

Producción, calidad y concentración foliar de nutrimentos del tangelo 'Orlando' bajo distintos niveles de abonamiento^{1,2}

Agenol González-Vélez³ y Gerardo Ruiz-Sifre⁴

J. Agric. Univ. P.R. 85(1-2):41-47 (2001)

RESUMEN

Se realizó una investigación para evaluar el efecto de niveles de abonamiento con nitrógeno, fósforo y potasio en la producción, calidad y concentración foliar de nutrimentos del tangelo 'Orlando' en un suelo Corozal arcilloso. Los niveles de nitrógeno evaluados fueron 0, 85.2, 170 y 341 kg/ha; los de fósforo fueron 0, 12.4, 24.8 y 49.6 kg/ha y los de potasio fueron 0, 47.8, 94.6 y 188 kg/ha. Se obtuvo una respuesta lineal entre los niveles de nitrógeno y la producción acumulativa de frutas de tangelo 'Orlando'. Según aumentaron las aplicaciones de nitrógeno aumentó la producción de frutas. Los niveles de fósforo y potasio no afectaron la producción de frutas. Los distintos niveles de nitrógeno, fósforo y potasio no afectaron significativamente el peso promedio de la fruta y su calidad en términos de pH, brix, acidez y relación brix/acidez. Las aplicaciones de nitrógeno afectaron significativamente las concentraciones foliares de nitrógeno, calcio, potasio y fósforo. Las aplicaciones de fósforo afectaron las concentraciones foliares de calcio y potasio. Las aplicaciones de potasio no afectaron significativamente las concentraciones foliares de ninguno de los elementos.

ABSTRACT

Yield, quality and foliar nutrient concentration of 'Orlando' tangelo under different fertilizer regimes

An experiment was done to evaluate the effect of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the yield, quality and foliar nutrient concentration of 'Orlando' tangelo in a Corozal clay soil. Nitrogen levels evaluated were 0, 85.2, 170 and 341 kg/ha. Levels of phosphorus evaluated were 0, 12.4, 24.8 and 49.6 kg/ha; and potassium levels were 0, 47.8, 94.6 and 188 kg/ha. A significant linear response was found between the nitrogen application and the cumulative production of fruits per tree. High application of nitrogen was related to high cumulative production. No significant relationship was found between the phosphorus and potassium levels and the cumulative production. The application of different levels of nitrogen, phosphorus, and potassium had no effect on the average fruit weight and the quality of fruits in terms of pH, brix, acidity and brix/acidity

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 29 de junio de 2000.

²Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. Raúl Machiavelli por su colaboración en el análisis estadístico de los datos.

³Investigador Asociado, Departamento de Horticultura, Estación Experimental Agrícola, HC 02 Box 10322, Corozal, P.R. 00783.

⁴Ex-Investigador Auxiliar, Departamento de Horticultura.

rate. The different levels of nitrogen significantly affected the foliar nutrient concentration of nitrogen, calcium, potassium and phosphorus. Different applications of phosphorus significantly affected the foliar concentrations of calcium and potassium. The levels of potassium had no significant effect on the foliar concentrations of the different elements evaluated.

Key words: Citrus, nutrient concentration, fertilization

INTRODUCCIÓN

Los cítricos requieren de un nivel de nutrimentos adecuado y balanceado para expresar su máximo potencial genético para producción de frutas. En su condición de árboles perennes, los cítricos absorben ciertas cantidades de elementos nutritivos durante todo el año, aunque existen períodos, como los de floración y formación de nuevos brotes, en los cuales el consumo de nutrimentos es mayor. La nutrición de los cítricos es influenciada por factores como el tipo de suelo, clima y cantidad de frutos producidos por cosecha (Davis y Albrigo, 1994). También, los patrones en los cuales están injertados los distintos cultivares tienen una influencia en el contenido de nutrimentos en el follaje (Wutsher, 1989).

La fertilización, especialmente con nitrógeno, y el riego son considerados como los factores más limitantes en el crecimiento de árboles jóvenes (Davis et al., 1988; Jackson y Davis, 1986; Tucker et al., 1995). El nitrógeno tiene una influencia notable sobre el crecimiento, floración y producción de los cítricos. Se ha observado que el número de brotes florales está íntimamente relacionado con la concentración de nitrógeno en las plantas; en efecto, durante este período ocurre una intensa migración de este elemento desde las hojas hacia las flores (Smith, 1966). Los árboles que crecen bajo deficiencia de nitrógeno muestran un tamaño más pequeño y no producen frutas o muestran un patrón muy errático en sus hábitos de producción (Zekri, 1995). Experimentalmente se ha encontrado que existe una fuerte correlación entre la deficiencia de nitrógeno y el contenido de clorofila en la hoja (Rovira y Alvarez, 1987). Con deficiencia de nitrógeno hay una reducción en los rendimientos del árbol debido a la disminución en el número y tamaño de las frutas.

En relación a otros macroelementos, las cantidades de fósforo que absorben las cítricas son pequeñas. Sin embargo, no se debe subestimar la importancia de este elemento en la fisiología de la planta. El fósforo es necesario en procesos vitales como fotosíntesis, síntesis y rompimiento de los carbohidratos y la transferencia de energía en la planta (Zekri, 1995). Junto al nitrógeno el potasio es uno de los elementos extraídos en mayor proporción por una cosecha de cítricos. El potasio es necesario para muchas funciones fisiológicas como la formación de azúcares y almidones, síntesis de proteína, división celular y neutralización de ácidos orgánicos. El potasio tiende a mejorar el tamaño de la fruta, el sabor y el color (Zekri, 1995).

Mundialmente se han realizado estudios en cítricos para determinar los niveles óptimos y el tiempo de aplicación del fertilizante obteniéndose resultados que dependen de la localización, cultivares y uso que se le dará a la fruta. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en la producción, calidad y concentración foliar de nutrimentos del tangelo 'Orlando'.

MATERIALES Y MÉTODOS

En julio de 1987 se estableció un experimento para evaluar el comportamiento del tangelo (*Citrus paradisi* × *C. reticulata*) 'Orlando' bajo distintos niveles de abonamiento. El patrón utilizado fue la mandarina 'Cleopatra'. Los árboles se sembraron en los terrenos de la Estación Experimental Agrícola de Corozal, ubicada en la región norte central de Puerto Rico, a 209 metros sobre el nivel del mar. La precipitación anual promedio es de 1,800 mm y la temperatura promedio de 24.4°C. La serie de suelo es Corozal arcilloso (Aquic Haplohumults, arcilloso, mixto, isohipertérmico) caracterizado por su acidez, baja fertilidad y desagüe lento. Durante la preparación del terreno se aplicó carbonato calizo. Antes de la aplicación de los tratamientos de abonamiento (noviembre 1988) el análisis de suelo mostraba lo siguiente: pH, 6.4; Ca, 6.20 cmol/kg; K, 0.72 cmol/kg; Mg, 0.62 cmol/kg y P, 30.2 mg/kg.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, utilizando un árbol por unidad experimental. La distancia de siembra fue de 5.5 m × 4.8 m.

Durante el primer año de establecida la siembra todos los árboles recibieron 0.70 kg de abono 12-6-10, dividido en tres aplicaciones al año. Los tratamientos de abonamiento se comenzaron a aplicar en el segundo año. Los niveles de nitrógeno utilizados fueron 0, 42.6, 85.2 y 170 kg/ha. Para estos tratamientos los niveles de fósforo y potasio se mantuvieron constantes a 12.4 y 47 kg/ha, respectivamente. Los niveles de fósforo evaluados fueron 0, 6.2, 12.4 y 24.8 kg/ha. Para estos tratamientos los niveles de nitrógeno y potasio se mantuvieron constantes a 85.2 y 47 kg/ha, respectivamente. Los niveles de potasio evaluados fueron 0, 23.6, 47 y 94 kg/ha, manteniendo constante los niveles de nitrógeno y fósforo a 85.2 y 12.4 kg/ha, respectivamente. Del tercer al quinto año de establecida la siembra se duplicaron los niveles de N, P y K utilizados. La fuente de nitrógeno utilizada fue sulfato de amonio (21% N); para fósforo superfosfato triple (20% P) y para potasio fue sulfato de potasio (42.3% K). La aplicación del abono se realizó en la periferia del árbol y se dividió en tres aplicaciones por año (noviembre, marzo y julio).

Se realizaron análisis de suelo y foliar para determinar los niveles de los nutrimentos bajo los distintos tratamientos. La concentración de

N, P, K, Ca y Mg en los tejidos se determinó siguiendo los procedimientos descritos en Campbell y Plank (1992). El muestreo foliar se hizo en el mes de octubre, tomando 20 hojas maduras por repetición, de la periferia del árbol, en ramas que no tenían frutas, durante el tercer año de producción. Se tomaron datos de producción del tercer al quinto año de establecida la siembra. Al finalizar el quinto año se tomaron datos de altura y diámetro de los árboles y se calculó el volumen de copa utilizando la fórmula $VC = 0.524 HW^2$, donde H = altura y W = diámetro de la copa (Fallahi y Mousavi, 1991). Se tomaron muestras de frutas y al jugo se le realizó análisis de pH, brix y acidez. A todas las variables estudiadas se les realizó análisis de efectos polinomiales (lineal y cuadrático) utilizando el programa SAS. Además, para las variables de número y peso de frutas se hizo un análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de regresión mostraron una relación lineal significativa entre los niveles de nitrógeno y el número y peso acumulativo de frutas por árbol (Figuras 1 y 2). Según aumentaron las cantidades aplicadas de nitrógeno aumentó la producción acumulativa de frutas por árbol. La producción mayor de frutas fue de 76.8 kg y se obtuvo con la aplicación de 341 kg/ha de nitrógeno. No se sabe hasta qué nivel continuaría esta respuesta lineal. Los niveles de fósforo y potasio evaluados no mos-

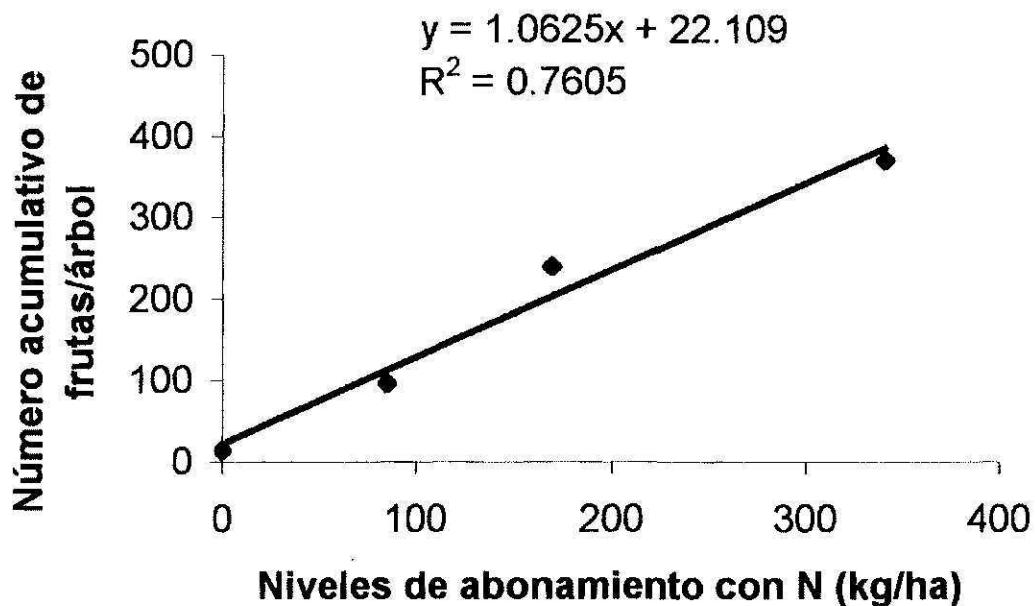


Figura 1. Respuesta del número acumulado de frutas de tangelo 'Orlando' por árbol al abonamiento con niveles de nitrógeno.

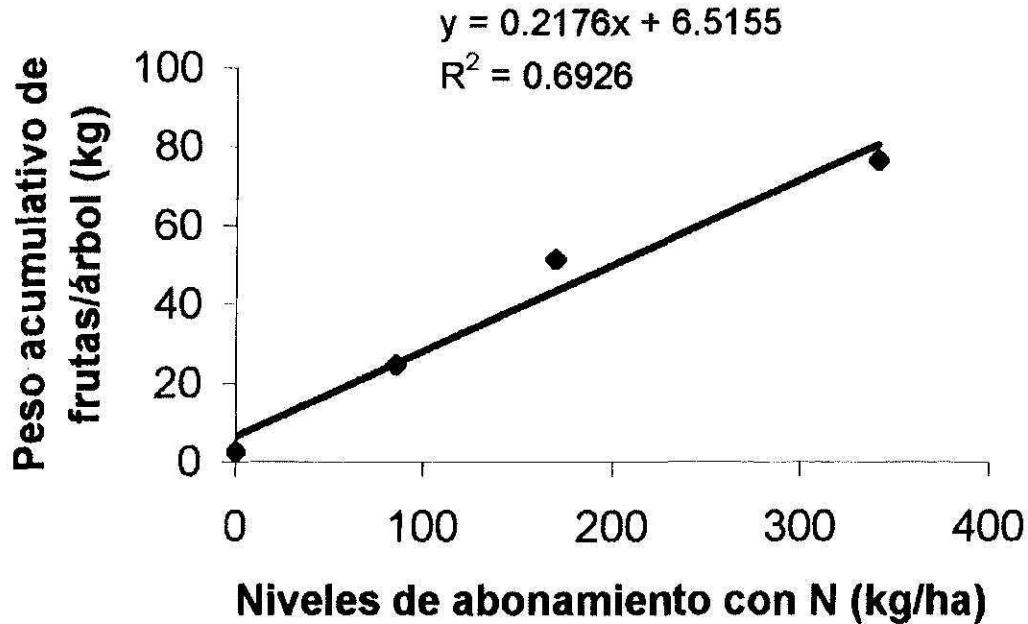


Figura 2. Respuesta del peso acumulativo de frutas del tangelo 'Orlando' por árbol al abonamiento con niveles de nitrógeno.

traron relación lineal ni cuadrática significativa con relación a la producción de frutas por árbol.

Los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio evaluados no afectaron significativamente la altura de los árboles. La altura promedio para todos los tratamientos fue de 3.8 m. El volumen de copa no fue afectado significativamente por los tratamientos aplicados de fósforo y potasio. Para nitrógeno, los análisis polinomiales mostraron una tendencia compleja y por lo tanto se le realizó una prueba de Tukey. La prueba de Tukey mostró que el volumen de copa obtenido con las aplicaciones de 170 y 341 kg/ha de nitrógeno fue significativamente mayor a los obtenidos a 0 y 85.2 kg/ha de nitrógeno. El volumen de copa obtenido con los niveles de nitrógeno superiores duplicó los obtenidos con las aplicaciones inferiores (59 vs. 30 m³, respectivamente).

Los niveles de N, P y K evaluados no afectaron significativamente el peso promedio y la calidad de la fruta en términos de pH, brix, acidez y relación brix/acidez. Los valores promedio para todos los tratamientos fueron pH, 3.8; brix, 9.0; acidez, 0.63 y la relación brix/acidez fue de 17.6. El peso promedio de la fruta fue de 217 gramos.

El Cuadro 1 muestra la concentración foliar de N, P, K, Ca y Mg durante el tercer año de la cosecha bajo distintos niveles de N, P y K. Los tratamientos de nitrógeno tuvieron un efecto lineal significativo en las concentraciones foliares de N, K y Ca. Las concentraciones de nitrógeno y calcio aumentaron según aumentaron las aplicaciones de nitrógeno,

CUADRO 1.—*Respuesta en la concentración foliar de nutrimentos en tangelo 'Orlando' con la aplicación de distintos niveles de N, P y K.*

Tratamiento Kg/ha	N	P	K	Ca	Mg
Nitrógeno	----- % -----				
0	1.86	0.22	2.41	3.00	0.29
85.2	1.97	0.13	1.82	3.50	0.32
170	2.18	0.12	1.68	3.60	0.30
341	2.46	0.13	1.44	3.62	0.32
Lineal	*	NS	*	*	NS
Cuadrática	NS	*	NS	NS	NS
Fósforo					
0	2.32	0.11	1.80	3.05	0.32
12.4	2.13	0.12	1.72	3.51	0.30
24.8	2.18	0.12	1.68	3.61	0.30
49.6	2.16	0.13	1.60	3.96	0.31
Lineal	NS	NS	*	*	NS
Cuadrática	NS	NS	NS	NS	NS
Potasio					
0	2.22	0.16	1.65	3.65	0.29
47	2.13	0.13	1.81	3.26	0.33
94	2.17	0.12	1.68	3.63	0.29
188	2.14	0.13	1.78	3.46	0.29
Lineal	NS	NS	NS	NS	NS
Cuadrática	NS	NS	NS	NS	NS

*Significativo a $P < 0.05$.

NS = No significativo.

pero con potasio ocurrió lo contrario. Con las concentraciones de fósforo se observa una tendencia cuadrática significativa según aumentan las aplicaciones de nitrógeno. Ésta es una tendencia negativa ya que la concentración superior de fósforo se encuentra con la cero aplicación de nitrógeno. Este efecto antagónico es de esperarse ya que al no haber competencia de nitrógeno en el suelo se facilita la entrada de otros aniones como el de fósforo.

Los niveles de fósforo mostraron un efecto lineal significativo en las concentraciones de potasio y calcio. En el caso de potasio es un efecto antagónico y con calcio es lo contrario. Los demás elementos no se afectaron significativamente con las aplicaciones de fósforo. Las distintas aplicaciones de potasio no tuvieron efecto significativo en las concentraciones foliares de N, P, K, Ca y Mg. En general, las concentraciones de P, K, Ca y Mg en el follaje están en el rango óptimo para la producción

de cítricos con la excepción del nitrógeno que estaba de baja a deficiente (Obreza et al., 1993). Según este autor las concentraciones de nitrógeno foliar deben estar en 2.5% para conseguir producciones óptimas.

Estos datos nos muestran que, bajo las condiciones de este experimento, el nitrógeno fue el elemento más importante en la nutrición del tangelo 'Orlando'. Los distintos niveles de nitrógeno tuvieron un efecto lineal significativo en la producción de frutas y también afectaron significativamente la concentración foliar de otros nutrimentos en la planta.

LITERATURA CITADA

- Campbell, C. R. y C. O. Plank, 1992. Sample preparation. Plant analysis reference procedures for the Southern Region of the United States. The Univ. of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. The Georgia Agricultural Experiment Station. Southern Cooperative Series Bull. 368.
- Davis, F. S., J. J. Ferguson y T. Marler, 1988. Fertilization of young citrus trees. *Citrus Industry Rev.* 69(4):21-27.
- Davis, F. S. y L. E. Albrigo, 1994. Citrus. CAB International. UK. pp. 144-157.
- Fallahi, E. y Z. Mousavi, 1991. Performance of Orlando tangelo trees on ten rootstocks in Arizona. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(1):2-5.
- Jackson, L. y F. Davis, 1986. Mulch and slow release fertilizer in a citrus young care program. *Citrus Industry Rev.* 67(4):26-32.
- Obreza, T. A., A. K. Alva, E. A. Hanlon y R. E. Rouse, 1993. Citrus Grove leaf-tissue and soil testing: Sampling, analysis, and interpretation. *Citrus Industry.* April 68-71.
- Rovira, L. A. y C. R. Alvarez, 1987. Los cítricos. Editorial América. Caracas, Venezuela. pp. 278-333.
- Smith, P., 1966. Leaf analysis of citrus. In: Childers, N. F. (Ed.). Temperate to tropical fruit nutrition. New Jersey. Horticultural Publications. Rutgers, The State University. pp. 208-228.
- Tucker, D. P. H., A. K. Alva, L. K. Jackson y T. A. Wheaton, 1995. Fertilizer guidelines in nutrition of Florida citrus trees. Univ. of Florida. Coop. Ext Serv. IFAS SP-169. pp. 21-25.
- Wutsher, H. K., 1989. Alteration of fruit tree nutrition through rootstock. *Hort. Sci.* 24:578-584.
- Zekri, M., 1995. Nutritional deficiencies in citrus trees: Nitrogen, phosphorus and potassium. *Citrus Industry.* August. pp. 58-61.