

## ESTUDIO NUTRICIONAL DE ONCE VARIEDADES Y UNA SELECCION LOCAL DE CITRICOS EN LA ZONA ATLANTICA DE COSTA RICA. II. OLIGOELEMENTOS<sup>1/</sup>\*

Rubén Araya \*  
Amancio Alvarado \*  
Ramón Luis Hernández \*\*  
Elemér Bornemisza \*\*\*

### ABSTRACT

**Nutrition study of eleven varieties and a local selection of citrus in the Atlantic zone of Costa Rica. II. Micronutrients.** As the extension of citrus cultivated areas in the Atlantic zone of Costa Rica increased, adequate fertilizer recommendations become urgent. To supply this information, studies on nutrient behaviour in citrus in the zone is necessary. For this need, the study of Alvarado *et al.*, 1994, presented previously, is complemented examining the trace elements in twelve citrus cultivars in the region. The trees were sampled monthly from July 1987 to September 1988. The foliar samples were analyzed for Zn, Cu, Fe, Mn and B. For comparison, every three month soil samples were taken and analyzed also. A description of growth characteristics was also made. The main effect on foliar Zn and Mn was the due to the low soil level, which keep the foliar concentration below the adequate range most of the period; plant growth, resulting in high needs had its effects also. The changes in foliar Fe and Cu were quite variable and could not be associated with the factors studied. However, their concentration was within the adequacy range. The concentration of B was adequate also; it was influenced by plant growth. Due to the low levels observed for some elements, and the characteristics of the region, additional work is required to prepare correct recommendations for trace element application.

### INTRODUCCION

En un artículo precedente sobre el mismo tema (Alvarado *et al.*, 1994), se describió el comportamiento de los elementos mayores y secundarios en algunas variedades de cítricos en la Zona

Atlántica de Costa Rica a través de 14 meses. Considerando las limitaciones al crecimiento y producción que el exceso o el déficit de los oligoelementos pueden ocasionar, reviste especial importancia conocer su variación estacional en esta región, sobretodo al tomar en cuenta lo poco estudiados que han sido estos elementos en el cultivo de cítricos.

Por esta razón, como complemento al mencionado estudio, se observó la variación foliar a través del tiempo de los elementos menores, en ocho variedades de naranja (*Citrus sinensis*), a saber, Hamlin, Pineapple, Valencia línea vieja, Washington, Valencia nucelar, Parson Brown, Navel nucelar y Jaffa, en las variedades de mandarina

1/ Recibido para publicación el 28 de setiembre 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.

\*\* Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

\*\*\* Centro de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

(*C. reticulata*), Clementina y mandarina criolla, y en el híbrido Minneola (*C. reticulata* x *C. paradisi*). Las 11 líneas fueron injertadas sobre el patrón Citrumelo 4475 (*C. paradisi* x *Poncirus trifoliata*) y sembradas en un suelo ácido de textura arenosa franca sobre franco arenosa, en la región de Río Frío. Se incluyó en el estudio un árbol de naranja criolla sin injertar sembrado cerca de la plantación.

Además se tuvo como objetivo adicional la detección de relaciones entre oligoelementos, su variación con otros fenómenos externos, como precipitación y ciclos de crecimiento de brotes, flores y frutos; y fundamentar estudios posteriores.

## MATERIALES Y METODOS

El sitio de estudio y la metodología de muestreo son los mismos descritos en el artículo anterior (Alvarado *et al.*, 1994). Se determinó la concentración foliar de Zn, Cu, Fe y Mn extraídos con mezcla nitroperclórica, y B analizado por el método de la quinalizarina, siguiendo los procedimientos sugeridos por Briceño y Pacheco (1984). El análisis de suelo Zn, Cu, Fe y Mn fue realizado a partir de extracción con la solución Olsen modificada, como la recomiendan Díaz-Romeu y Hunter (1978). El B fue extraído con fosfato de calcio y analizado por el método de la quinalizarina (Briceño y Pacheco, 1984).

Durante el desarrollo de la investigación no se aplicó fertilizante, hubo aplicaciones de fungicida (captafol) y herbicida (paraquat) cada 4 meses.

Se realizaron observaciones generales sobre las variaciones en crecimiento (brotación, floración y desarrollo de frutos) en el parcela a fin de relacionar estos procesos y la precipitación con la variación estacional de los nutrientes. Los datos del análisis foliar fueron procesados a través de una correlación simple entre todos los elementos para cada variedad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los niveles foliares de Zn (Figura 1), variaron en promedio entre 14 y 18 mg/kg y fueron similares entre las variedades. Sus valores se encontraron muy por debajo del ámbito óptimo.

En el trabajo de Solís (1983), hubo niveles bajos del elemento en julio para algunas variedades, posterior a lo cual se incrementó. En el actual trabajo se observó un aumento en mayo que puede ser relacionado con una mayor disponibilidad en

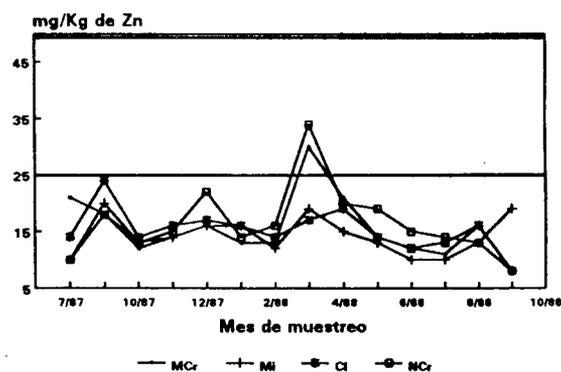
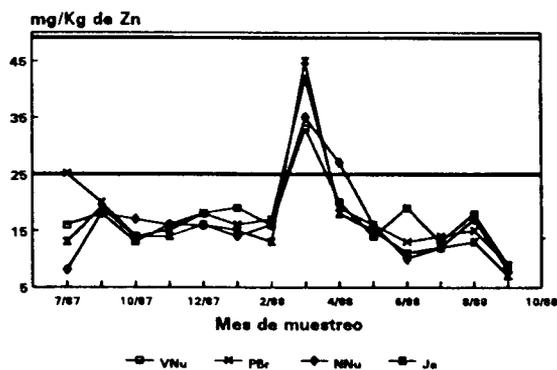
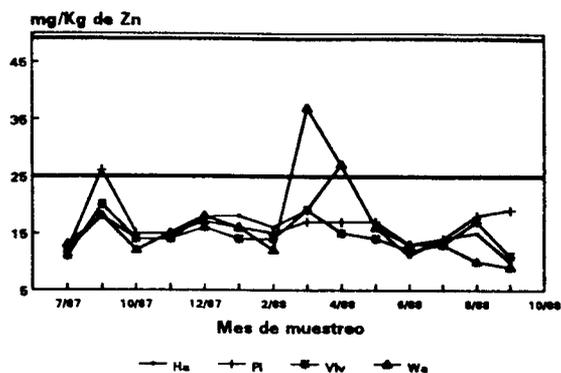


Fig. 1. Variación del zinc foliar en doce variedades de cítricos (ámbito óptimo entre líneas).

el suelo y quizá con una precipitación moderada que contribuye a su absorción. Sin embargo, los bajos niveles normalmente encontrados pueden ser producto del bajo nivel en el suelo. Es muy probable que un programa de aplicación de fertilizantes tenga efectos positivos sobre la producción.

La variación en los niveles de Cu a través del tiempo fue muy irregular aún cuando entre las variedades fue similar, permaneciendo dentro del rango óptimo, de 6 a 11 mg/kg (Figura 2). El contenido fue menor de setiembre a enero, sin que exista en apariencia, alguna asociación clara con otros factores observados. Valores similares de Cu fueron hallados por Benito y Ruiz (1973), mientras que Solís (1983) y Chaverri (1983) encontraron valores más altos, influenciados por el uso de fungicidas cúpricos.

El nivel foliar de Fe (Figura 3), fue muy diferente entre las variedades evaluadas, con valores más bajos en las tipos criollos (Mandarina Criolla y Naranja Criolla), la Mandarina Clementina y el Híbrido Minneola. Aunque fue muy variable a través del tiempo, normalmente se mantuvo dentro o sobre el ámbito óptimo de 99 a 160 mg/kg. Al igual que con el Cu, no fue posible asociar algún factor observado con esta variación. Los valores de Fe foliar fueron superiores a los encontrados por Veracochea (1978) en 3 variedades de cítricos en Turrialba.

El comportamiento del Mn (Figura 4), se asemejó al del Zn en cuanto a la similitud en los niveles entre las variedades y a lo largo del período de evaluación; casi siempre oscilaron por debajo del nivel óptimo de 25 mg/kg. Hubo una mayor disminución de los niveles en los meses de diciembre, marzo y julio, en forma similar a lo reportado por Donatti (1978), quien notó reducciones en octubre y febrero en algunos cultivares.

Los bajos contenidos foliares y la variación estacional de este elemento, pueden estar asociados con un bajo nivel de Mn en el suelo observado en diciembre, así como son demandas para los eventos de formación de brotes, floración y fructificación que ocurrieron en los meses anteriores. Situaciones similares han sido observadas por otros autores en distintas variedades de cítricos (Benito y Ruiz, 1973; Cabalceta, 1983; Donatti, 1978; Vargas, 1977; Veracochea, 1979).

Los niveles foliares de B (Figura 5), fueron similares entre variedades y se encontraron dentro del ámbito óptimo, de 57 a 74 mg/kg. Kamper, citado por Morín (1985), considera que *Poncirus*

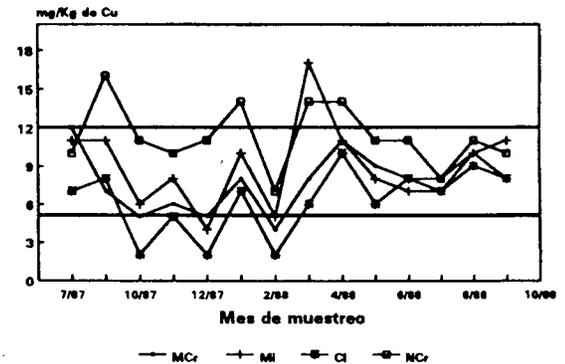
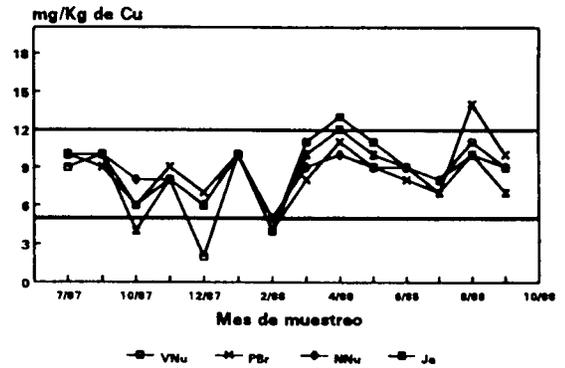
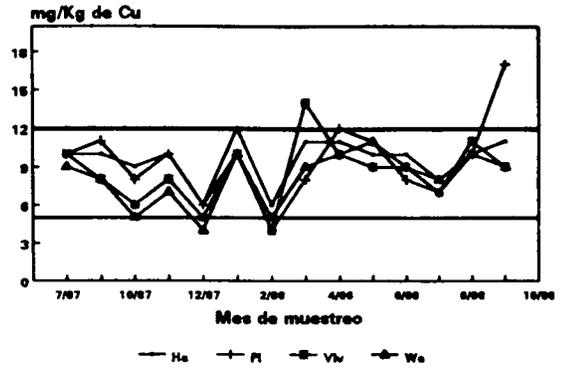


Fig. 2. Variación del cobre foliar en doce variedades de cítricos (ámbito óptimo entre líneas).

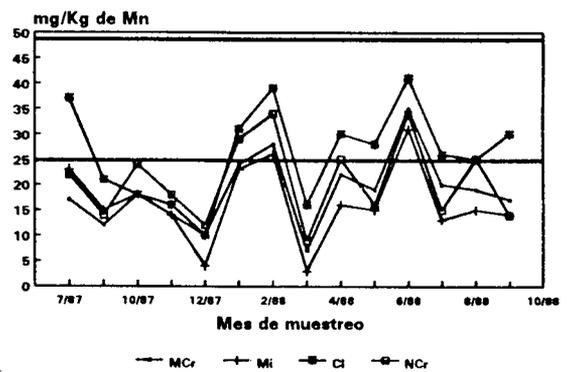
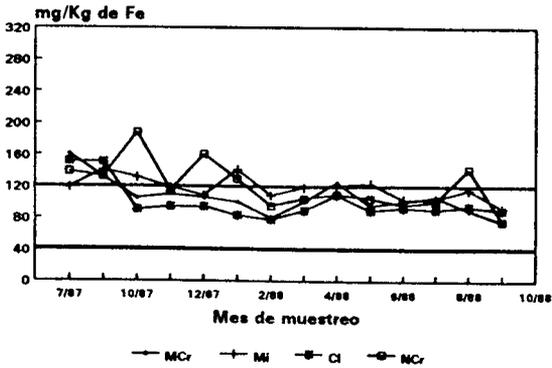
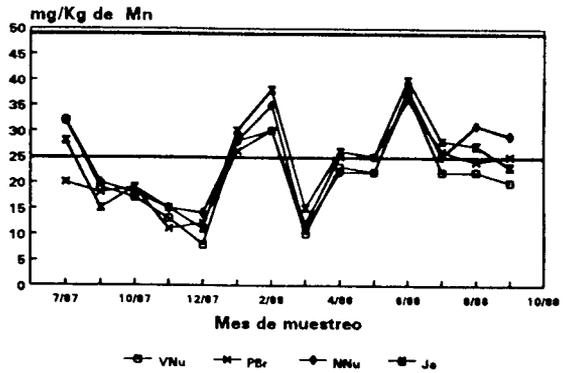
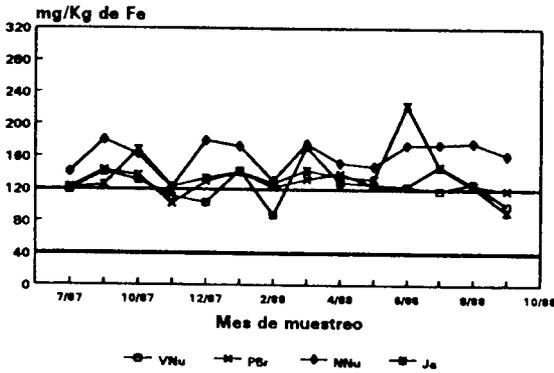
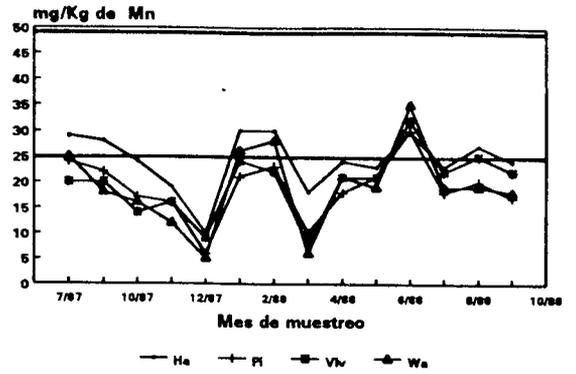
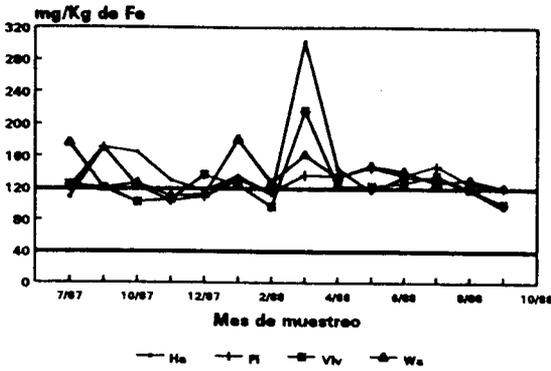
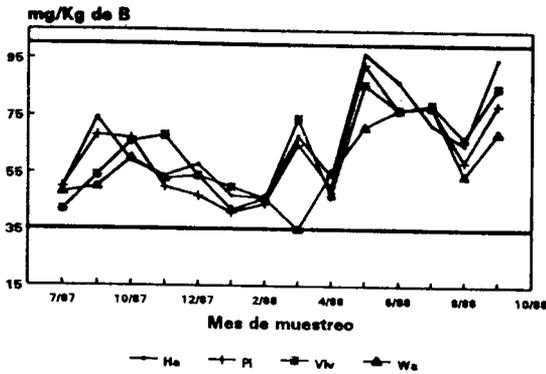
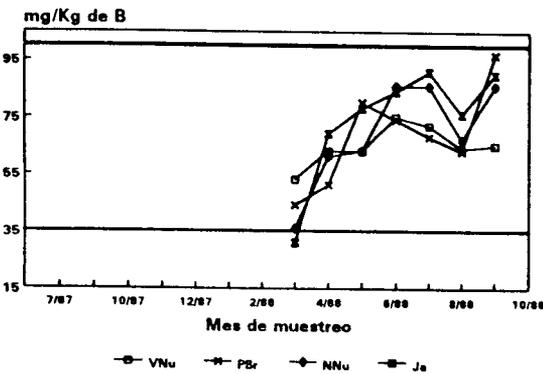


Fig. 3. Variación del hierro foliar en doce variedades de cítricos (ámbito óptimo entre líneas).

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



(evaluadas solo durante el segundo período)



(evaluadas solo durante el segundo período)

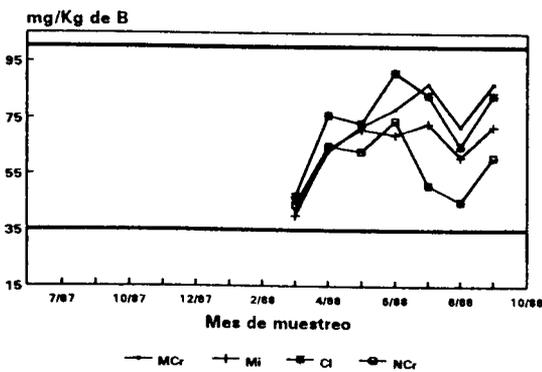


Fig. 5. Variación del boro foliar en doce variedades de cítricos (ámbito óptimo entre líneas).

*trifoliata* muestra un buen aprovechamiento del B, lo que ayudaría a explicar los niveles adecuados observados en esta investigación.

Del análisis de correlación realizado entre los distintos elementos, las de mayor significancia fueron las correlaciones negativas de Zn con B, de Cu y Fe con N, de Fe con Ca, y B con N y K y las correlaciones positivas de Zn con P, con K, con Cu y con Fe, y de Mn con B (Cuadro 1).

Las deficiencias de Zn y de Mn fueron evidentes en el campo, a causa fundamentalmente de su bajo nivel en el suelo, lo que confirmó los bajos niveles foliares observados. Lo contrario sucedió con los otros elementos, en los que influye la buena capacidad de extracción que ha demostrado el patrón citrumelo (Wutscher y Dube, 1977).

La investigación de la variación foliar de estos elementos no se debe dejar de lado en plantaciones comerciales de la zona, debido al efecto detrimental sobre la producción provocado por su deficiencia. A esto se suma el bajo contenido mineral del suelo y la alta precipitación, como factores que impedirían un adecuado suministro de micronutrientos en una explotación intensiva de cítricos.

### RESUMEN

A causa del incremento en las áreas cultivadas de cítricos en la Zona Atlántica de Costa Rica, y a la necesidad de brindar recomendaciones de fertilización, se hace necesario estudiar el comportamiento de los elementos químicos esenciales.

Por esta razón, como complemento a un estudio presentado previamente (Alvarado *et al.*, 1994), se evaluó la variación estacional de los oligoelementos en 12 variedades de cítricos en esa región. Desde julio de 1987 hasta setiembre de 1988, se realizó un muestreo foliar mensual, en el cual se determinó el contenido de Zn, Cu, Fe, Mn y B; y además se realizaron muestreos trimestrales de suelo.

La variación estacional del Zn y Mn fue afectada principalmente por los bajos niveles en el suelo, que provocaron un nivel foliar por debajo del rango óptimo; así como también por los fenómenos de crecimiento.

El comportamiento del Fe y del Cu fue muy irregular, su nivel se encontró normalmente dentro del ámbito óptimo. Por su parte, aunque el B también aparece en un nivel adecuado en el tejido foliar, su variación a través del tiempo fue más estable entre las diferentes variedades.

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

	Zn	Cu	Fe	Mn	B
N	-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	0,72 H 0,87 VL* 0,60 MI 0,65 C 0,84 PB*	0,62 NC	0,64 MI 0,81 H*		
K	0,72 MI 0,95 C*** 0,76 NA* 0,79 W* 0,82 NC* 0,85 H*	-0,60 H 0,64 VN	-0,74 VL	-0,70 VL	-0,78 W -0,78 PB -0,78 VL -0,80 MC
Ca	-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  0,71 NA 0,71 VN	-0,72 VL 0,67 PI
Zn		0,75 MC* 0,86 VL* 0,86 MI*	0,84 PI* 0,90 MC** 0,95 VN**	-0,80 PB* -0,94 NA** 0,78 W*	-0,77 PB*
	-0,98 J** -0,99 MC** -0,76 H*				
Cu			0,87 MC* 0,66 MI 0,77 VN* 0,68 C 0,76 W* 0,76 VL*	-0,64 W -0,89 MI**	
Fe				0,70 W -0,79 VL	0,76 H* -0,64 W
Mn					-0,71 W 0,89 C** 0,85 VN

(1) H = Hamlin, PI = Pineapple, VL = Valencia línea vieja, MC = mandarina criolla, PA = Parson Brown, NA = Navel, MI = Minneola, VN = Valencia Nuclear, C = Clementina, W = Washington, J = Jaffa, NC = Naranja criolla.  
\* significativo al 5%, \*\* = significativo al 1%.

Debido a las características propias de la región, y a la importancia de los oligoelementos, es necesario un programa que de seguimiento a su variación foliar y brinde recomendaciones sobre el manejo de la nutrición de los cítricos.

#### LITERATURA CITADA

- ALVARADO, A.; ARAYA, R.; BORNEMISZA, E.; HERNANDEZ, R. 1994. Estudio nutricional de once variedades y una selección local de cítricos en la Zona Atlántica de Costa Rica. I. Elementos mayores y secundarios. *Agronomía Costarricense* 18(1): 13-19.
- BENITO, B.D.; RUIZ, R. 1973. Prospección nutricional de cítricos en las provincias de Santiago O'Higgins y Colchagua. XXIII Jornada Agronómica. s.p.
- BRICEÑO, J.A.; PACHECO, R. 1984. Métodos analíticos para el estudio de suelos y plantas. San José, Universidad de Costa Rica. 152 p.
- CABALCETA, G. 1983. Estudio nutricional de cuatro variedades de *Citrus* spp. injertadas sobre cinco patrones en un inceptisol en Santa Cruz de Guanacaste. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 107 p.
- CHAVERRI, J.W. 1983. Variación estacional de nutrientes en cultivares de *Citrus aurantifolia* SW y *Citrus limon*

- Burn en tres zonas de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 83 p.
- DÍAZ-ROMEY, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químicos de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 62 p.
- DONATTI, L. 1978. Estado nutricional de seis cultivares de cítricos en dos zonas de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 67 p.
- GONZALEZ, U.M. 1984. Estado nutricional de cultivares de *Citrus* spp. injertados sobre Citrange de Troyer (*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis*) en la Estación Experimental Fabio Baudrit. Tesis Ing. Agr. Tarcés, Centro Universitario de Occidente, Universidad de Costa Rica. 116 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* spp. injertadas sobre 5 patrones diferentes en un Typic Dystrandept de Alajuela. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 133 p.
- VARGAS, B.R. 1977. Evaluación de cultivares de mandarina, *Citrus eticulata* Blanca, limas, *Citrus aurantifolia* Swing y limón ácido, *Citrus limon* Burn, en la colección de cítricos de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 82 p.
- VERACOECHEA, M. 1979. P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn en los cultivares Persa y San Fernando (*Citrus aurantifolia* Swingle) y Frost Lisboa (*Citrus limon* Burn) en cinco localidades de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 74 p.
- WUTSCHER, H.K.; DUBE, D. 1977. Performance of young nucellar grapefruit on 20 rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(3): 267-270.