

## VARIACION ANUAL DE LOS NIVELES FOLIARES DE SIETE NUTRIMENTOS, EN LOS LIMONEROS PERSA, SAN FERNANDO Y FROST LISBOA EN COSTA RICA.<sup>1</sup>/\*

Elemer Bornemisza \*\*  
Ramón Luis Hernández \*\*  
Walter Chaverri \*\*  
Mario F. Veracochea \*\*

### ABSTRACT

Annual variation of foliar nutrient content in 'Persian' lime and San Fernando and Frost Lisboa lemons in Costa Rica. The annual variation of foliar nutrient content in 'Persian' lime and 'San Fernando' and 'Frost Lisboa' lemon in Costa Rica was studied at different locations in Costa Rica.

The variation in foliar P was from 0.02 to 0.34 dag kg<sup>-1</sup> with some deficient samples and low concentrations corresponding to the period of flowering and that of intensive growth.

The K levels were from slightly low to high, with values of 0.63 to 1.27 da g kg<sup>-1</sup>, indicating adequate supplies of this element.

Most of the Ca data are low, some even deficient, in a range of 0.63 to 4.05 dag kg<sup>-1</sup>, with similar tendencies for all locations and cultivars.

The limits detected for Mg varied between 0.13 and 0.42 dag kg<sup>-1</sup>, with some deficient data, particularly for the wet season. The concentrations were similar for the three cultivars. The low figures for Turrialba agree with the low soil Mg levels.

For Zn the observed limits were 4 to 65 mg kg<sup>-1</sup> with deficient figures, particularly in the case of Orotina.

The detected Mn concentrations were between 8 and 56 mg kg<sup>-1</sup> including deficient levels for Orotina and the F. Baudrit Experimental Station. For Mn, as well as for Zn there were no differences between the cultivars studied.

For Cu the observed limits were 5 to 56 mg kg<sup>-1</sup> which correspond to high to excessive levels, with similar tendencies for the three varieties and probably caused by the fungicides used.

### INTRODUCCION

Los limoneros se adaptan bien a las diversas condiciones climáticas de Costa Rica, sin embargo, la producción comercial de esta fruta es reducida a

pesar de que existe un buen mercado para la exportación. La escasez de información necesaria para su producción es uno de los factores que resultan en su baja contribución en la economía local. Para ampliar la información en el país se estudió la variedad "Persa" de lima ácida (*Citrus aurantifolia* Swingle) en tres sitios y dos variedades de limón (*Citrus limon* (L) Burm), "San Fernando" y "Frost Lisboa", en dos sitios de Costa Rica obteniendo las variaciones de niveles foliares de los siguientes nutrientes: P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, en la Estación Experimental Fabio Baudrit (Zona de vida: bosque húmedo premontano), en la Finca del Colegio Agropecuario de Orotina (bosque hú-

1 Recibido para su publicación el 16 de enero de 1985.

\* Este trabajo incluye material de las tesis de Ing. Agr. del tercer y cuarto autor y recibió ayuda parcial del CONICIT.

\*\* Profesores y tesarios, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

Cuadro 1. Datos sobre los sitios de los estudios.

Lugar	Altura m.s.n.m.	Temperatura promedio anual °C	Precipitación mm	Tipo de suelo
San Juan Norte de Turrialba	850	21	2526	Typic Humitropept
Estación Exp. F. Baudrit	840	22	2504	Typic Dystrandept
Colegio Agrop. de Orotina	190	27	1500	Ustic Dystropept

medo tropical) y en San Juan Norte de Turrialba (bosque húmedo premontano).

### MATERIALES Y METODOS

Se estudiaron dos variedades de limones verdaderos, Frost Lisboa y San Fernando, y la lima ácida Persa, en las colecciones de la Estación Experimental Fabio Baudrit en la Provincia de Alajuela y del Colegio Agropecuario de Orotina. Además se incluye en el estudio la finca comercial del Sr. Andrés Helfenberger en San Juan Norte de Turrialba, Provincia de Cartago. En el Cuadro 1 se presentan algunas características de los sitios estudiados.

Se tomó muestras de hojas de 5 a 7 meses de edad de las partes medias de cuatro árboles, de ramas sin frutos, con intervalos de aproximadamente un mes. Las hojas se lavaron rápidamente con HC1 0,01 N y agua, se les secó a 60 C, se les molió y se digirieron con mezcla nitroperclórica 5:1. En las soluciones obtenidas se determinó la concentración de K, Ca, Mg, Zn, Cu y Mn total por absorción atómica y la de P por fotocolorimetría.

Trimestralmente se tomaron también muestras de suelo de los tres sitios, los cuales se secaron, tamizaron y extrajeron con la solución Olsen modificada y se determinaron los nutrientes disponibles principales, según las recomendaciones de Díaz-Romeu y Hunter (1). Los resultados analíticos se presentan en el Cuadro 2.

Se realizó un análisis de variación para las variables lugar, variedad y fecha de muestreo. En adición se examinaron las correlaciones entre concentraciones de los nutrientes en suelos y en el material foliar.

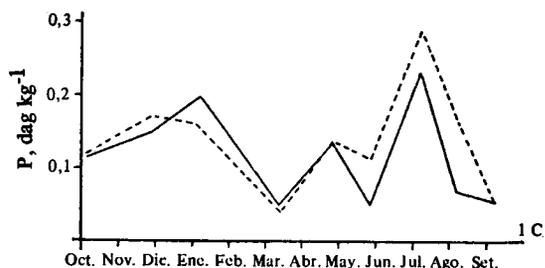
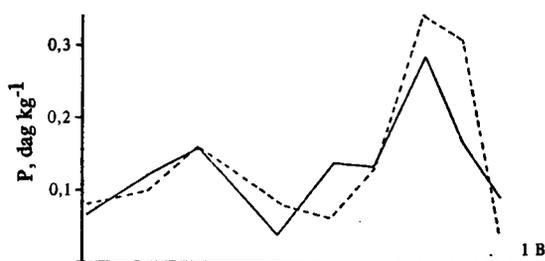
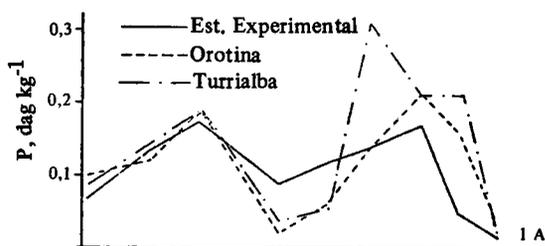
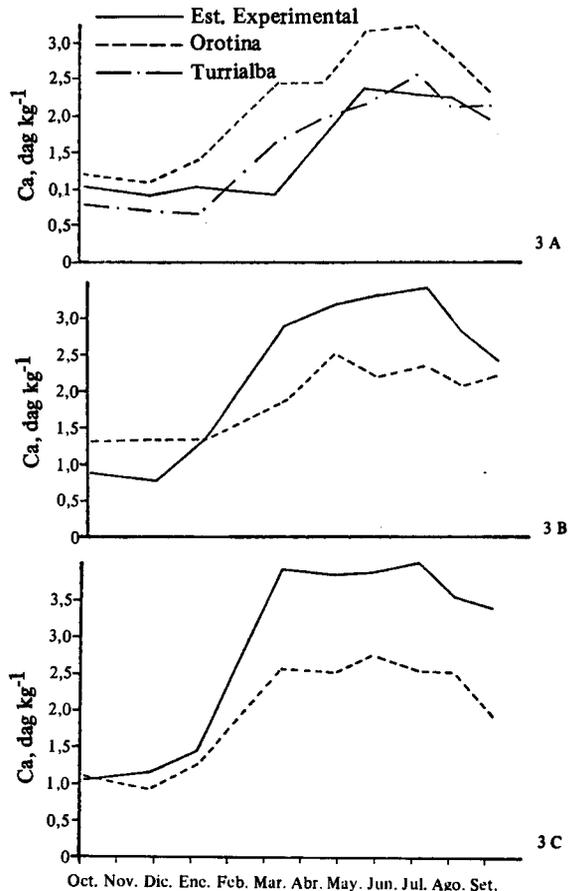
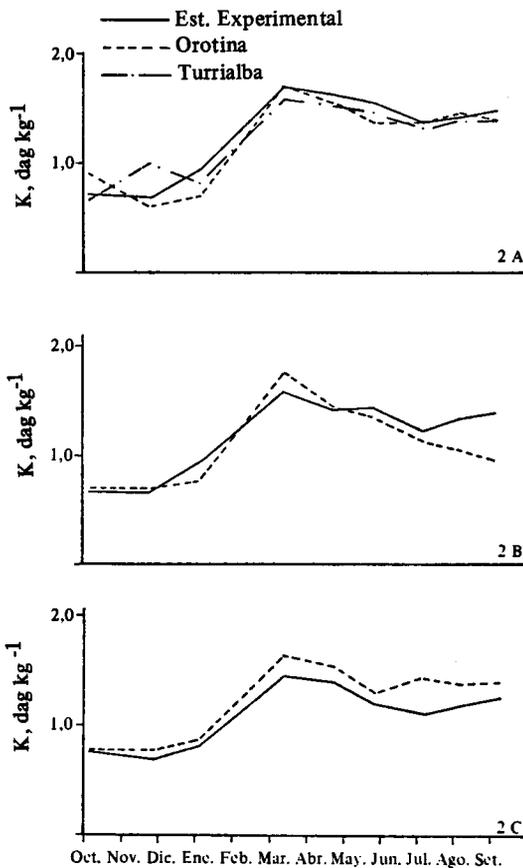


Fig. 1. Niveles de P en los cultivares 'Persa'. (1 A), 'Frost Lisboa' (1 B) y 'San Fernando' (1 C) en 3 sitios.

Cuadro 2. Resultados del análisis de suelos (0-20 cm).

Sitio	Fecha de muestreo	c mol (p+) L <sup>-1</sup>			Mn	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Cu	P
		K	Ca	Mg				
San Juan Norte	28 Noviembre	0,04	1,0	0,4	13	1,6	13	2
	18 Marzo	0,37	0,5	0,2	3	1,2	15	6
	28 Mayo	0,07	2,1	0,08	14	3,6	18	17
	5 Agosto	0,10	1,4	0,08	14	5,2	20	19
Est. Experimental Fabio Baudrit	28 Noviembre	0,70	9,5	1,5	3	2,2	11	2
	18 Marzo	0,58	4,0	1,2	10	1,4	12	4
	28 Mayo	0,61	2,8	2,6	10	4,4	16	18
	5 Agosto	0,54	4,1	1,7	6	4,8	14	19
Orotina	28 Noviembre	0,44	4,0	1,2	7	4,4	7	6
	18 Marzo	0,19	2,5	1,1	12	0,8	11	4
	18 Mayo	0,25	2,8	1,3	12	2,4	8	16
	5 Agosto	0,17	3,5	1,9	24	2,8	10	21



**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Fósforo**

El comportamiento de este nutrimento fue semejante en las tres zonas y para las tres variedades. Como se observa en la Figura 1 existen dos períodos de bajos niveles foliares, uno a finales de la época seca (marzo a mayo) y otro en plena estación lluviosa (agosto a setiembre).

La floración y la fructificación fuerte a finales de la época seca explica la reducción correspondiente en el nivel foliar. Se estima que el marcado descenso observado a partir de julio se debió a un vigoroso crecimiento en esa época, acompañado por un traslado del elemento a partes de máximo crecimiento, lo que resultó en una dilución del contenido existente, que es lentamente repuesto solamente en el transcurso de los cuatro meses subsiguientes, lo que coincide con la observación de Ortuño (10).

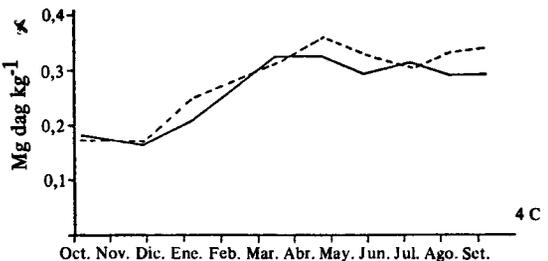
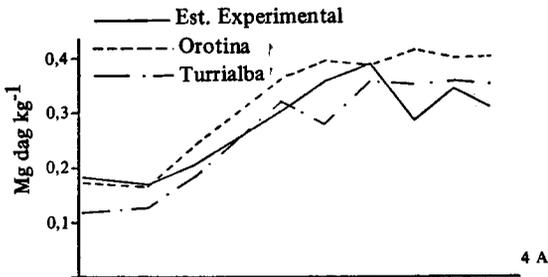


Fig. 4. Niveles de Mg en los cultivares 'Persa' (4 A), 'Frost Lisboa' (4 B) y 'San Fernando' (4 C).

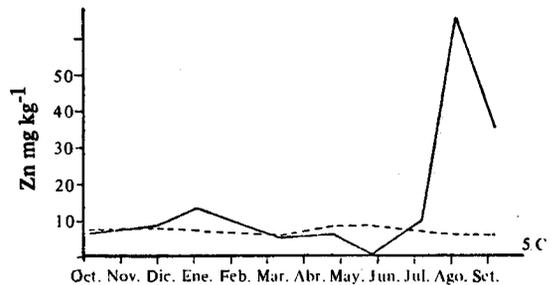
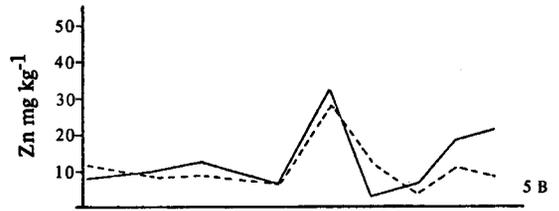
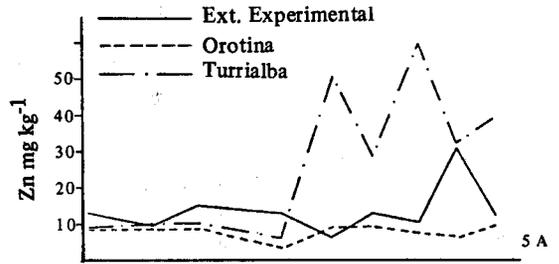


Fig. 5. Niveles de Zn en los cultivares 'Persa' (5 A), 'Frost Lisboa' (5 B) y 'San Fernando' (5 C).

El análisis estadístico confirma que no existen diferencias significativas ni para sitios ni para variedades.

Los niveles foliares variaron entre 0,02 y 0,34 mg kg<sup>-1</sup> con muy pocas muestras en el ámbito deficiente (0,04 mg kg<sup>-1</sup>), a pesar de que parte de los análisis de suelos indican bajos niveles del elemento.

**Potasio**

Los niveles foliares de este elemento se encontraron entre 0,63 y 1,27 dag kg<sup>-1</sup> lo que corresponde a un ámbito del nivel superior de bajo, a alto (2, 3, 12, 13). Muy pocos valores a finales del invierno indican niveles bajos. En general, se puede afirmar que en casi todos los casos la nutrición potásica de los árboles era adecuada.

Como se observa en la Figura 2, las variaciones anuales fueron similares para las tres variedades y los tres sitios estudiados; solamente se nota cam-

bios significativos para las diferentes fechas de muestreo.

El inicio del estudio mostró niveles relativamente bajos correspondientes a un desarrollo intensivo de las frutas lo que coincide con lo observado por Ortuño (10) en España. Un abonamiento posterior en Orotina y la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno resultó en un aumento de los niveles, lo que ocurrió en Turrialba aunque con menos intensidad.

### Calcio

Para este elemento se encontraron niveles foliares entre 0,63 y 4,05 dag kg<sup>-1</sup> con pocos datos extremos, aunque la mayoría de las concentraciones se presentaron en el ámbito bajo. Algunos datos correspondieron a niveles indicados como deficientes por la literatura (12).

Esto coincide con los niveles predominantemente bajos del elemento en suelos de San Juan Norte y Orotina, mientras que las concentraciones en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. resultaron adecuadas. Este nivel más adecuado se refleja en concentraciones mayores para los cultivos 'Frost Lisboa' y 'San Fernando' (Figuras 3B y 3C) pero no para el 'Persa' (Figura 3A).

Las tendencias generales de los sitios fueron similares aunque se notó un efecto de los niveles del suelo.

Las tendencias de las variedades también fueron similares y de nuevo se observó apreciables cambios.

Para este elemento no se observó un traslado hacia tejidos o frutas nuevas lo que confirma la observación de Ortuño (11).

### Magnesio (Figura 4)

Los niveles de este elemento variaron entre 0,13 y 0,42 dag kg<sup>-1</sup> lo que indica la presencia de alguna deficiencia y de niveles bajos, aunque con muchos valores en el ámbito óptimo 0,26 – 0,60 dag kg<sup>-1</sup> (12). Las deficiencias fueron características para el fin de la época lluviosa, seguidas por un ascenso en la estación seca y valores adecuados posteriores y mostraron síntomas descritos previamente (19). Estas deficiencias son fáciles de corregir por aplicación foliar del elemento como lo demostraron Koo y Young en Florida (6).

Se observaron las mismas tendencias en los tres lugares estudiados y valores similares para las tres variedades.

Los valores particularmente bajos para Turrialba se explican en parte por los bajos niveles en los suelos de esta localidad presentados en el Cuadro 2.

Este nivel bajo indica que cuando el Mg es limitante en el suelo, aún en un régimen adecuado de humedad como ocurre en Turrialba, no puede compensar por el nivel bajo, como ocurre en condiciones secas según Khalidy y Nayyal (5).

En los otros dos sitios con niveles adecuados de Mg en suelos se observó concentraciones adecuadas del elemento.

### Cinc (Figura 5)

Los valores de este elemento variaron entre 4 y 65 mg kg<sup>-1</sup> con excepción de un dato que indicó solamente trazas.

Se observa que los valores se encuentran en una buena parte en el ámbito deficiente (16 mg kg<sup>-1</sup>) (4, 12), especialmente en Orotina en donde menos de 10% de los datos eran superiores al límite de deficiencia. Síntomas foliares en este sitio confirmaron las observaciones del laboratorio.

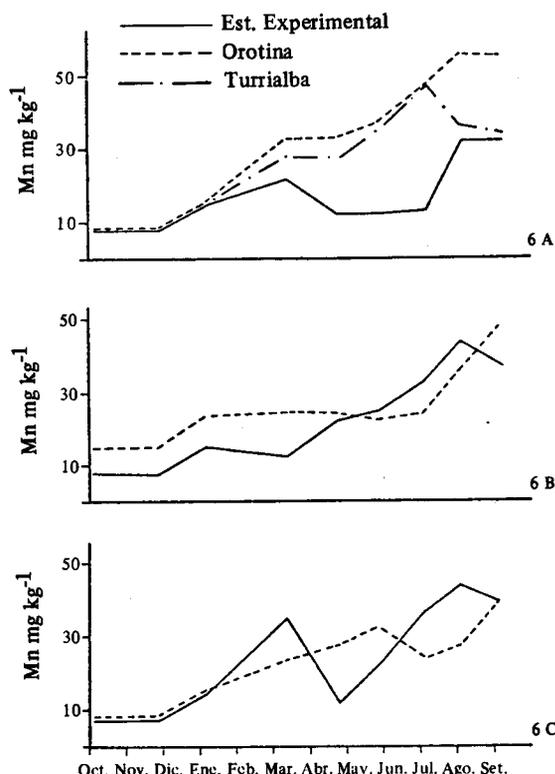


Fig.6. Niveles foliares de Mn en los cultivares 'Persa' (6 A), 'Frost Lisboa' (6 B) y 'San Fernando' (6 C) en 3 sitios.

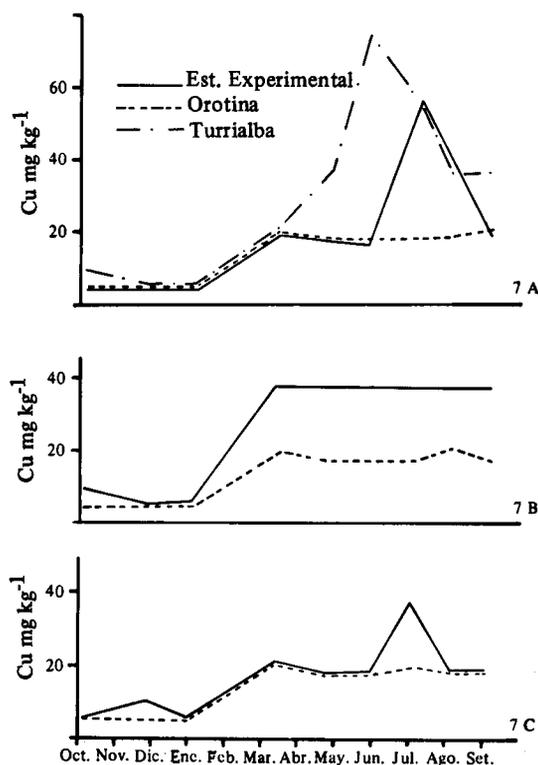


Fig. 7. Niveles de Cu en los cultivares 'Persa' (7 A), 'Frost Lisboa' (7 B) y 'San Fernando' (7 C) en 3 sitios.

En la Estación Experimental Fabio Baudrit M., al final del período de estudio hubo un aumento debido a la aplicación foliar del elemento. Similarmente, un aumento fuerte de la concentración de Zn para el limón 'Persa' en Turrialba se debió a una aplicación.

Los niveles particularmente bajos en Orotina coinciden con los niveles reducidos del elemento en el suelo en este lugar, cuyo promedio no alcanza un mg kg<sup>-1</sup>.

Los mayores cambios en la concentración del elemento se debe a la aplicación foliar del mismo, lo que hace necesario interpretar los datos foliares considerando la historia agrícola de la plantación.

De nuevo las variaciones entre cultivares eran reducidas y estadísticamente no significativas.

No se presentaron en este experimento las fuertes correlaciones detectadas del Zn con P, Mg o K (13).

Se estima que para suelos con niveles tan bajos de Zn como en Orotina, la aplicación rutinaria del elemento debe considerarse.

#### Manganeso (Figura 6)

Las concentraciones foliares de este elemento variaron entre 8 y 56 mg kg<sup>-1</sup>. Al inicio del experimento se observaron bastantes valores bajos aunque, a pesar de la naturaleza ácida de los suelos, los valores nunca salieron del ámbito óptimo.

A pesar de que en el suelo el nivel de Mn era superior al nivel crítico (5 mg kg<sup>-1</sup>) se observaron valores bajos y deficientes en la Estación Experimental y en Orotina. El nivel ascendente en los tres sitios se debe a atomizaciones con el elemento, el cual, sin embargo, aumentó de nivel sólo por un breve período.

De nuevo las variaciones entre las variedades no resultaron significativas.

En estos experimentos no se observó correlación entre otros procesos foliares y los niveles de Mn, como lo observaron Lerer y Bar-akiva (7). Aunque el estudio no involucró al B, se observó la necesidad de este elemento y no se confirmó la observación de Llorente *at al* (8) indicando que bajos niveles de Mn promueven altas concentraciones de B.

#### Cobre (Figura 7)

Los niveles de este elemento variaron fuertemente entre 5 y 56 mg kg<sup>-1</sup> lo que corresponde a niveles de óptimo a excesivo. Sin embargo, no se ha observado síntomas de toxicidad del elemento.

Se estima que los altos valores observados, especialmente en Turrialba, se deben a medidas fitosanitarias.

De nuevo se observaron diferencias significativas entre las variedades y las diferentes zonas de estudio.

### RESUMEN

Se estudio la variación anual de la composición foliar, en tres sitios del país, de la lima ácida cv. 'Persa' y en dos sitios de las variedades de limón 'San Fernando' y 'Frost Lisboa'.

Los niveles foliares de P variaron de 0,02 a 0,34 dag kg<sup>-1</sup> con algunas muestras en el ámbito deficiente y dos períodos de concentración baja, una debido a la floración y otra a un crecimiento fuerte.

Los niveles de potasio correspondieron a valores que oscilan de bajo hasta alto con concentraciones entre 0,63 a 1,27 dag kg<sup>-1</sup>, indicando una nutrición adecuada.

Para el calcio la mayoría de los datos son bajos con algunas deficiencias, en el ámbito de 0,63 a 4,05 dag kg<sup>-1</sup> con la misma tendencia para los tres cultivares, igual para el potasio.

Para el magnesio los límites variaron de 0,13 a 0,42 dag kg<sup>-1</sup>, un ámbito amplio que incluía algunas deficiencias especialmente para fines de la época lluviosa. Las tendencias para los tres sitios y los tres cultivares fueron similares. Los niveles bajos de San Juan de Turrialba se explican por niveles bajos en el suelo.

En el caso del cinc las concentraciones variaron de 4 a 65 mg kg<sup>-1</sup>, con valores deficientes, especialmente para Orotina. Los tres cultivares indican tendencias similares tanto para Zn como para Mn.

Los niveles de manganeso variaron entre 8 y 56 mg kg<sup>-1</sup>, con niveles deficientes para Orotina y la Estación Experimental Fabio Baudrit.

Para el cobre se observó concentraciones entre 5 y 56 mg kg<sup>-1</sup>, correspondientes a niveles de óptimo a excesivo con tendencias similares para los cultivares estudiados.

### LITERATURA CITADA

1. DIAZ-ROMEY, R. y HUNTER, A. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos, CATIE, Turrialba, Costa Rica 1978. 67 p.
2. EMBLETON, T. W. *et al.* Potassium and phosphorus effects on deficient "Eureka" Lemon trees and some salinity problems. Proceedings of the American Society of Horticultural Science 91:120-127. 1976.
3. EMBLETON, T. W. Potassium nutrition and deficiency in citrus. California Agriculture 28(8): 6-8. 1974.
4. JONES, W. W. *et al.* Response of young lemon trees to potassium and zinc application-yield and fruit quality. Journal of the American Society of Horticultural Science 98(94):414-416. 1973.
5. KHALIDY, R. y NAYYAL, A. W. Effects of nitrogen in irrigation regime on macro and some micro elements in "Eureka" lemon leaves. Proceeding Primer Congreso Mundial de Citricultura (España), 1973. pp. 53-57.
6. KOO, R. C. J. y YOUNG, T. W. Correcting magnesium deficiency of limes grown on calcareous soils with Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Proceeding of the Florida State Horticultural Society 82:274-278. 1969-70.
7. LERER, M. y BAR-~~AKIVA~~, A. Effect of manganese deficiency on chloroplast of lemon leaves. Physiologia Plantarum 47 (3): 163-166. 1979.
8. LLORENTE, S. *et al.* Influencias de las deficiencias de oligoelementos en los contenidos foliares de boro en el limonero. Proceedings. Primer Congreso Mundial de Citricultura (España), 1973. p. 33-37.
9. MORIN, CH. Cultivo de cítricos. Lima, Perú, Editorial IICA, 1980. 598 p.
10. ORTUÑO, A. Evaluaciones de bioelementos en hoja de *Citrus limonum* durante la floración primaveral. Anales de Edafología y Agrobiología (España) 29:223-232. 1970.
11. ORTUÑO, A. Influencia de la variedad en el balance nutriente de los Citrus. Macronutrientes Anales de Edafología y Agrobiología (España) 30: (11 - 121 - 1113 - 1121). 1971.
12. REUTHER, W. The Citrus Industry, Propagation, Planting, Weed Control Soils, Fertilizing, Pruning, Irrigation, Climate, Frost Protection. Vol 3, 1973. 528 p.
13. YOUNG, T. W. y KOO, R. C. J. Effects of nitrogen and potassium fertilization on Persian limes on Lakeland fine sand. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 8:337-342, 1967/68.