

VARIACION ANUAL DEL CONTENIDO FOLIAR DE N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn y Cu EN *Citrus paradisi* MAEF EN TRES SITIOS DE COSTA RICA^{1/*}

Elemer Bornemisza**
Ramón Luis Hernández**
Rolando Araya***
Fernando Bogantes***

ABSTRACT

Annual variation of foliar contents of some elements in *Citrus paradisi* in three sites of Costa Rica. The annual variation of N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, and Zn foliar levels in 'Marsh' and 'Duncan' grapefruit was studied in Orotina, Alajuela, and San Juan Norte de Turrialba, Costa Rica.

N varied from 1.3 to 2.7 dag kg⁻¹, being deficient in Turrialba. Cultivar 'Marsh' showed a slightly higher concentration. Little variation was found throughout the year.

P levels varied from 0.07 dag kg⁻¹, with deficient values for Alajuela and Orotina during part of the year. Levels were similar for the two cultivars and they showed noticeable variation throughout the year.

K levels varied between 0.8 and 2.1 dag kg⁻¹. Orotina showed the highest values. Adequate K concentrations in leaves and soils were found.

Ca concentrations were similar in both cultivars, ranging between 2 and 4 dag kg⁻¹.

Mg showed similar levels in both cultivars, 0.19 – 0.70 dag kg⁻¹, varying with sites and sampling periods. Data varied inversely to K levels.

Mn levels were low to optimum, similar for both varieties, 18 – 62 mg kg⁻¹.

Cultivars 'Marsh' and 'Duncan' showed different Zn values, 40 and 22 mg kg⁻¹, respectively. For both varieties levels were high in Turrialba and low in Orotina.

High Cu levels, 5 – 44 mg kg⁻¹, indicate an intensive use cupric of fungicides, especially at the Fabio Baudrit Experimental Station in Alajuela, although no plant injury was noted. Both varieties showed a similar behavior.

1/ Recibido para publicación el 24 de octubre de 1984.

* Este trabajo incluye material de las tesis de Ing. Agr. presentada por el tercer y cuarto autor a la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica; recibió apoyo en su ejecución por el CONICIT.

** Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

*** Dirección actual: Centro Agronomía Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, y Fundación Nacional de Clubes 4-S, respectivamente.

INTRODUCCION

El nivel de nutrimentos foliares en pomelo bajo condiciones tropicales, ha recibido poca atención (8) aunque por su valor nutritivo el cultivo ofrece una alternativa de producción industrial y de consumo fresco. (9).

Para la producción eficiente de esta fruta es conveniente conocer su nutrición mineral en condiciones tropicales las que difieren del subtropical donde un invierno moderado influye sobre el ciclo

de crecimiento de esta planta. Para generar este tipo de información se realizó dos experimentos estudiando los niveles de nutrimentos en las variedades de pomelo Marsh y Duncan durante un ciclo anual en San Juan Norte de Turrialba, la Estación Experimental Fabio Baudrit en Alajuela y en la finca del Colegio Agropecuario de Orotina, usando árboles adultos en plena producción.

MATERIALES Y METODOS

Se estudiaron árboles de las dos variedades de pomelo más aceptadas en el mercado nacional, 'Marsh' y 'Duncan', injertados sobre patrones de Lima Rangpur (*Citrus limonia*). Los estudios se realizaron en la finca del Sr. A. Helfenberger en San Juan del Norte de Turrialba, en la Estación Experimental Fabio Baudrit y en la finca del Colegio Agropecuario en Orotina. En el Cuadro 1 se presentan algunos datos que caracterizan los sitios de los experimentos.

Para las muestras foliares mensuales se tomaron 28 hojas de 5 a 7 meses de edad de ramas sin frutos de la parte media de cuatro árboles. Las hojas se lavaron rápidamente en el laboratorio con HCl 0,01 N y agua, se secaron a 60 C, se molieron y digirieron con una mezcla nitro-perclórica 5:1 (6). En las soluciones obtenidas se determinó K, Ca, Mg, Zn, Cu y Mn totales por absorción atómica y el P por fotocolorimetría. Las determinaciones de N se realizaron por la técnica de micro-Kjeldahl (6).

Cada dos meses se tomó muestras de suelos de los sitios de estudio, las cuales fueron analizadas extrayendo con la solución de Olsen modificada, (6). Los resultados se presentaron en el Cuadro 2.

Se realizó un análisis estadístico para las variables lugar, variedad y fecha de muestreo y sus interacciones. En adición, se estudió las correlaciones entre las concentraciones foliares de los nutrimentos y sus fracciones disponibles en los suelos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Nitrógeno

El contenido foliar de este elemento varió entre 1, 3 y 2,7 dag kg⁻¹ para la variedad Marsh y entre 1,89 y 2,74 dag kg⁻¹ para la variedad Duncan. De acuerdo a una comparación con los valores de Smith (10) y Chapman (4) parte de las muestras indican niveles deficientes, especialmente en Turrialba, donde para ambas variedades se obser-

vó datos cercanos, pero inferiores al límite de 2,2 dag kg⁻¹ propuesto como nivel crítico, por estos autores. En los sitios estudiados se observaron buenas cosechas y no se encontraron síntomas foliares de deficiencia de nitrógeno, lo que confirma lo indicado por Hilgeman, Sharples y Dunlop (7) quienes encontraron buena producción para la variedad Marsh a niveles superiores de 1,88 dag kg⁻¹ de N, sin embargo, si se usa el nivel crítico de 2,3 dag kg⁻¹ de N de Innes (8) en Jamaica, las plantas se encontraban apreciablemente deficientes en este elemento.

Las Figuras 1A y 1B muestran la reducida variación del N foliar a través del año. En los dos sitios con período seco más pronunciado, Orotina y la Estación Experimental Fabio Baudrit, los niveles de N descendieron de febrero a abril debido a que la humedad disminuida del suelo resulta en una disponibilidad menor del nitrógeno.

Los contenidos foliares de N fueron similares para las dos variedades, con promedios para la Estación Experimental Fabio Baudrit, Orotina y Turrialba de 2,13, 2,32 y 2,19 dag kg⁻¹ para la variedad Duncan y 2,21, 2,31 y 2,15 dag kg⁻¹ para la variedad Marsh, datos que ilustran las pequeñas diferencias, y los valores ligeramente superiores para la variedad Marsh.

Fósforo

En la Figura 2 se muestra la variación de P foliar para los dos cultivares en Orotina, Estación Experimental Fabio Baudrit y San Juan Norte. Las concentraciones más altas se encuentran en la Estación Experimental Fabio Baudrit y las más bajas en Orotina, lo que se relaciona con el nivel de P los suelos de 13 mg kg⁻¹ para la Estación, 5 para San Juan Norte y 2 para Orotina, tal como se indica en el Cuadro 2. Se observa que el pomelo posee una capacidad de extracción eficiente del elemento, coincidiendo con Benito y Ruiz (2), ya que solamente en caso de una deficiencia notable (2 mg kg⁻¹) se encontró niveles apreciablemente menores en las plantas.

La tendencia de los dos cultivares y sus niveles son similares. A fines de la época lluviosa y a principios de la seca (Nov.-Enero) las concentraciones foliares llegan a su nivel mínimo. Se estima que este decrecimiento se debe al traslado del P a nuevos tejidos, ya que este período se caracteriza por un crecimiento intensivo de los árboles.

En la segunda parte del estudio el P alcanzó contenidos óptimos, a pesar de la concentración

CUADRO 1. Información sobre los sitios del estudio

Lugar	Altitud m s n m	Temperatura Promedio C anual	Precipitación mm año	Tipo suelo
Estación Experimental Fabio Baudrit	840	22	2504	Typic Dystrandept
Colegio Agropecuario	190	27	2500	Ustic Dystropept
San Juan Norte de Turrialba	850	21	2526	Typic Humitropept

CUADRO 2. Resultados de análisis de suelos superficiales (0 – 20 cm)

Sitio	Fecha de toma de muestra		K	Ca	Mg	Mn	Zu	Cu	P
			cmol (p+) kg ⁻¹			mg kg ⁻¹			
Est. Exp. F. Baudrit	7 – IX	Setiembre	0,72	2,3	0,3	13	7	21	16
	7 – XI	Noviembre	0,82	2,5	0,5	15	8	24	18
	9 – I	Enero	0,72	3,3	0,5	13	8	17	16
	25 – III	Marzo	0,25	1,3	0,8	9	2,7	22	4
	21 – V	Mayo	0,34	0,09	0,3	5	4,1	21	17
	26 – VII	Julio	0,47	1,6	0,7	5	2,8	24	3
Orotina	7 – IX	Setiembre	0,48	6,0	1,4	16	19	8	2
	7 – XI	Noviembre	0,80	6,0	0,8	19	3	10	2
	9 – I	Enero	0,94	5,5	0,7	23	6	8	4
	25 – III	Marzo	0,27	2,8	0,9	16	2,5	8	1
	21 – V	Mayo	0,22	2,5	0,9	7	0,7	9	1
	26 – VII	Julio	0,39	2,4	0,8	6	0,7	4	2
San Juan Norte	7 – IX	Setiembre	1,3	1,9	0,15	4	9	15	7
Turrialba	7 – XI	Noviembre	0,9	2,2	0,2	12	7	18	8
	9 – I	Enero	1,3	2,9	6,3	14	14	9	7
	25 – III	Marzo	0,22	0,3	0,15	12	1,7	17	3
	21 – V	Mayo	0,17	0,8	0,2	15	1,5	17	2
	26 – VII	Julio	0,33	0,9	0,3	7	1,1	23	4

moderada de este elemento en el suelo, lo que coincide con lo informado por Aso y Dantur (1) quienes afirman que los cítricos tienen bajos requerimientos de P. Los niveles de P observados varían de deficientes hasta altos, excepto en Turrialba, donde se obtuvo datos menores para fines del in-

vierno (4, 10).

Se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las fechas de muestreo, lo que indica que para la interpretación del análisis foliar de P en pomelo se debe considerar este factor, como en la mayoría de las plantas cultivadas.

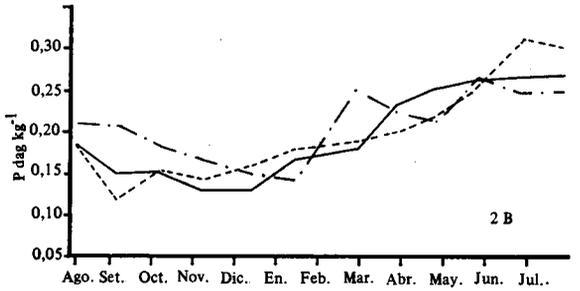
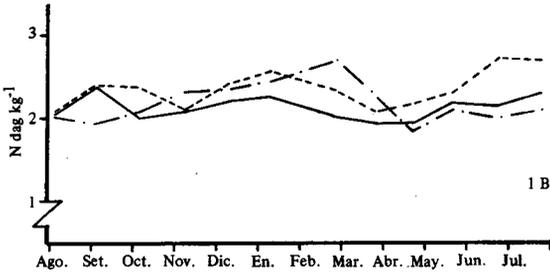
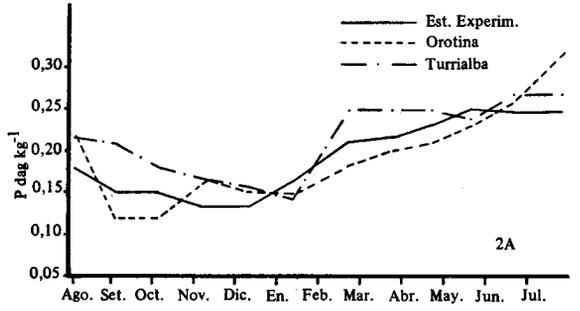
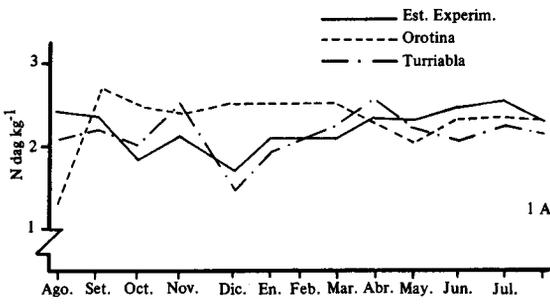


Fig. 1. Variación anual del contenido de N foliar para pomelo c.v. Marsh (A) y Duncan (B) en tres sitios.

Fig. 2. Variación anual del contenido de P foliar para pomelo c.v. Marsh (A) y Duncan (B) en tres sitios.

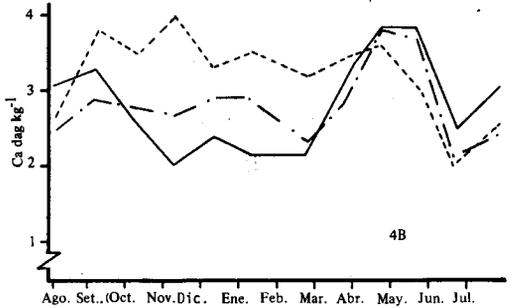
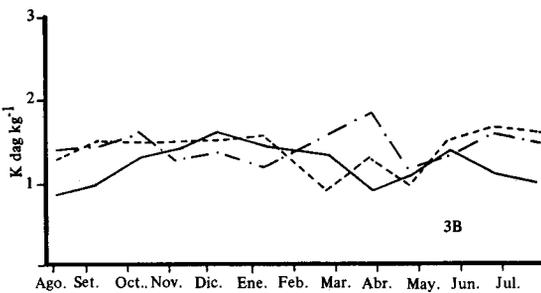
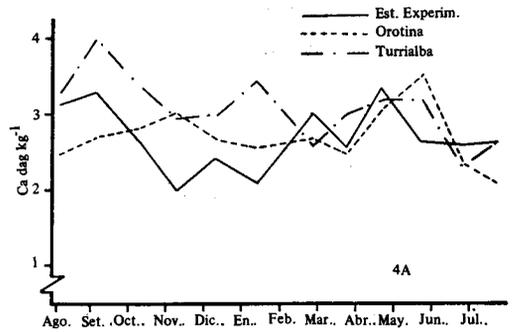
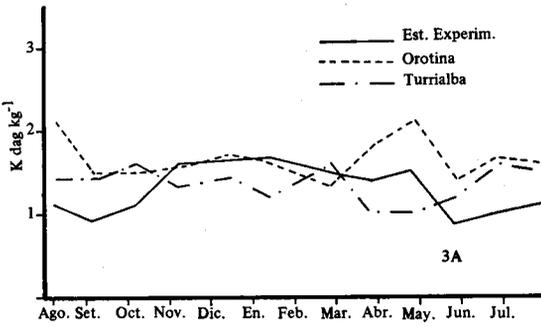


Fig. 3. Variación anual del contenido de K foliar para pomelo c.v. Marsh (A) y Duncan (B) en tres sitios.

Fig. 4. Variación anual del contenido de Ca foliar para pomelo c.v. Marsh (A) y Duncan (B) en tres sitios.

Potasio

En la Figura 3 se muestra la variación en la concentración foliar de potasio en los tres sitios y en los dos cultivares. Se notó una apreciable variación entre los dos cultivares en los diferentes lugares; el Marsh se caracterizó por niveles superiores en Orotina y la Estación Experimental Fabio Baudrit mientras que la variedad Duncan alcanzó niveles superiores en Turrialba. Las tendencias de variación fueron similares para los dos cultivares. Los niveles encontrados entre 0,9 y 2,1 dag kg⁻¹ incluyen la parte superior del ámbito bajo, el óptimo y entran en el ámbito alto según Chapman (4) y Smith (11).

Al comparar los tres sitios se observaron contenidos más altos en Orotina, mientras que San Juan Norte y la Estación Experimental indican valores similares, que no corresponden a las concentraciones de K en los suelos. En general las concentraciones de potasio en el suelo se consideran como adecuadas (Cuadro 2) en los tres sitios. Los niveles de K en el suelo alcanzan valores mínimos a fines del verano (marzo a mayo) reflejando el estado más seco del suelo que resulta en una movilización más lenta del elemento, que explica los niveles mínimos para mayo en la Estación Experimental Fabio Baudrit, febrero en Orotina y marzo y abril en San Juan. A este contenido contribuye una carga de frutos apreciable en estos meses. Se conoce que el K se moviliza de las hojas a los frutos en el caso de el pomelo, como lo informa Sites (10). Se observa que en comparación con niveles foliares en naranjas en los mismos sitios, los datos para pomelos son menores (3).

Calcio

Los niveles foliares para este elemento variaron entre 2 y 4 dag kg⁻¹ lo que se considera según Chapman (4) y Smith (11) dentro del rango bajo a óptimo.

Los contenidos más altos se encontraron en Orotina, en los meses octubre a marzo y en San Juan Norte, Cuadro 2. Los valores altos para Orotina coinciden con altos niveles en el suelo para este elemento y las concentraciones elevadas en Turrialba se deben a un encalado que se aplicó a los árboles previo al inicio del experimento, determinado en las muestras de suelos tomadas a cierta distancia de los árboles.

En general, los dos cultivares indican concentraciones similares de Ca, con apreciables variacio-

nes a través del año como lo señalan las Figuras 4A y 4B. Los datos observados son relativamente bajos en comparación con los valores publicados para árboles maduros en Florida (10). Los niveles de Ca para los pomelos son en general superiores a los encontrados para tres cultivares de naranjas en la Estación Experimental y en Orotina (3).

Magnesio

En la Figura 5 se ilustra la variación anual de los niveles foliares de Mg para las variedades Duncan y Marsh. Los valores más bajos se encontraron en Turrialba y los mayores en la Estación Experimental Fabio Baudrit, variación inversa a la observada para el K, y que confirman la tendencia observada para la variedad Duncan en Florida por Deszyck y Koo (5).

Los datos observados indican una deficiencia de Mg en Turrialba a fines de la época lluviosa (noviembre hasta enero) y niveles bajos a óptimos para el resto de los casos (4). Los valores bajos para Turrialba coinciden con niveles bajos (< 0,35 c mol kg⁻¹) en los suelos de esta localidad. Se cree que tanto para el Mg como los otros cationes cambiables los resultados del análisis de suelos dan una información útil sobre la disponibilidad de estos elementos para el pomelo.

Las concentraciones foliares de Mg son similares para los dos cultivares; varían de acuerdo a la fecha de muestreo y al sitio. Los valores encontrados son similares a los que se observó en la Estación Experimental Fabio Baudrit y en Orotina para naranjas (3).

Manganeso

En la Figura 6 se muestra la variación del Mn a través del año. Los valores encontrados oscilaron entre 19 y 62 mg kg⁻¹ para la variedad Duncan y 18 - 62 mg kg⁻¹ para la variedad Marsh; estos valores se consideran en el ámbito bajo y óptimo, con aproximadamente la mitad de las muestras de Turrialba en el rango alto (4). Los datos indican que probablemente no hay un faltante del elemento, en forma similar a lo encontrado en hojas de naranja en la Estación Experimental Fabio Baudrit y Orotina (3). No se observó correlación con los datos de Mn en los suelos, para los cuales no se observó variación fuerte entre los tres sitios; los análisis de suelos indican, excepto en un caso, niveles que se consideran adecuados para los cultivos.

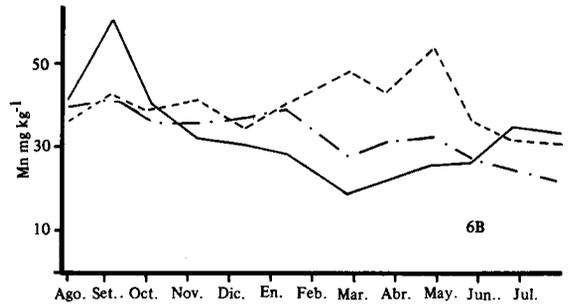
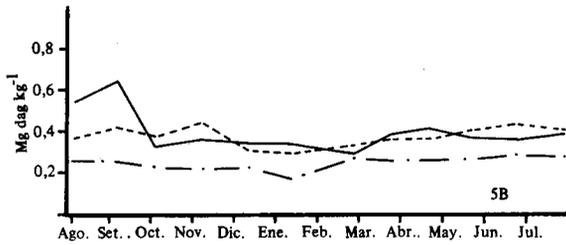
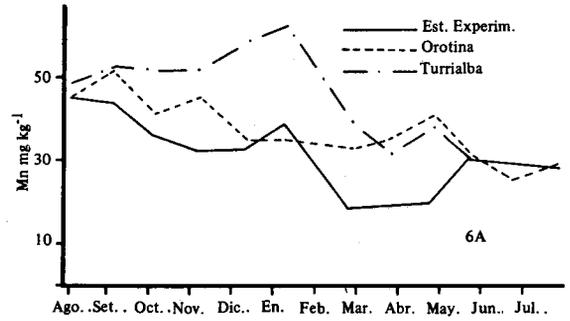
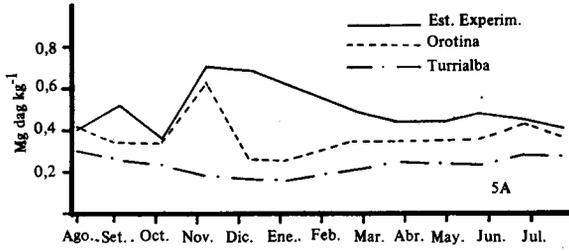


Fig. 5. Variación anual del contenido de Mg foliar para pomelo c.v. Marsh (A) y Duncan (B) en tres sitios.

Fig. 6. Variación anual del contenido de Mn foliar para pomelo c.v. Marsh (A) y Duncan (B) en tres sitios.

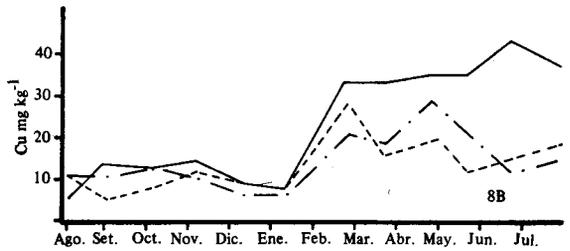
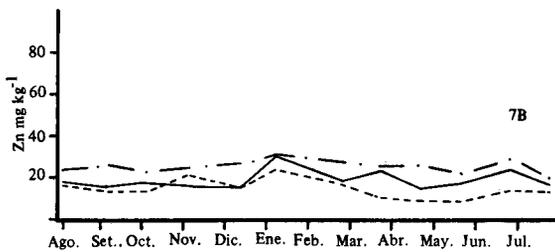
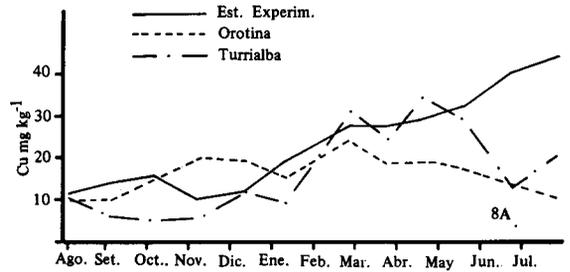
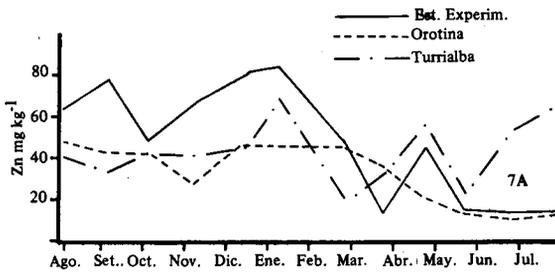


Fig. 7. Variación del contenido de Zn foliar para pomelo c.v. Marsh (A) y Duncan (B) en tres sitios.

Fig. 8. Variación del contenido de Cu foliar para pomelo c.v. Marsh (A) y Duncan (B) en tres sitios.

Zinc

En la Figura 7 se presenta la variación mensual de este elemento para los dos cultivares. Se observa que en la mayoría de los casos el Marsh exhibe valores mayores que el Duncan. Los datos para el primero varían entre 10 y 81 mg·kg⁻¹ y para el segundo entre 9 y 69 mg·kg⁻¹ con promedios de 40 y 22 mg·kg⁻¹. Para ambas variedades se observó niveles altos en Turrialba y los valores más bajos en Orotina; este lugar, excepto en setiembre, presenta bajos niveles de Zn en el suelo también considerados deficitarios.

De acuerdo a la información (4) todo el año en Orotina y entre mayo y julio en la Estación Experimental Fabio Baudrit, los datos foliares indican deficiencias de Zn, confirmado por síntomas foliares en Orotina.

Los niveles más reducidos se encontraron de abril a julio, un período de crecimiento de frutos y de la parte vegetativa.

Cobre

Los niveles de Cu encontrados varían para ambas variedades entre 5 y 44 mg·kg⁻¹, valores considerados como óptimos a altos incluso excesivos de acuerdo con Chapman (4) y Smith (11), como se observa en la Figura 8.

Los niveles más altos correspondieron a la Estación Experimental Fabio Baudrit lo que se cree que se debe a un programa intensivo de combate de plagas basado en parte en fungicidas cúpricos, cuyos residuos se acumulan en el suelo. Se observó para el Cu un comportamiento similar para la variedad en las tres condiciones. Los niveles fueron similares en Turrialba y Orotina mientras que el promedio de la Estación Experimental Fabio Baudrit llegó casi al doble de los otros sitios. A pesar de los valores relativamente altos, no se ha presentado perjuicios a causa del Cu en las condiciones de los tres sitios experimentales.

RESUMEN

Se estudió la variación anual de los niveles foliares de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu y Zn, en las variedades de pomelo 'Marsh' y 'Duncan' en Orotina, la Estación Experimental Fabio Baudrit y en San Juan Norte de Turrialba y los suelos de los mismos sitios.

El N varió entre 1,3 y 2,7 dag·kg⁻¹ indicando deficiencias en Turrialba y condiciones adecuadas para los otros sitios. Se observó una concentración ligeramente superior para la variedad 'Marsh' y pocos cambios en el transcurso del año.

Para el P se encontró niveles muy variables de 0,07 a 0,27 dag·kg⁻¹, indicando valores deficientes para parte del año en la Estación Experimental y Orotina, con valores similares para las dos cultivares y apreciables variaciones a través del año.

Los valores para el K se encuentran entre 0,8 y 2,1 dag·kg⁻¹ con los niveles mayores en Orotina. Los datos para este elemento son superiores a niveles de deficiencia reflejando las adecuadas concentraciones en suelos.

Para el Ca se observó concentraciones entre 2-4 dag·kg⁻¹, valores en el ámbito bajo a óptimo, similares para los dos cultivares.

En el caso del Mg los niveles para los dos cultivares (0,19-0,70 dag·kg⁻¹) son similares, con variaciones para los sitios y períodos de muestreo, con datos inversamente proporcionales a los niveles de K.

Los valores de Mn determinados (18-62 mg·kg⁻¹) indican concentraciones bajas a óptimas, similares para las dos variedades.

Para los cultivares 'Marsh' y 'Duncan' se encontraron diferentes valores promedio de Zn (40 y 22 mg·kg⁻¹, respectivamente). Para ambos, los niveles en Turrialba eran altos y en Orotina bajos.

Los niveles de Cu (5-44 mg·kg⁻¹) indican un uso intensivo de fungicidas especialmente en la Estación Experimental Fabio Baudrit por los niveles altos de este elemento aunque sin perjuicio para las plantas. Las dos variedades presentaron comportamientos similares.

LITERATURA CITADA

1. ASO, P. J. y DANTUR, N. C. La fertilización de los cítricos. (N, P, K, Cu, Fe, Ca). Bol. Est. Exp. de Tucuman, Argentina. No. 121:1-20. 1975.
2. BENITO, D. D. y RUIZ, S. R. Prospección nutricional de citrus en las provincias de Santiago, de O'Higgins y Colchagua. Agricultura Técnica (Chile) 35(2) 70-77. 1975
3. BORNEMISZA, E.; HERNANDEZ, R. L.; CASCANTE, X. M. y DONATTI, L. E. Variación anual en los contenidos minerales foliares en tres cultivares de naranja en Orotina y Alajuela. Agronomía Costarricense 8 (2): 105-110. 1984.

4. CHAPMAN, H. The mineral nutrition of citrus. *In*: The Citrus Industry. Vol. II. Reuther, W.; Batchelor, D. y Weber, H. J. eds. California, USA. 1968. pp 127-174.
5. DESZYCK, E. J. y KOO, R. C. Potash fertilization in a mature Duncan grapefruit orchard. *Prof. Florida Soil and Crop Sci. Soc.* 17:302-310. 1957.
6. DIAZ-ROMEY, R. y HUNTER, A. Metodología de muestreo de suelos, análisis químicos de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1978. (mimeo) 65 p.
7. HILGEMAN, R. H.; SHARPLES, G. C y DUNLOP, J. A. Response of Marsh grapefruit to nitrogen, phosphorus, potassium and manure fertilization *In*: I Congreso Mundial de Citricultura, Murcia, España, Min. Agricultura. Vol. II pp. 87-91. 1974.
8. INNES, R. F. Fertilizer experiments on grapefruit in Jamaica. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 23:131-133. 1946.
9. MORIN, C. Cultivo de cítricos. San José, Costa Rica, IICA, 1980. 608 p.
10. SITES, J. W. The Effect of variable potash fertilization on the quality and production of Duncan grapefruit. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 63: 60-68. 1950.
11. SMITH, P. F. Citrus nutrition *In*: Nutrition of fruit crops. Childers, N.F. ed. Horticultural Publication, Rutgers Univ. N. J. 1966. pp 174-206.