

ESTUDIO NUTRICIONAL EN ONCE VARIEDADES Y UNA SELECCION LOCAL DE CITRICOS EN LA ZONA ATLANTICA DE COSTA RICA. I. ELEMENTOS MAYORES Y SECUNDARIOS^{1/}*

Amancio Alvarado *

Rubén Araya *

Elemer Bornemisza **

Ramón Luis Hernández ***

ABSTRACT

Nutrition study of eleven varieties and a local selection of citrus in the Atlantic zone of Costa Rica. I. Major and secondary elements. As information is needed on the absorption of nutriment by *Citrus* sp. in the Atlantic zone of Costa Rica, the monthly nutrient levels of twelve citrus cultivars in the zone were examined. The rapid expansion of citrus in the area makes thesis study necessary. To obtain this information nine orange cultivars, two mandarin cultivars and a hybrid planted at the seed bank of the University of Costa Rica, at Río Frío, were sampled monthly. The experiment was started in July 1987 and finished September 1988. For this experiment foliar N, P, K, Ca and Mg levels were determined. The soils were sampled and analyzed every three months; weather records and some field observations which were also made, are also reported. It was observed that the behavior of foliar N, P and Mg are influenced by variations in rainfall and observable changes in plant growth. During the experiment foliar Mg decreased similarly as soil Mg. No clear tendencies for the changes in the Ca content could be observed. The foliar contents of N, P and K were in the optimal range for these elements. Mg and Ca were low for some cultivars, during part of the study. Some correlations between nutrient contents observed. The comparisons of the influence of the rootstock (Citrumelo 4475) with a local variety, on nutrient content, is interesting. Additional studies, particularly on adequate fertilizer use, are needed.

INTRODUCCION

Durante los últimos años, el cultivo de los cítricos ha tomado gran auge en las regiones Norte y Atlántica de Costa Rica; ya en 1988 el área sembrada alcanzaba cerca de 3000 ha, principalmente de

naranja Valencia (Villalobos, 1988). Debido a este incremento, y a la necesidad de adoptar la tecnología del cultivo propia de las zonas tradicionales, se hace necesario conocer las diferencias en el comportamiento que puede tener fuera de estos sitios.

Parte de este conocimiento es la variación en el estado nutricional de las plantas, reflejado a través de su desarrollo, producción y nivel foliar de los elementos. El uso de análisis de suelo y foliar, permite determinar los niveles críticos de los elementos, dar un diagnóstico temprano de posibles deficiencias nutricionales, sugerir recomendaciones de fertilización y observar las relaciones de los elementos minerales entre el suelo y la planta y dentro de ella (Embleton *et al.*, s. f.; Morín, 1985).

1/ Recibido para publicación el 28 de setiembre de 1992.
* Parte de la tesis de Ing. Agr. presentada por los dos primeros autores ante la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.
** Centro de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
*** Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Como producto de varios trabajos de investigación llevados a cabo en el país, se ha logrado determinar la variación de los elementos a través del tiempo, en diferentes zonas y para distintas variedades y portainjertos de cítricos. Algunos de estos estudios son los de Cabalceta (1983), Campos (1985), Cascante (1982), Donatti (1978) y Solís (1983).

Los objetivos del presente trabajo fueron estudiar la variación estacional de los elementos químicos en 12 variedades de cítricos en la región Atlántica del país, estableciendo además algunas relaciones entre los elementos a nivel foliar, y entre estos con las características del suelo, precipitación y desarrollo; así como servir de base para profundizar en estudios relacionados con el manejo de la nutrición mineral de los cítricos en esa zona.

MATERIALES Y METODOS

La investigación fue realizada en el banco de yemas de cítricos situado en la Finca Experimental de la Universidad de Costa Rica en Río Frío, el cual posee 8 variedades de naranja (*Citrus sinensis*, Hamlin, Pineapple, Valencia línea vieja, Washington, Valencia nucelar, Parson Brown, Navel nucelar y Jaffa), 2 variedades de mandarina (*C. reticulata*, Clementina y mandarina criolla), y el híbrido Minneola (*C. reticulata* x *C. paradisi*). Las 11 líneas están injertadas sobre el patrón Citrumelo 4475 (*C. paradisi* x *Poncirus trifoliata*) y sembradas en un suelo ácido de textura arenosa franca sobre franco arenosa. Se incluyó en el estudio un árbol de naranja criolla sin injertar sembrado cerca de la plantación. Durante el desarrollo del trabajo no hubo aplicación de fertilizante en la plantación. Se realizaron aplicaciones de fungicida (captafol) y herbicida (paraquat) cada 4 meses.

Cada mes, desde julio de 1987 hasta setiembre de 1988 se realizó un muestreo foliar en las 12 variedades, tomando 2 muestras compuestas de 40 hojas para cada una de ellas, provenientes de ramas sin frutos de 5 a 7 meses de edad ubicadas en la parte media de 3 árboles seleccionados al azar. Las muestras fueron llevadas en bolsas plásticas selladas al Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica, donde se utilizaron las técnicas de rutina para la determinación de N, P, K, Ca y Mg (Briceño y Pacheco, 1984).

Adicionalmente, cada 3 meses se tomaron muestras de suelo por duplicado en todo el lote, en

la zona de la gotera de los árboles. En ellas se determinó la textura, pH y materia orgánica; Ca, Mg y K extraídos con acetato molar pH 7, y P extraído con solución Olsen modificada (Briceño y Pacheco, 1984).

Se llevó un registro de la precipitación mensual, así como de algunas observaciones generales sobre las variaciones en crecimiento (brotación, floración y desarrollo de frutos), a fin de relacionar estos procesos con la variación estacional de los nutrimentos. Los datos del análisis foliar fueron procesados a través de una correlación simple entre todos los elementos para cada variedad.

RESULTADOS Y DISCUSION

El resultado de la variación en el nivel foliar de los nutrimentos a través de 14 meses de observación se presenta en las Figuras 1 a 5.

En diversos estudios realizados en el país sobre la variación estacional de los elementos minerales en cítricos, se han encontrado diferencias en el contenido de N foliar entre los cultivares, tal es el caso de Cabalceta (1983) quien observó una mayor concentración del elemento en naranja Valencia línea vieja y Solís (1983) en la variedad Pineapple.

En el presente estudio, el nivel foliar promedio de N fue similar en la mayor parte de las variedades, encontrándose casi siempre dentro del ámbito óptimo de 2,5 a 2,8% (Donatti, 1978), con excepción de la naranja criolla y la mandarina criolla donde fue menor (Figura 1). En general, las 2 variedades de mandarina junto con el híbrido Minneola y la naranja criolla presentaron valores inferiores a través de todo el período.

Las variaciones en N foliar a lo largo del período de evaluación también fueron similares en todas las variedades, notándose incrementos en los meses de octubre a enero y de julio a agosto. Los niveles más bajos de febrero a julio podrían estar relacionados con intensos procesos de floración, fructificación y formación de brotes, así como con una menor precipitación y una menor disponibilidad del elemento para la planta. Campos (1985) observó en la región de Alajuela una reducción en los niveles de N durante la época seca.

Con respecto al P foliar, estudios realizados por Donatti (1978) mostraron mayores contenidos del elemento en las variedades Valencia línea vieja y Washington, mientras que Cascante (1982) los observó en Valencia línea vieja y Minneola. En este trabajo, el P foliar (Figura 2), siguió un

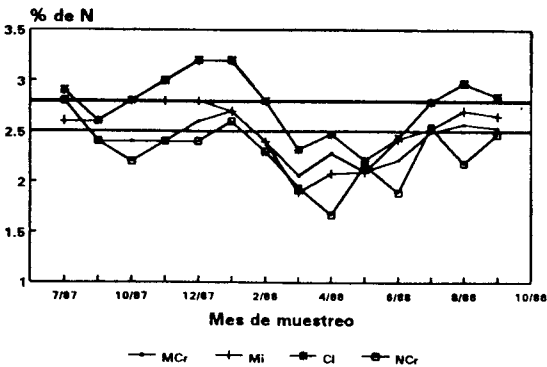
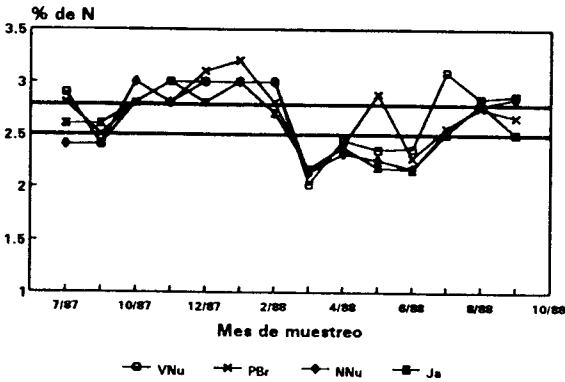
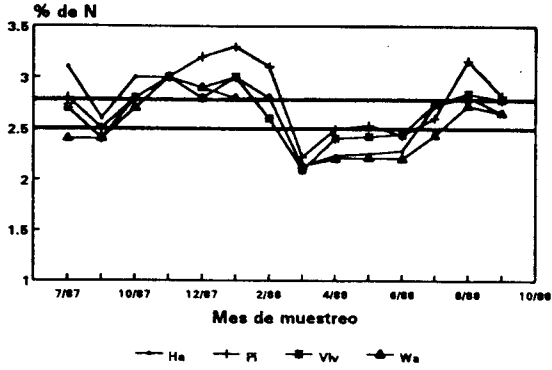


Fig. 1. Variación del nitrógeno foliar en doce variedades de cítricos (ámbito óptimo entre líneas).

comportamiento similar al del N en cuanto a los niveles promedio, ya que casi siempre estuvo sobre el ámbito óptimo, de 0,14 a 0,19%, con magnitudes semejantes entre las variedades, excepto en la naranja criolla y en la mandarina criolla, en las cuales se observó una menor concentración promedio del elemento.

La predicción del comportamiento del P es más difícil de hacer debido su alta variación en el tiempo; sin embargo mostró una tendencia a aumentar en enero y en junio, favorecido quizás por una alta aunque no excesiva precipitación. La reducción más notable se presentó en abril, coincidiendo con los resultados de Donatti (1978), debido a la alta intensidad de procesos de crecimiento que ocurren en esa época, y a la menor precipitación como un factor que afecta la difusión del P en el suelo (Fassbender y Bornemisza, 1987).

Con relación al K, Campos (1982) y Donatti (1978) encontraron valores altos en el tejido foliar de la variedad Washington; Cabalcata (1983) y Solís (1983) en Pineapple. Bajo las condiciones de este estudio, el comportamiento de las 12 líneas fue similar, con excepción de la naranja criolla y la mandarina criolla, que mostraron valores inferiores. En general, los niveles oscilaron entre 1,28 y 1,95% (Figura 3).

La variación estacional del K fue muy irregular y no hubo un comportamiento uniforme entre las variedades. En algunas de ellas hubo una menor concentración en enero y setiembre. Sin embargo, en general, el nivel de K se redujo a través de todo el período de evaluación, acorde con una disminución de su disponibilidad en el suelo y una excesiva precipitación al final del período. Reducciones a través del año en otras variedades han sido mencionadas por Cabalcata (1983), Donatti (1978) y Solís (1983).

Los niveles foliares del Ca (Figura 4) fueron muy diferentes entre variedades y a través de la época de evaluación, con valores que giraron desde 2,4 y 3,5%. Las variedades Navel nucelar, Washington y Minneola presentaron los niveles promedio más bajos; pero en conjunto hubo una tendencia creciente durante la primera parte de la evaluación, pasando los niveles desde deficiente hasta óptimo para estabilizarse posteriormente. Campos (1985) y Donatti (1978) observaron en varios cultivares un aumento en el nivel foliar de este elemento durante el período de noviembre a abril para distintos cultivares.

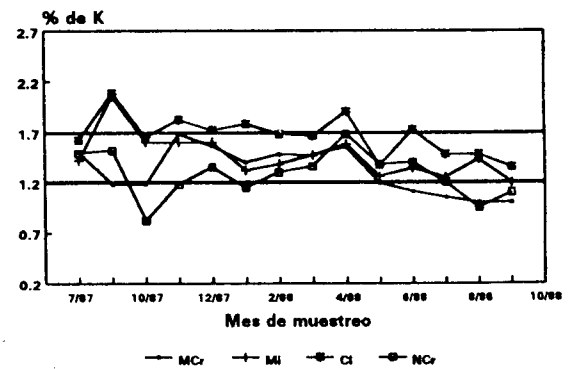
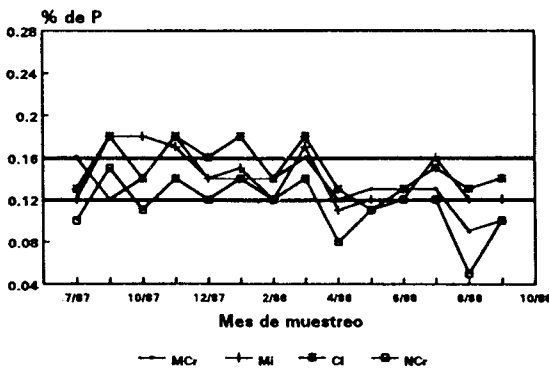
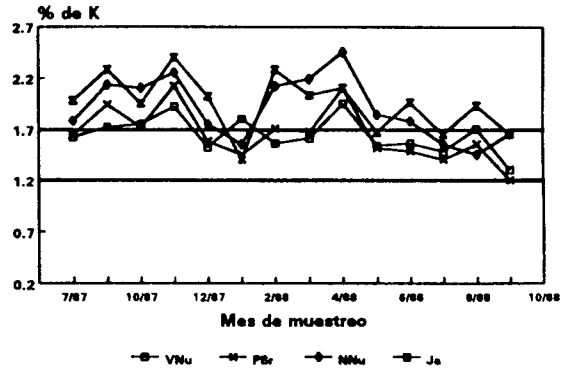
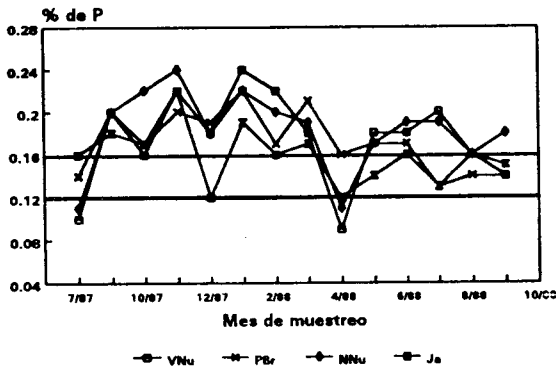
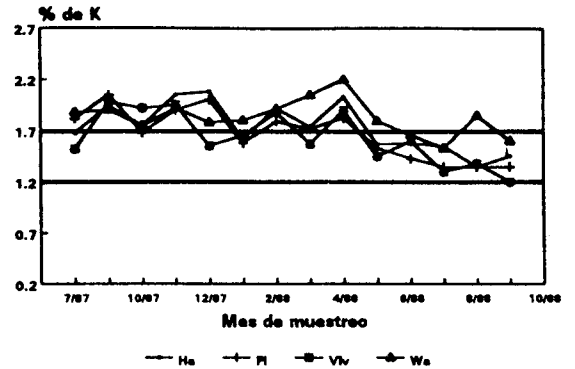
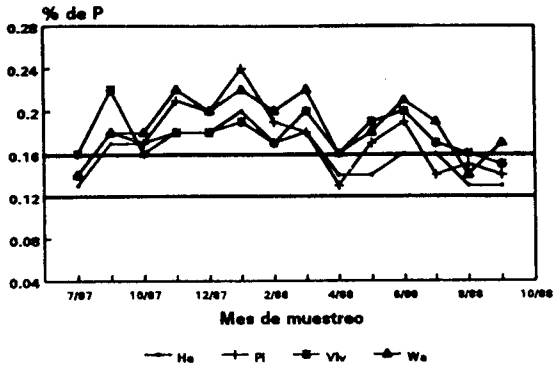


Fig. 2. Variación del fósforo foliar en doce variedades de cítricos (ámbito óptimo entre líneas).

Fig. 3. Variación del potasio foliar en doce variedades de cítricos (ámbito óptimo entre líneas).

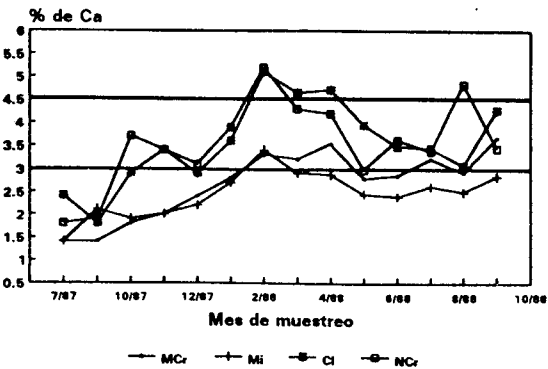
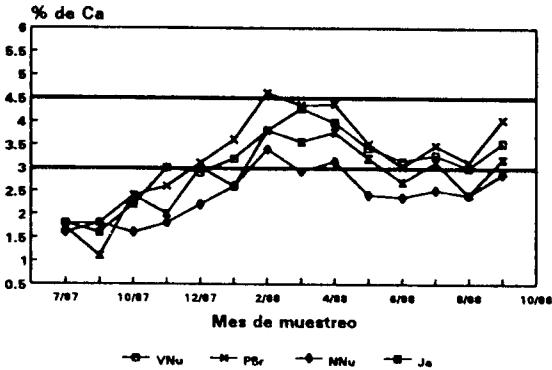
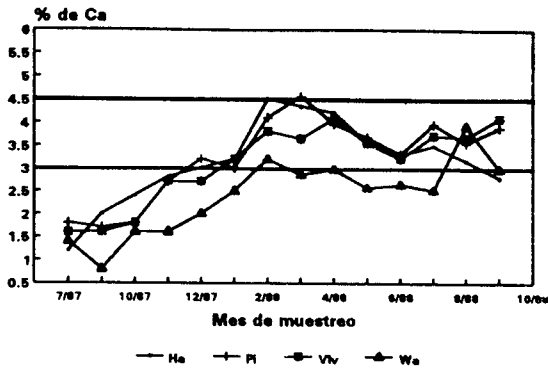


Fig. 4. Variación del calcio foliar en doce variedades de cítricos (ámbito óptimo entre líneas).

No se observó una asociación clara con factores de clima, suelo o crecimiento que explicaran este comportamiento, salvo la formación de brotes, que podría relacionarse con los menores valores observados en julio. Esta reducción concuerda con resultados obtenidos por Solís (1983), quien reportó una disminución en los niveles de Ca foliar de mayo a agosto.

Los niveles foliares y la variación estacional del Mg (Figura 5), fueron similares en las diferentes variedades, con valores promedio entre 0,27 a 0,35% y cercanos al nivel inferior óptimo.

La mayor concentración observada en abril puede ligarse con una precipitación reducida, no excesiva, favorable para la absorción en un período de alta necesidad para cubrir las demandas fisiológicas para la formación de brotes, flores y frutos (Morín, 1985).

Los resultados del análisis de correlación para algunas variedades (Cuadro 1), permiten ver algunas relaciones tanto entre elementos mayores como entre estos con los oligoelementos. Las más notables fueron las correlaciones negativas de N con Cu, Fe y B, de P con Mg, de K con B y de Ca con Fe. Estos resultados indican la posibilidad de encontrar variaciones en el comportamiento de un elemento no solo asociadas a factores externos a la planta tales como precipitación o contenido mineral del suelo, sino también ligadas a la proporción de otros elementos dentro del tejido foliar, provocando ya sea sinergismos o antagonismos entre ellos.

Aunque no es posible definir con claridad períodos de crecimiento del cultivo, dadas las condiciones climáticas favorables que se producen, es notable la influencia que puede tener la precipitación y las variaciones en el desarrollo de tejidos y frutos sobre el nivel foliar de los elementos, sobretodo en el caso del N, P y K. De la misma forma, las proporciones de P y Mg en el suelo influyen en los bajos niveles observados en el tejido foliar de algunas variedades, especialmente en el caso del Mg.

A pesar de la poca demanda mineral, por su escasa producción anterior y período juvenil de la plantación, que tenía 7 años de edad en el último año de la investigación, los niveles relativamente altos y óptimos de los elementos se deben en parte a la buena capacidad de extracción que ha demostrado el portainjerto utilizado (Wutscher, 1977; Wutscher y Dube, 1977). Los reducidos niveles foliares observados en la naranja criolla son reflejo de esto. Es necesario complementar este estudio, con ensayos de fertilización en diferentes

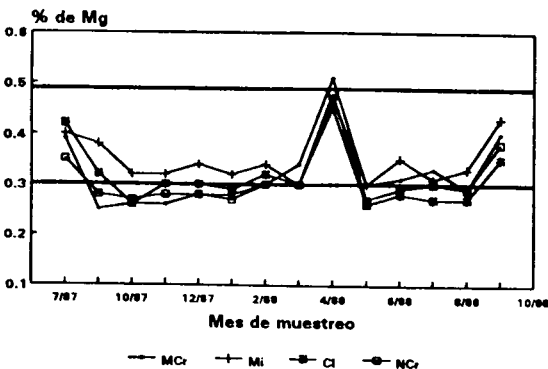
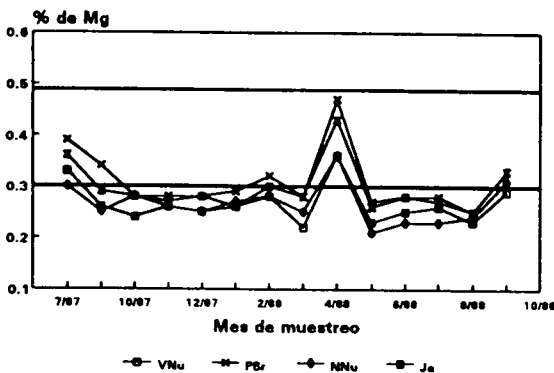
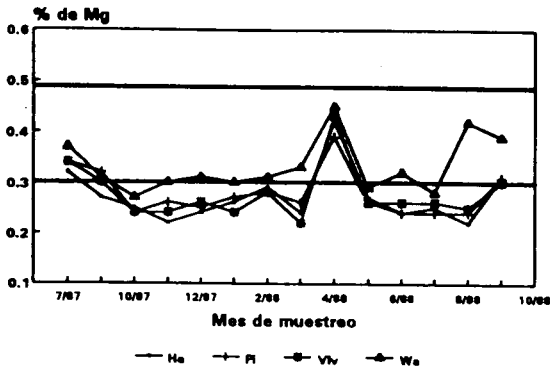


Fig. 5. Variación del magnesio foliar en doce variedades de cítricos (ámbito óptimo entre líneas).

áreas de la zona, para contribuir a un manejo balanceado de la nutrición en este cultivo.

RESUMEN

Debido a la necesidad de conocer el comportamiento de los elementos químicos en el cultivo de cítricos en la Zona Atlántica de Costa Rica, se llevó a cabo un estudio con el propósito de estudiar la variación estacional de los elementos mayores y secundarios en 12 variedades de cítricos en la región.

Se realizó mensualmente, desde julio de 1987 a setiembre de 1988, un muestreo foliar en 9 variedades de naranja, 2 de mandarina y un híbrido, sembradas en el banco de yemas de cítricos de la Universidad de Costa Rica, en Río Frío. En ellas se determinó el contenido mineral de N, P, K, Ca y Mg. Adicionalmente se tomaron muestras de suelo cada 3 meses y se llevaron registros de la precipitación y de los cambios en el desarrollo de órganos y frutos en el cultivo.

Se observó que el comportamiento del N, P y Mg es influenciado por los eventos de crecimiento de los órganos de la planta, que ocasiona una alta demanda de nutrientes, así como por las variaciones en precipitación. El Mg foliar se reduce a lo largo del período de evaluación en forma correspondiente a la reducción observada en el magnesio disponible en el suelo. La variación del Ca fue muy irregular y no se pudo establecer relación con algún otro de los fenómenos observados.

Los niveles foliares de estos elementos normalmente se encontraron dentro del rango óptimo, salvo quizá en el Mg y Ca en algunas variedades, durante parte del período de estudio. Algunas correlaciones entre los elementos a nivel foliar fueron observadas.

Fue interesante la participación del portainjerto utilizado (Citrumelo 4475) sobre el contenido mineral, según muestran los datos obtenidos de una de las variedades locales en la que no se utilizó el patrón.

Estudios complementarios sobre fertilización permitirán obtener una mejor comprensión del estado nutricional de los cítricos en la zona.

LITERATURA CITADA

BRICEÑO, J.A.; PACHECO, R. 1984. Métodos analíticos para el estudio de suelos y plantas. San José, Universidad de Costa Rica. 152 p.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación para los elementos minerales en doce variedades de cítricos evaluadas en Río Frío, Costa Rica. (1)

	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
N	0,69 PI 0,57 MI -0,84 W* -0,82 NC*	-0,72 PA	0,78 PI* 0,75 VN*	-0,66 VL 0,74 MC -0,75 J* 0,68 NC	-0,64 H -0,76 VN*	0,78 MC* -0,64 NA -0,88 NC*	-0,66 PI	-0,67 MI	-0,66 H -0,87 PI*
P		0,77 MC* 0,68 MI 0,78 C*	0,60 H 0,66 VN -0,81 VL*	-0,72 H -0,63 PA -0,58 VN -0,64 W -0,62 NC	0,72 H 0,87 VL* 0,79 NA* 0,60 MI 0,65 C 0,84 PB*	0,62 NC	0,64 MI 0,81 H*		
K			0,76 NA* 0,83 H	0,72 MI 0,95 C** 0,76 NA* 0,79W* 0,82 NC* 0,85 H*	-0,60 H 0,64 VN	-0,74 VLL	-0,70 VL	-0,70 H	-0,78 W -0,78 PB -0,78 VL -0,80 MC
Ca				0,86NA* 0,81 MC*	-0,64 MC -0,58 C 0,83 H 0,82 MI	-0,76 PI* -0,60 PA -0,59 NA -0,72 J 0,76 MI	-0,85 MC* -0,59 VN -0,79 C* 0,75 H*	0,69 MC 0,59 PA 0,72 NC -0,93 PA**	-0,76 PI*
MG					0,64 MC 0,92 PA** -0,74 NA	0,74 MC	0,70 C	0,67 H 0,67 PI 0,71 NA 0,71 VN	-0,72 VL

(1) H = Hamlin, PI - Pineapple, VL - Valencia línea vieja, MC = mandarina criolla, PA = Parson Brown, NA = Navel, MI = Minneola, VN = Valencia Nucelar, C = Clementina, W = Washington, J = Jaffa, NC = Naranja criolla.

* = significativo al 5%, ** = significativo al 1%.

CABALCETA, G. 1983. Estudio nutricional de 4 variedades de *Citrus* spp. injertadas sobre 5 patrones en un inceptisol en Santa Cruz de Guanacaste. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 107 p.

CAMPOS, J. 1985. Estado nutricional de cultivares de *Citrus* spp. injertados sobre Citrange de Troyer (*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis*) en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. Tesis Ing. Agr. Tacaes, Universidad de Costa Rica, Centro Universitario de Occidente. 86 p.

CASCANTE, X. 1982. Estudio del estado de nutrición mineral de dos tangelos y de 4 variedades de naranja en dos regiones de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 83 p.

DONATTI, L. 1978. Estado nutricional de 6 cultivares de cítricos en dos zonas de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 67 p.

EMBLETON, T.W.; JONES, W.W. s. f. Tissue and soil analysis as an index of yield. California, University of California. 26 p.

FASSBENDER, H.W.; BORNEMISZA, E. 1987. Química de Suelos: con énfasis en suelos de América Latina. 2 ed. San José, IICA. 419 p.

MORIN, CH. 1985. Cultivo de Cítricos. 2 ed. San José, IICA. 598 p.

SOLIS, P. 1983. Estudio del estado de nutrición mineral de 4 variedades de *Citrus* sp. injertadas sobre 5 patrones diferentes en un Typic Dystrandep de Alajuela. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. San José, Costa Rica. 133 p.

VILLALOBOS, S.E. 1988. Estimación del área sembrada de cítricos (*Citrus* spp.) en plantaciones compactas en la Zona Norte del país. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Mercadeo Agropecuario, Departamento de Economía de Mercados. 14 p.

WUTSCHER, H.K. 1977. The influence of rootstocks on yield and quality of red grapefruit in Texas. Proc. Int. Soc. Citriculture 2:526-529.

WUTSCHER, H.K.; DUBE, D. 1977. Performance of young nucelar grapefruit on 20 rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(3):267-270.