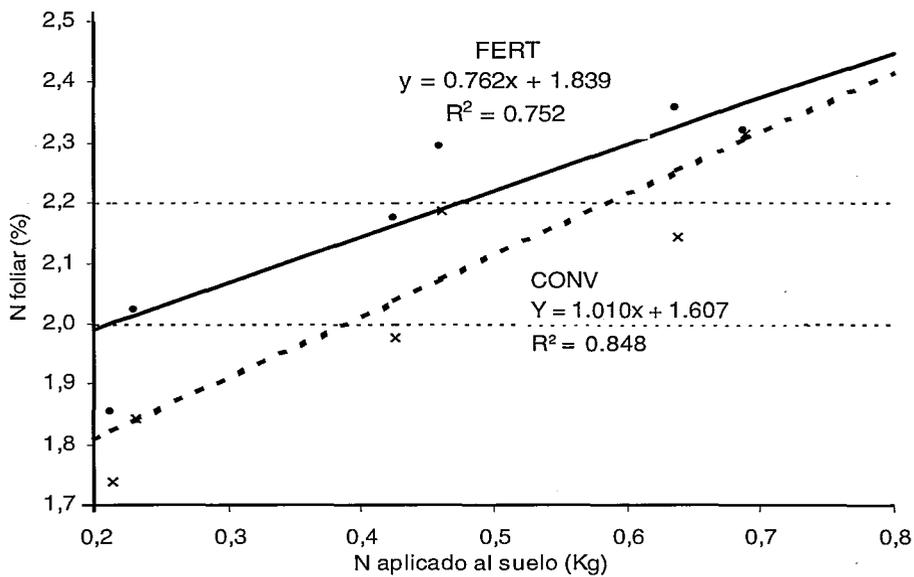


Figura 2. Contenido promedio de N foliar en las cuatro temporadas, por efecto del modo de aplicación FERT (●) y CONV (X) y sus rectas de regresión (—) y (----) respectivamente.

Como se ve en la Figura 3, el contenido de K foliar tiene un comportamiento opuesto al del N: es mayor cuanto menor es la dosis de N aplicado; asimismo es mayor cuando el N se aplica en cobertura que cuando se hace como fertirriego. La mayoría de los trabajos previos reportan este antagonismo (Boman, 1996; Futch and Alva, 1994; Koo *et al.*, 1974; Reese and Koo, 1977) mientras que otros (Bester *et al.*, 1977), no lo detectan. Este comportamiento está indicando que no es correcto definir sólo las dosis óptimas de estos nutrientes, sino también sus respectivas relaciones.

El rendimiento, en toneladas de fruta por hectárea (Tabla 4) fue significativamente mayor en las parcelas FERT que en las CONV en dos de los cuatro años (1991 y 1992). También fue significativo el aumento del 6% en el rendimiento acumulado, confirmando las tendencias reportadas por Boman (1996) y Dasberg *et al.* (1988). Esta diferencia se debió a un aumento del número de frutos por árbol, que tuvo exactamente el mismo comportamiento. El peso promedio de los frutos, por el contrario, fue siempre mayor en las parcelas CONV que en las FERT, siendo esta diferencia significativa en el año 1992. En cuanto a las dosis, sólo hubo diferencias significativas en uno de los cuatro

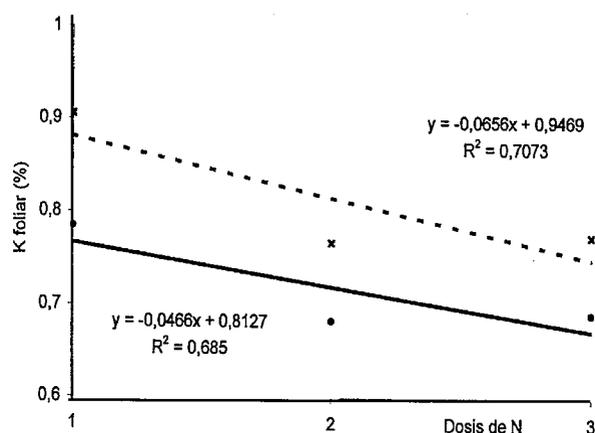


Figura 3. Contenido de K foliar promedio en las cuatro temporadas, por efecto del modo de aplicación de N FERT (•) y CONV (X) y sus rectas de regresión (—) y (-----) respectivamente.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos de fertilización en la producción, para las temporadas 1991/94 y el total acumulado.

Parámetro	Tratamiento	Temporada								Total	a
		1991	1992	1993	1994	1994	1994	1994	1994		
Rendimiento (Mg ha ⁻¹)	FERT	60.5	a	64.3	A	54.3	ns	73.3	ns	252.3	A
	CONV	58.1	b	51.9	B	52.8	ns	75.2	ns	238.0	B
	BAJA	57.1	ns	52.8	b	51.9	ns	75.7	ns	237.5	ns
	MEDIA	60.9	ns	58.5	ab	55.2	ns	72.8	ns	247.5	ns
	ALTA	60.0	ns	63.3	a	53.8	ns	73.3	ns	250.4	ns
Número de frutos por árbol	FERT	917	a	782	A	711	ns	1255	ns	3665	A
	CONV	845	b	585	B	676	ns	1242	ns	3348	B
	BAJA	845	ns	583	b	660	ns	1214	ns	3302	B
	MEDIA	915	ns	686	a	751	ns	1252	ns	3604	A
	ALTA	882	ns	783	a	669	ns	1279	ns	3613	A
Peso promedio (g fruto ⁻¹)	FERT	140	ns	179	b	164	ns	124	ns	145	ns
	CONV	146	ns	194	a	173	ns	129	ns	149	ns
	BAJA	143	ns	198	a	173	ns	134	a	151	A
	MEDIA	140	ns	185	ab	159	ns	124	b	144	B
	ALTA	145	ns	176	b	174	ns	122	b	146	B

^a Las medias que no están seguidas por la misma letra son diferentes al nivel de significación del 5% (minúsculas) o al 1% (mayúsculas) de acuerdo al test de rangos múltiples de Duncan.

años (1992) con un aumento del rendimiento al aumentar la aplicación de N. En este año, efectivamente, los árboles de la dosis BAJA llegaron a un nivel foliar claramente “deficiente” (1.71%). Este aumento del rendimiento también se debió a un aumento del número de frutos por árbol, pero que determinó un menor tamaño de los mismos. El efecto del aumento del rendimiento por aumento del número de frutos y no porque éstos alcancen un mayor tamaño, ya fue reportado por Dasberg *et al.*, 1988; Dasberg *et al.*, 1983; Dasberg and Erner, 1997; Koo and Reese, 1977 y Koo *et al.*, 1974. La producción cítrica del Uruguay está orientada a la exportación a Europa de fruta fresca de alta calidad, para lo cual el tamaño es un factor fundamental. Estos resultados indican que los estándares de N foliar considerados óptimos (para obtener los mayores rendimientos), pueden ser excesivos para obtener frutos de mayor tamaño. Esto concuerda con las conclusiones de Mara *et al.* (1980) que establece que el estándar foliar propuesto por Chapman para el N podría ser válido para las condiciones de Uruguay, excepto que se encuentran montes con buen o muy buen estado vegetativo a partir de niveles foliares superiores a 2.05%. También se debe considerar, como ya se mencionó anteriormente, que cuanto mayor fue el nivel de N aplicado, menor fue el nivel foliar de K, y éste es un nutriente esencial para determinar el tamaño final del fruto.

Los calibres comerciales se denominan por un número que indica la cantidad de frutas que van en una caja de 17 kg, es decir, que cuanto menor es el número del calibre, mayor es el tamaño de los frutos. Los calibres que encuentran colocación en los mercados internacionales son el 113 y frutos de tamaños superiores. Se analizó en tres años qué porcentaje de la producción estaba en ese rango (Cuadro 5), no encontrándose diferencias significativas ni entre dosis, ni entre formas de aplicación. Únicamente en el

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos de fertilización en el porcentaje de frutos pertenecientes al calibre comercial 113 y superiores, para las temporadas 1991 a 1993.

Tratamiento	Temporada				a	
	1991	1992	1993			
FERT	41.59	ns	67.62	b	51.87	ns
CONV	41.62	ns	78.97	a	57.78	ns
BAJA	39.14	ns	77.48	ns	65.82	ns
MEDIA	38.78	ns	72.29	ns	42.90	ns
ALTA	46.90	ns	70.11	ns	55.75	ns

^a Las medias que no están seguidas por la misma letra son diferentes al nivel de significación del 10%.

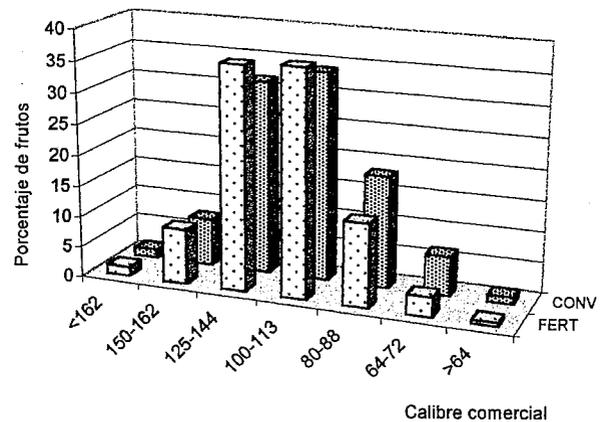


Figura 4. Efecto del modo de aplicación de fertilizante en la distribución de los frutos por calibres comerciales; los valores son el promedio de las temporadas 1991, 1992 y 1993.

año 1992 los árboles CONV tuvieron un porcentaje de frutos de los calibres grandes mayor que los árboles FERT significativo al 10%. Sin embargo, la Figura 4 muestra que existió una clara tendencia a que los árboles que recibieron la fertilización convencional tengan un mayor porcentaje de su producción en los calibres mayores. Esta tendencia es idéntica a la reportada por Boman (1996).

El análisis de calidad interna mostró que ni el modo de aplicación del fertilizante, ni la dosis del mismo, afectaron el contenido de jugo, grados Brix, acidez ni el ratio en ninguno de los años analizados, confirmando trabajos previos de Boman (1996) Dasberg *et al.* (1988) y Futch and Alva (1994).

La circunferencia del tronco, como medida del crecimiento vegetativo, no detectó diferencias entre los tratamientos. A pesar de que en el tratamiento BAJA se aplicó la mitad de la dosis de urea durante cuatro años, estas plantas no llegaron a niveles nutricionales deficientes que afectaran el crecimiento del tronco o la calidad interna de la fruta. Este comportamiento fue explicado con investigaciones realizadas utilizando ¹⁵N marcado (Dasberg, 1988) que demostraron que sólo un 15% del N en hojas jóvenes provenía del suelo, mientras que la mayor parte lo hacía de las reservas existentes en el esqueleto del árbol. En el mismo sentido, Orphanos and Eliades (1994) recién encontraron respuestas diferenciales de los árboles después de seis años de aplicar diferentes dosis de N.

CONCLUSIONES

La aplicación del N como fertirriego aumenta la eficiencia de su uso, medido como % de N foliar, respecto a la aplicación tradicional en cobertura. En las condiciones del ensayo, para llegar a un nivel foliar propuestos como meta (2.2%) se requiere utilizar un 24% más de fertilizante nitrogenado si se aplica en cobertura que si se aplica en fertirriego, mientras que esta diferencia es de 84% si el nivel foliar propuesto como meta es el 2%. Esto fue así aunque en el tratamiento FERT se fraccionó la dosis total en solamente cuatro o cinco aplicaciones. Se entiende que esta diferencia debería aumentar al fraccionar más las dosis, disminuyendo una de las mayores causas de pérdidas del fertilizante nitrogenado en las condiciones climáticas del Uruguay, que es la percolación profunda por las lluvias.

Todas las plantas del ensayo comenzaron en una condición de N foliar no deficiente, por lo que la aplicación como fertirriego de las mismas cantidades que se aplicaban en cobertura, produjo algunos efectos no deseados, por exceso: mayor rendimiento dado por un mayor número de frutos, pero con un menor tamaño.

Teniendo en cuenta el claro efecto antagónico detectado en la absorción de N y K, es necesario que se ajusten tanto las dosis como las proporciones de ambos nutrientes en el fertirriego. Esto mismo no parece tener mayor importancia para el caso del P.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa Azucitrus S.A. y a su gerente agrícola, Ing. Agr. Roberto Benia, por el importante apoyo brindado que hizo posible esta investigación, y al Ing. Agr. Jorge Franco, Profesor Titular de la Unidad de Estadística de la Facultad de Agronomía por su asesoramiento.

BIBLIOGRAFÍA

- BESTER D.H., FOUCHÉ P.S. and VELDMAN G.H. 1977. Fertilizing through drip irrigation systems on orange trees. Proc. Int. Soc. Citriculture. 1:46-49.
- BOMAN B.J. 1996. Fertigation versus conventional fertilization of flatwoods grapefruit. Fertilizer Research 44:123-128.
- DASBERG S. 1988. Nitrogen and potassium requirements of citrus. Proceedings of the Sixth International Citrus Congress, Tel Aviv, Israel, March 6-11. Goren R and Mendel K (Eds), 625-631.
- DASBERG S., BAR-AKIVA A., SPAZISKY, S. and COHEN A. 1988. Fertigation versus broadcasting in an orange grove. Fertilizer Research 15:147-154.
- DASBERG S., BIELORAI H., and ERNER J. 1983. Nitrogen fertigation of Shamouti oranges. Plant and Soil 75, 41-49.
- DASBERG S. and ERNER Y. 1997. The effects of irrigation management and nitrogen application on yield and quality of Mineola mandarins. Acta Hort. 449 Vol. 1. 125-131.
- FUTHC S.H. and ALVA A.K. 1994. Effects of nitrogen rates on grapefruit production in southwest Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 107:32-34.
- GARCÍA PETILLO M. 1995. Effects of irrigation periods on citrus yield and fruit quality in Uruguay. Proceedings of the fifth international microirrigation congress, Orlando, Florida, April 2-6, 492-496.
- KOO R.C.J. 1980. Results of citrus fertigation studies. Proc. Fla. State Hort. Soc. 93:33-36.
- KOO R.C.J. and REESE R.L. 1977. Influence of nitrogen, potassium and irrigation on citrus fruit quality. Proc. Int. Soc. Citriculture. 1:34-38.
- KOO R.C.J., YOUNG T.W., REESE R.L. and KESTERSON J.W. 1974. Effects of nitrogen, potassium and irrigation on yield and quality of lemon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(4):289-291.
- MARA H., DOTI R y SECONDI A. 1980. Relevamiento nutricional de las áreas cítricas de Salto, Paysandú y Rivera. In. Fertilización de citrus en base a análisis foliar, Boletín técnico N° 6, pp 3-9, Dirección de Suelos, Ministerio de Agricultura y Pesca.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección de Suelos. (1985) Análisis foliar, Toma de muestras. Boletín de divulgación N° 2.
- ORPHANOS P.I. and ELIADES G. 1994. Nitrogen fertigation of Valencia orange irrigated by drip or minisprinkler. Acta Horticulturae 365, 105-120.
- REESE R.L. and KOO R.C.J. 1977. Fertility and irrigation effects on "Temple" orange. I. Yield and leaf analyses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(2):148.151.