ESTUDO DA EFICIÊNCIA DE VARIAS FONTES DOS MICRONUTRIENTES,
ZINCO, MANGANÊS E BORO APLICADOS EM PULVERIZAÇÕES NA
LARANJEIRA VALÊNCIA (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK)

APARECIDO ANTONIO CAETANO
Engenheiro Agrônomo
Seção de Citricultura
Instituto Agronômico do Estado de São Paulo
Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas

Orientador: DR. CELIO SOARES MOREIRA

*Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Agronomia - Área
de concentração: Fitotecnia.*

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
1982

AGRADECIMENTOS

- Professor Dr. Cêlio Soares Moreira pela valiosa orientação e sugestões prestadas.

- Ao Engenheiro Agrônomo José Dagoberto De Negri pelo apoio e estímulo na instalação e condução do experimento.

- Ao Engenheiro Agrônomo Dr. Ody Rodriguez pelo apoio de nossa formação profissional e sugestões prestadas neste trabalho.

- Aos Engenheiros Agrônomos Dr. Jorgino Pompeu Junior e Dr. José Orlando de Figueiredo pelas sugestões prestadas.

- Ao Engenheiro Agrônomo Antonio Celso Sanches e auxiliar técnico Antonio Sérgio Bancheri pelo apoio e esforços dispensado para a execução do trabalho.

- Ao Sr. Edmond Van Parys, proprietário da Fazenda Sete Lagoas Agrícola S.A. pela permissão da execução do trabalho em sua propriedade.

- Ao Engenheiro Agrônomo Dr. Toshio Igue, pela assessoria na parte estatística.

- Aos colegas e todos os funcionários da Seção de Citricultura do Instituto Agrônomo, Campinas, SP.

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

- Ao Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo.

- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

ÍNDICE

	<u>pagina</u>
R E S U M O	vi
S U M M A R Y	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Zinco	3
2.2 Manganês	8
2.3 Boro	10
2.4 Diversos nutrientes	10
2.5 Análise foliar	14
3. MATERIAL E MÉTODO	16
3.1 Localização	16
3.2 Variedade	16
3.3 Tratos culturais	16
3.4 Análise foliar	17
3.5 Delineamento estatístico	18
3.6 Tratamentos empregados	18
3.7 Aplicação dos tratamentos	21
3.8 Épocas das adubações foliares	22
3.9 Coleta de dados	22
3.10 Análise estatística	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Zinco	24
4.2 Manganês	31
4.3 Boro	36
4.4 Produção	38
5. CONCLUSÕES	40
6. LITERATURA CITADA	42

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela</u>		<u>página</u>
01	Limites dos teores dos micronutrientes Zinco, manganês e boro em ppm nas folhas de citros com 6-7 meses de idade	17
02	Tratamentos empregados e suas respectivas doses em 100 litros de água	19
03	Teores dos micronutrientes zinco, manganês e boro em ppm nas folhas da laranjeira valência (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.) em 1979 e resultados estatísticos	25
04	Teores dos micronutrientes zinco, manganês e boro em ppm nas folhas e produção em quilogramas de frutas por planta da laranjeira valência (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.) em 1980 e resultados estatísticos	26
05	Teores dos micronutrientes zinco, manganês e boro em ppm nas folhas e produção em quilogramas de frutas por planta da laranjeira valência (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.) em 1981 e resultados estatísticos	27
06	Análise pelo teste de Scheffé (S) da comparação entre grupo de tratamentos no teor foliar de zinco, manganês e boro da laranjeira valência (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.) em 1980	34

Tabelapágina

07	Análise pelo teste de Scheffé (S) da comparação entre grupo de tratamentos no teor foliar de zinco, manganês e boro da laranjeira valência (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.) em 1981	35
----	--	----

ESTUDO DA EFICIÊNCIA DE VÁRIAS FONTES DOS MICRONUTRIENTES,
ZINCO, MANGANÊS E BORO APLICADOS EM PULVERIZAÇÕES NA LARAN-
JEIRA VALÊNCIA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)

Engº Agrº Aparecido Antonio Caetano
Orientador: Prof. Dr. Célio Soares Moreira

RESUMO

Neste trabalho estudou-se a eficiência de diversas fontes de adubos foliares no fornecimento dos micronutrientes: zinco, manganês e boro. Correlacionou-se os níveis desses nutrientes nas folhas com a produção das plantas cítricas.

O experimento foi instalado na Fazenda Sete Lagoas Agrícola S.A., no município de Mogi Guaçu, São Paulo, utilizando-se um pomar da variedade Valência (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) com 15 anos de idade.

Foram efetuadas duas a quatro pulverizações anuais no período de outubro de 1979 a maio de 1980 e outubro de 1980 a maio de 1981, de acordo com a concentração dos micronutrientes zinco, manganês e boro nas formulações usadas.

A avaliação do experimento foi realizada através da análise foliar e produção de frutas das plantas.

Os tratamentos utilizados em 100 litros de água foram os seguintes:

I) Duas aplicações por período:

- 1) 250 g de Sulfato de Zinco + 150 g de Sulfato de Manganês e 50 g de Ácido Bórico
- 2) 200 g de Petrilon Combi B
- 3) 200 ml de Grex Citrus
- 4) 250 g de Rodisan + 150 g de Sulfato de Manganês + 50 g de Ácido Bórico

II) Quatro aplicações por período:

- 5) 500 ml de Nitrofoska A
- 6) 500 ml de Macrofol
- 7) 300 ml de Fertilizante Foliar Rhodia

III) Combinação dos tratamentos 2, 3 e 4 (2 aplicações por período) respectivamente com os tratamentos 5, 6 e 7 (4 aplicações por período):

- 8) 200 g de Petrilon Combi B + 500 ml de Nitrofoska A
- 9) 200 ml de Grex Citrus + 500 ml de Macrofol
- 10) 250 g de Rodisan + 150 g de Sulfato de Manganês + 50 g de Ácido Bórico + 300 ml de Fertilizante Foliar Rhodia
- 11) Testemunha

Os tratamentos mais eficientes foram 1, 3 e 4.

As combinações de formulações micro com macronutrientes onde os macronutrientes estão em concentração elevada, permitiu observar redução da absorção de micronutrientes, especialmente o zinco.

As formulações de macronutrientes com pequenas quantidades de micronutrientes não foram eficientes no fornecimento de zinco, manganês e boro às plantas cítricas, mesmo quando aplicado quatro vezes ao ano.

O zinco foi o micronutriente que com mais frequência se mostrou deficiente nas plantas cítricas no decorrer do estudo.

Não foi observado efeito dos tratamentos na produção de frutas no período estudado, possivelmente por ser curto o período de observação.

As plantas testemunha não recebendo zinco, manganês e boro via foliar por 2 anos seguidos, mostraram concentrações menores desses nutrientes, em comparação com as dos outros tratamentos.

STUDY OF THE EFFICIENCY OF VARIOUS SOURCES OF ZINC, MANGANESE
AND BORON MICRONUTRIENTS IN FOLIAR APPLICATION TO VALENCIA
SWEET ORANGE (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK)

Engº Agrº Aparecido Antonio Caetano
Prof. Dr. Celio Soares Moreira
Adviser

SUMMARY

This work studied the efficiency of various sources of foliar nutrients to supply zinc, manganese and boron to Valencia sweet orange *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. A correlation between the levels of nutrients on the leaves and the production of the trees was tried.

The experiment was developed on Fazenda Sete Lagoas Agrícola S.A., Mogi-Guaçu, State of São Paulo. The trees were 15 years old.

Two to four annual sprayers were made in the period of October 79 to May 80 and October 80 to May 81 according to the concentration of zinc, manganese and boron in the formulations used.

The assessment of the effects was made through foliar diagnosis and fruit production of the trees.

The concentration of nutrients in 100 liters of water in each treatment was the following:

I) Two times per period:

- 1) 250 g of zinc sulphate plus 150 g of manganese sulphate plus 50 g of boric acid
- 2) 200 g of Petrilon Combi B
- 3) 200 ml of Grex Citrus
- 4) 250 g of Rodisan plus 150 g of manganese sulphate plus 50 g of boric acid

II) Four time per period:

- 5) 500 ml of Nitrofoska A
- 6) 500 ml of Macrofol
- 7) 300 ml of Rhodia Foliar Fertilizer

III) Mixing treatment 2, 3, 4 (2 times) with
5, 6 e 7 (4 times):

- 8) 200 g of Petrilon Combi B plus 500 ml of Nitrofoska A
- 9) 200 ml of Grex Citrus plus 500 ml of Macrofol
- 10) 250 g Rodisan plus 150 g of manganese sulphate plus 50 g of boric acid plus 300 ml of Rhodia Foliar Fertilizer
- 11) Check

The most efficient treatments were number 1, number 3 and number 4.

The use of a mixture of micro and macronutrients formulation where macronutrients were highly concentrated allowed to notice the reduction on micronutrients absorption, specially zinc.

The macronutrient formulations bearing only traces of micronutrients were not enough on supplying zinc, manganese and boron to the trees even when sprayed four times a year.

The most frequent deficit showed by the trees was of zinc.

No effects of treatments on fruit production was noticed during the period of study.

The check trees not receiving zinc, manganese and boron "by the leaves" during two years showed low levels of these nutrients comparing to the ones of other treatments.

1. INTRODUÇÃO

A expansão da cultura dos citros para solos de baixa fertilidade, como os de vegetação de cerrados, tem sido um dos fatores primordiais da necessidade de maiores cuidados na adubação da cultura dos citros em São Paulo. Esses solos são muito pobres em macro e micronutrientes necessitando maiores quantidades de fertilizantes para condicionar boa produtividade das plantas.

De um modo geral, a produção das plantas cítricas, não tem sido satisfatória devido, principalmente, ao desequilíbrio nutricional. Também a limitação por carência de micronutrientes que em muitos casos não são fornecidos. Não tem sido dada a devida importância a esses fatores pelos citricultores, bem como ao uso correto das análises de folhas e de solo. Estas análises permitem indicar os nutrientes necessários ao equilíbrio nutricional das plantas, com possibilidade de grande economia nas adubações. O fornecimento dos nutrientes necessários às plantas cítricas em quantidades equilibradas é fator indispensável para se obter boa produtividade com um menor custo de produção.

As deficiências de micronutrientes mais frequentes na citricultura de São Paulo são de zinco, manganês e boro

segundo DE NEGRI (1977) e RODRIGUEZ (1980).

De um modo geral, as correções das deficiências desses micronutrientes são realizadas através de aplicações foliares de soluções dos sais contendo os referidos elementos.

No presente trabalho estudou-se a eficiência de diversas fontes de adubos foliares no fornecimento dos micronutrientes: zinco, manganês e boro. Para isso foram utilizados os níveis dos mencionados micronutrientes nas folhas e as produções das plantas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Zinco

Dentre os sintomas de deficiências de micronutrientes a deficiência de zinco é a mais freqüente na cultura dos citros, sendo encontrada em todas as regiões em que se cultivam os citros no mundo (SMITH, 1966). Quando se considera também os macronutrientes a deficiência de zinco é a mais difundida depois do nitrogênio, segundo BEN DAVID (1975), sob diversas condições de clima e solo.

Segundo SALIBE (1974) ocorre deficiência de zinco com bastante freqüência nos pomares cítricos do Brasil.

CAMPOS (1976) e RODRIGUEZ (1977) relatam que a deficiência de zinco é bastante comum nas plantas cítricas, em São Paulo.

Dos micronutrientes a deficiência de zinco é a mais comum dos pomares cítricos de São Paulo (MALAVOLTA, 1970).

O zinco é um nutriente essencial para a síntese do triptofano, precursor do ácido indol-3-acético nas plantas, sua carência é evidenciada pelo encurtamento dos entrenós nos

ramos novos. (CAMARGO e SILVA, 1975).

A deficiência severa de zinco afeta a qualidade da fruta, tornando-as pequenas e sem cor e reduz a produção das plantas cítricas. (LEONARD e STEWART, 1958; CHAPMAN, 1966; SALIBE, 1974; CAMPOS, 1976; RODRIGUEZ, 1977).

WALLIHAN e HEYMANN-HERSCHBERG (1956) pesquisaram a aplicação foliar de zinco com isótopo radioativo de zinco-65 e constataram que o zinco foi absorvido igualmente na face ventral e dorsal das folhas, indicando que as folhas absorvem provavelmente através de canais existentes na cutícula e não pelos estômatos.

Constatou-se que ocorre uma translocação do zinco dentro da própria folha que é maior quando a aplicação é feita na parte central das folhas e não nas bordas.

A absorção e translocação do zinco é mais rápida nas folhas jovens do que nas folhas velhas.

Constatou-se que as folhas jovens translocam o zinco para diversas partes da planta (17%) enquanto que as folhas velhas translocam predominantemente para folhas velhas (10%).

BAR-AKIVA, A. *et alii* (1971) compararam 4 fontes de zinco para suprir a deficiência desse micronutriente em laranjeiras Shamouti em Israel.

Utilizaram como fontes de zinco o Óxido de Zinco, Sulfato de Zinco, Oxissulfato de Zinco e um composto de Magnésio e Nitrato de Zinco.

Realizou-se avaliação dos estudos através dos sintomas visuais, análise de folhas tratadas até 42 dias após e

posteriormente análise de folhas emitidas após a aplicação, com 8 meses de idade.

Concluiu-se que os tratamentos que apresentaram maior eficiência na correção da deficiência foram o composto de Magnésio e Nitrato de Zinco e Oxido de Zinco, os quais apresentaram menor intensidade de sintomas de deficiência e maior nível foliar nas folhas emitidas após os tratamentos.

A análise das folhas emitidas após as pulverizações com zinco, indicam uma translocação desse nutriente, pois se mostraram com teores superiores ao da testemunha, resultados semelhantes ao obtido por outros autores (WALLIHAN e HEYMANN-HERSCHBERG, 1956; LABANAUSKAS e PUFFER, 1964; LABANAUSKAS *et alii*, 1969).

LEONARD e MYER (1973) constatarem em experimento de campo utilizando pulverização foliar a baixo volume, onde se comparou Oxido de Zinco e duas fontes de zinco quelado (THIS - 7% Zn e THIS CM - 1,75% Zn) em laranjeira "Pineapple" que essas fontes corrigiram os sintomas de deficiência das folhas respectivamente na ordem de 97, 70 e 40%, enquanto que as folhas do tratamento testemunha permaneceram com sintomas de deficiência. As quantidades de zinco fornecidas por ha de cada um dos tratamentos foram as seguintes: 7.800 g de zinco (Oxido de Zinco), 793 g de zinco (THIS - 7% Zn) e 294 g de zinco (THIS CM - 1,75% Zn).

Em um segundo experimento onde os ramos foram marcados e posteriormente imergidos (alto volume) em soluções de Oxido de Zinco e quelados constatou-se que as soluções com baixa concentração de quelados foram mais eficientes que as soluções com altas concentrações de zinco na forma de Oxido de Zinco.

A adição de Uréia ou espalhante adesivo nas soluções melhorou a absorção de zinco na forma de quelados, e em menor intensidade na forma de Oxido de Zinco. Constatou-se também que a solução com altas concentrações de Oxido de Zinco fornecidos via foliar não proporcionaram maior eficiência na correção da deficiência de zinco, pois a dosagem de 2948 g/ha foi semelhante a 11.793 g/ha.

SHARMA *et alii* (1974) constatarem em estudo de adubação foliar de laranjeiras Sanguinea e Baia na India, que o fornecimento foliar de zinco em formulação de Sulfato de Zinco a 0,5% + Uréia a 1% mostrou-se superior na correção dos sintomas de deficiência do que aplicado isoladamente.

As aplicações foram feitas em fevereiro e posteriormente foi realizada uma avaliação de ramos previamente marcados nas parcelas, para se determinar o seu crescimento. O tratamento com Sulfato de Zinco isoladamente apresentou maior crescimento dos ramos.

Quanto ao número de frutos não foi afetado pela aplicação de Sulfato de Zinco isoladamente ou em mistura com Uréia, porém a média de peso e diâmetro dos frutos foi maior na variedade Sanguinea em relação ao tratamento testemunha.

ANDERSON e LEONARD (1982) pesquisaram a absorção foliar através de pulverização de plantas e imersão de folhas em soluções de zinco, em laranjeiras "Pineapple" na Flórida.

No primeiro experimento se utilizou cinco tratamentos a base de zinco, sendo dois com Oxido de Zinco e três com N Z N (Nitrogênio Zinco Nitrato), um derivado de Nitrato de Zinco, Uréia e Nitrato de Amonia.

Todos os tratamentos mostraram-se eficientes na

correção da clorose das folhas causada pela deficiência de zinco, sendo que o tratamento com N Z N (24 g de zinco/100 l de água) apresentou efeito semelhante ao Oxido de Zinco (240 g de zinco/100 l de água).

No experimento de imersão de folhas constatou-se também que as soluções de N Z N mostraram resultados semelhantes na correção da clorose das folhas mesmo em concentrações que apresentavam até 20 vezes menos zinco que as soluções de Oxido de Zinco.

KOLLER e SATTE (1979), relatam que o fornecimento de zinco via foliar deve ser realizada em mais de duas adubações foliares por ano para elevar o teor desse nutriente a nível adequado. A neutralização da solução contendo o zinco, não se faz necessária, uma vez que a cal na solução não afeta sensivelmente a absorção do zinco. O fornecimento de zinco via foliar não aumentou a produtividade das plantas quando os teores foliares desse nutriente era superior a 17 ppm em folhas de 6 a 8 meses de idade.

BATCHELLOR (1948), recomenda a neutralização da acidez da solução de zinco com cal para facilitar a sua absorção pelas plantas cítricas.

MALAVOLTA *et alii* (1974) relata que a deficiência de zinco é controlada através de pulverizações com 300 a 500 gramas de Sulfato de Zinco e 150 a 250 gramas de cal em 100 litros de água. As pulverizações devem ser realizadas na primavera, quando a absorção é maior do que no período de repouso vegetativo quando é praticamente nula.

CAMPOS (1976) relata que a correção da deficiência de zinco pode ser feita através de pulverizações com 700 gramas de Sulfato de Zinco em 100 litros de água, sem necessida

de de neutralização.

RODRIGUEZ (1980) recomenda pulverização em folhas novas da primavera, com soluções de Sulfato de Zinco ou Óxido de Zinco para rápida correção da deficiência desse micronutriente.

CAETANO (1979, 1980) recomenda o parcelamento no fornecimento de zinco, através de duas aplicações por ano. A primeira na época de florescimento utilizando uma solução contendo 250 gramas de Sulfato de Zinco e 150 gramas de cal hidratada, a segunda em janeiro/fevereiro utilizando 250 gramas de Sulfato de Zinco e 500 gramas de Uréia ambas dosagens em 100 litros de água. A cal no florescimento promove um efeito protetivo para evitar queimaduras nos tecidos mais tenros das plantas, nas folhas e nos frutinhos, em condições de umidade relativa alta e baixa luminosidade, enquanto que a adição de Uréia na segunda aplicação facilita a penetração do zinco nos tecidos das folhas, uma vez que elas já estão mais velhas.

2.2 Manganês

Segundo SALIBE (1974) a deficiência de manganês em plantas cítricas no Brasil é tão severa quanto a de zinco. A sua correção pode ser realizada mediante aplicações foliares de calda com 500 gramas de Sulfato de Manganês e 250 gramas de cal hidratada em 100 litros de água.

O manganês é um ativador enzimático relacionado com o metabolismo de carboidratos, reações de fosforilação e reações do ciclo de Krebs. (TISDOLE e NELSON, 1976).

BATCHELLOR (1948) relata que a deficiência de manganês é evitada mediante uma aplicação foliar anual de solução contendo Sulfato de Manganês neutralizada com cal.

KOLLER e SATTE (1979) recomendam que em casos de deficiência acentuada de manganês devem ser empregadas mais de duas adubações foliares por ano a fim de elevar o teor desse micronutriente nas folhas. O uso da cal para neutralização da solução não se faz necessário, uma vez que não houve efeito significativo na absorção de manganês durante a aplicação da solução neutralizada. A aplicação foliar do manganês não afetou a produtividade das plantas quando o teor de manganês era superior a 25 ppm em folhas de 6 a 8 meses de idade.

BEN DAVID (1975) relata que aplicações de manganês no solo não tem sido muito eficiente na correção da deficiência desse nutriente. Os quelados de manganês não tem sido experimentados suficientemente e apenas as aplicações foliares com Sulfato de Manganês tem sido usadas para corrigir a deficiência.

CAMPOS (1976) recomenda a aplicação de 400 gramas de Sulfato de Manganês em 100 litros de água, sem neutrilização, para corrigir a deficiência desse micronutriente.

RODRIGUEZ (1980) salienta que a deficiência de manganês pode ser corrigida mediante a utilização de pulverizações foliares, com soluções contendo Sulfato de Manganês.

CAETANO (1979, 1980) ¹⁹⁸⁰ recomenda o parcelamento da aplicação de manganês em duas épocas do ano. Por ocasião do florescimento preconiza uma solução contendo 150 gramas de Sulfato de Manganês e 150 gramas de cal hidratada, e em janeiro/fevereiro 150 gramas de Sulfato de Manganês e 500 gramas de Uréia ambas diluídas em 100 litros de água. A neutralização com cal evita problemas de queimaduras desse micronutriente nos tecidos novos, por ocasião do florescimento. Na segunda aplicação a vegetação é menos intensa, portanto a adição da Uréia facilita a penetração do manganês nos tecidos.

2.3 Boro

RODRIGUEZ (1977) relata que a deficiência de boro provoca redução do crescimento das plantas, queda acentuada de frutinhos, e aqueles que permanecem nas plantas apresentam, depois, tamanho reduzido e deformações. A quantidade de suco também é reduzida.

Segundo CAMARGO e SILVA (1975) o boro é um elemento essencial à vida das plantas. A sua presença em combinações com alguns compostos, inclusive açúcares, indica possível relação entre o boro e a translocação de açúcares.

RODRIGUEZ (1980) salienta que facilmente pode ocorrer toxidês ao se suprir a planta com boro uma vez que a faixa de segurança entre a eficiência e o excesso é pequena. Recomenda uma pulverização por ano na proporção de 100 gramas de Borax comercial por 100 litros de água.

SALIBE (1974) recomenda o uso de adubação foliar de boro com solução contendo 100 gramas de Borax ou Ácido Bórico em 100 litros de água, em pomares com deficiência desse elemento.

CAETANO (1979, 1980) sugere o fornecimento de Boro seja realizado em duas aplicações de soluções contendo 50 gramas de Borax ou Ácido Bórico em 100 litros de água por ocasião do florescimento e em janeiro/fevereiro.

2.4 Diversos nutrientes

MANCHANDA (1974) relata que aplicações de zinco, cobre, ferro e manganês via foliar, isoladamente ou em combinações, aumentam os níveis foliares dos respectivos elementos, todavia observa-se que os tratamentos com zinco e manganês isola-

damente apresentam uma maior elevação dos seus teores nas folhas que em combinação com outros íons. Aplicações de zinco também eleva o teor de ferro nas folhas e promove uma redução do teor foliar de fósforo. Observa-se nos resultados uma redução dos teores de potássio quando se fornece manganês isoladamente ou em mistura com cobre e zinco.

LABANAUSKAS *et alii* (1969, 1973) determinaram que a utilização de agente precipitante (Na_2CO_3) em soluções de micronutrientes elevam o pH e diminuem o total de íons (Zn^{++} , Mn^{++} e Cu^{++}) da solução, que se transformam em carbonatos insolúveis em água.

Com exceção do cobre, as diferentes dosagens de Sulfato de Zinco e Sulfato de Manganês em presença ou não de agente precipitante não causaram danos às plantas cítricas, corrigiram os sintomas de deficiência e elevaram o nível foliar.

Os agentes precipitantes reduzem para 1/3 a quantidade de íons quando são adicionados a solução a ser pulverizada, portanto pode se reduzir a quantidade de zinco ou manganês na solução e se obter um resultado semelhante na correção dos sintomas de deficiência sem a necessidade de agente precipitante.

Quanto a translocação dos micronutrientes das folhas pulverizadas para as novas formadas após a pulverização, observou-se que ocorreu em pequena quantidade, principalmente em relação ao manganês.

Constatou-se também uma interação significativa entre zinco e manganês, que reduziu a concentração foliar do zinco nas folhas quando se utilizou soluções contendo zinco e manganês em relação as folhas em que se utilizou soluções contendo apenas zinco. O cobre também reduz o nível foliar de

zinco quando é adicionado a solução para pulverização, todavia a adição de manganês reduz parcialmente o antagonismo provocado pelo cobre sobre o zinco.

LABANAUSKAS e PUFFER (1964) constataram em experimento de aplicação foliar de zinco, manganês e Uréia na laranja Valência que o fornecimento foliar de zinco elevou o seu teor nas folhas tratadas, sendo que pequenas quantidades de zinco também se translocaram para as novas folhas formadas após os tratamentos. Os tratamentos com zinco não elevaram a produção de frutas.

A aplicação de manganês elevou os níveis foliares das folhas tratadas e aumentou a produção de frutas em 22%. Também se constatou uma pequena translocação de manganês para as folhas novas.

A mistura de Uréia aumentou os níveis foliares de nitrogênio e de manganês nas folhas pulverizadas.

JONES *et alii* (1973) forneceram potássio e zinco via foliar em plantas de limão Lisboa na Califórnia e constataram que não houve interação positiva entre potássio e zinco na produção e qualidade das frutas.

Constatou-se que apenas uma aplicação por ano de 112 g de Sulfato de Zinco/100 litros de água foi suficiente para corrigir os sintomas da carência de zinco.

EMBLETON *et alii* (1965) em experimento para correção da deficiência de zinco e manganês em Limoeiro Eureka na Califórnia, constataram que a correção isolada da deficiência de zinco ou manganês em plantas que ambas as deficiências ocorram não apresentaram efeito no aumento de produção.

A elevação da produção somente foi possível com a correção da deficiência dos dois micronutrientes simultaneamente.

O uso de apenas 1 aplicação foliar de zinco e manganês nas folhas desenvolvidas na primavera não foi suficiente para corrigir as deficiências e elevar a produção.

Um aumento na produção de frutas foi obtido quando se corrigiu os sintomas de deficiência através de 1 aplicação de Sulfato de Zinco via solo (815 g/planta) e 1 aplicação de Sulfato de Manganês via foliar (160 g/100 l de água).

Constatou-se também que a correção da deficiência de zinco nas folhas novas emitidas após a pulverização não foi eficiente, enquanto que o manganês apresentou uma boa eficiência.

Segundo BARNARD *et alii* (1973) as adubações foliares de diversas combinações de zinco (3% de Óxido de Zinco), manganês (2% de Sulfato de Manganês), boro (1,0% de Borax) e cobre (1% de Sulfato de Cobre), em laranja Bahia na África do Sul, permitiram bons resultados na correção da deficiência desses nutrientes, com níveis foliares adequados após a sua aplicação.

Constataram que a absorção do manganês não foi afetada pela presença de outros íons na solução fornecida via foliar.

Quanto ao zinco houve interferência do cobre, manganês e boro na sua absorção, que se mostrou em níveis foliares mais elevado na ausência desses íons na solução.

A ausência do manganês na solução também permite

uma maior absorção foliar do boro.

A aplicação de boro via solo mostrou-se mais eficiente na correção da deficiência que a aplicação foliar.

Segundo STEWART (1962) o total de aminoácidos encontrado em folhas de citros é grandemente influenciado por deficiências minerais. Os principais aminoácidos encontrados em folhas de citros são ácido aspártico, ácido glutâmico, serina, treonina, alanina, ácido gama amino butírico, prolina, lisina e aspargina.

As folhas com sintomas de deficiência de zinco acumulam uma grande quantidade de arginina, mesmo em relação a folhas coletadas de plantas com baixo nível de zinco. A prolina também é encontrada em grande quantidade, o total de aminoácidos é maior, enquanto que a alanina apresenta-se em menor quantidade.

As folhas deficientes de manganês apresentam alta quantidade de ácido aspártico e prolina mas uma baixa quantidade de ácido gama amino butírico.

Portanto a deficiência desses micronutrientes induz um acúmulo de nitrogênio nas folhas deficientes.

2.5 Análise foliar

A análise foliar é um dos meios para o diagnóstico de deficiências minerais nas plantas cítricas. Diversos trabalhos de pesquisa foram realizados para se determinar os níveis adequados dos nutrientes nas folhas. RODRIGUEZ (1980) associou essas informações aos seus dados de pesquisa sobre nutrição dos citros no Brasil, e elaborou uma tabela com a classificação dos limites dos teores de nutrientes para a cultura. Re-

comenda que para cada talhão a amostra de folhas para análise deve totalizar 100 a 150 folhas, formada pela coleta em cada planta, de quatro folhas geradas na primavera, com 6-7 meses de idade, em ramos com frutos. Esses ramos devem estar situados a cerca de 1,20 m a 1,80 m acima do solo.

As análises foliares para se determinar os teores de micronutrientes nas folhas de citros foram realizadas conforme métodos empregado por BATAGLIA *et alii* (1978).

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Localização

Para o experimento foi utilizado um pomar cítrico localizado na Fazenda Sete Lagoas Agrícola S.A., situada no município de Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo.

A classificação climática é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen (SETZER, 1946). O solo da área experimental é um Latossol Vermelho Amarelo fase Arenosa (LVA), segundo BRASIL (1960).

3.2 Variedade

As plantas do presente experimento são da variedade Valência (*Citrus sinensis* (L) Osb.) enxertadas em Limoeiro-cravo, plantadas em 1964 no espaçamento de 9 x 4,5 m.

3.3 Tratos culturais

Os tratos culturais dispensados às plantas foram os rotineiros quanto à capinas, As adubações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio eram realizadas em toda a

área experimental de acordo com a análise de solo, e folhas e a produção das plantas. Durante o período do experimento não foram utilizados nenhum defensivo via foliar que contivessem zinco, manganês ou boro em sua formulação.

O pomar recebeu irrigação, quando necessário, durante o período de duração do experimento o que não é comum na maioria dos pomares comerciais de São Paulo. Foram respeitados intervalos de 15 dias entre a aplicação dos nutrientes e as irrigações.

3.4 Análise foliar

A coleta de folhas foi realizada segundo as recomendações de RODRIGUEZ (1980). O preparo das amostras e as determinações de zinco, manganês e boro foram feitas segundo métodos usados por BATAGLIA *et alii* (1978).

Os limites dos teores de zinco, manganês e boro em folhas de citros com 6-7 meses de idade, encontram-se na tabela 1, segundo RODRIGUEZ (1980).

Tabela 1. Limites dos teores dos micronutrientes zinco, manganês e boro em ppm nas folhas de citros com 6-7 meses de idade.

Nutriente	Deficiente menos que	Baixo	Ótimo	Alto	Excessivo
Zn	18	18-24	25-49	50-200	200
Mn	18	18-24	25-49	50-500	500
B	20	20-35	36-100	101-200	200

3.5 Delineamento estatístico

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 11 tratamentos e 3 repetições com 80 plantas úteis por parcela.

As parcelas foram separadas por linhas de bordaduras de plantas iguais às do experimento.

O número total de plantas do experimento foi de 5.200, sendo 2.640 úteis e 2.560 em bordaduras. A área total do experimento foi de 21 ha.

3.6 Tratamentos empregados

Foram utilizadas diversas fontes de nutrientes à venda no comércio para suprir as necessidades das plantas cítricas, relacionadas na tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos empregados e suas respectivas doses em 100 litros de água.

Tratamento	Formulação	Dosagem
1	Sulfato de Zinco	250 g
	Sulfato de Manganês	150 g
	Ácido Bórico	50 g
2	Petrilon Combi B [*]	200 g
3	Grex Citrus ^{**}	200 ml
4	Rodisan ^{***}	250 g
	Sulfato de Manganês	150 g
	Ácido Bórico	50 g
5	Nitrofoska A [*]	500 ml
6	Macrofol ^{**}	500 ml
7	Fertilizante Foliar Rhodia ^{***}	300 ml
8	Nitrofoska A	500 ml
	Petrilon Combi B	200 g
9	Macrofol	500 ml
	Grex Citrus	200 ml
10	Fertilizante Foliar Rhodia	300 ml
	Rodisan	250 g
	Sulfato de Manganês	150 g
	Ácido Bórico	50 g
11	Testemunha	-

* - BASF Brasileira S/A

** - Microquímica S/A

*** - Rhodia Indústrias Químicas e Texteis S/A

A composição em nutrientes dos produtos comerciais, quantidades utilizadas em cada aplicação por hectare durante o período de execução do experimento são as seguintes:

Sulfato de Zinco	22% Zn	-	4.400	g
Sulfato de Manganês	25% Mn	-	3.000	g
Ácido Bórico	17% B	-	680	g
Fetrilon Combi B (contendo)	1,2% Mg	-	192	g
	2,0% Zn	-	320	g
	0,5% B	-	80	g
	0,5% Cu	-	80	g
	2,0% Fe	-	320	g
	1,5% Mn	-	240	g
	0,03% Mo	-	4,8	g
Grex Citrus quelado (contendo)	10,0% N	-	1.600	g
	5,0% Zn	-	800	g
	3,0% Mn	-	480	g
	3,0% Mg	-	480	g
	1,0% Fe	-	160	g
	0,5% B	-	80	g
Rodisan (contendo)	10,65% Zn	-	2.130	g
Nitrofoska A (contendo)	14% N	-	5.600	g
	4% P_2O_5	-	1.600	g
	7% K_2O	-	2.800	g
	0,12% Mg	-	48	g
	0,0035% Zn	-	1,3	g
	0,0022% B	-	0,9	g
	0,014% Fe	-	5,6	g
	0,0017% Mn	-	0,7	g
	0,0003% Mo	-	0,1	g

Macrofol (contendo)	14% N	-	5.600	g
	4% P_2O_5	-	1.600	g
	7% K_2O	-	2.800	g
	0,12% Mg	-	48	g
	0,0035% Zn	-	1,3	g
	0,0022% B	-	0,9	g
	0,014% Fe	-	5,6	g
	0,0017% Mn	-	0,7	g
	0,0003% Mo	-	0,1	g
Fertilizante Foliar Rhodia quelado (contendo)	20% N	-	4.800	g
	5% K_2O	-	1.200	g
	0,75% B	-	180	g
	1,5% Zn	-	360	g

3.7 Aplicação dos tratamentos

A aplicação dos tratamentos foi executada por pulverizador tracionado por trator, tipo "Speed Sprayer" com capacidade para 2.000 litros.

O volume de solução aplicados foi de 33 litros por planta em cada pulverização realizando uma perfeita cobertura das plantas.

Os produtos na forma sólida eram previamente dissolvidos em água, enquanto que os produtos líquidos eram colocados diretamente nos tanques.

Em todos os tratamentos foram adicionados espalhante adesivo Age-Bem na dosagem de 30 ml por 100 l de água.

As dosagens desses produtos, usados no experimento constam na tabela 2.

3.8 Épocas das adubações foliares

O número de aplicação dos tratamentos foram variáveis de acordo com a fonte de nutriente utilizada. As formulações que possuíam os micronutrientes em concentrações menores foram fornecidas quatro vezes ao ano, enquanto que as formulações de micronutrientes mais concentradas foram fornecidas duas vezes ao ano.

Os tratamentos 1, 2, 3 e 4 foram aplicados em 16 de outubro de 1979 e 14 de fevereiro de 1980; e em 01 de outubro de 1980 e 01 de abril de 1981.

Os tratamentos 5, 6 e 7 foram aplicados em 16 de outubro de 1979, 12 de dezembro de 1979, 14 de fevereiro de 1980 e 17 de abril de 1980; e em 01 de outubro de 1980, 09 de janeiro de 1981, 01 de abril de 1981 e 19 de maio de 1981.

Os tratamentos 8, 9 e 10 que representam a soma-toria dos tratamentos 2, 3 e 4 respectivamente com os tratamentos 5, 6 e 7 foram aplicados nas épocas referidas anteriormente para cada um dos tratamentos, ou seja duas aplicações ao ano dos tratamentos 2, 3 e 4 e quatro aplicações ao ano dos tratamentos 5, 6 e 7.

O tratamento testemunha não recebeu nenhuma pulverização com micronutrientes no decorrer do experimento.

3.9 Coleta de dados

A avaliação da pesquisa foi realizada através da análise de folhas e produção das plantas, abrangendo um período de 3 anos consecutivos.

Foram coletadas amostras de folhas de todos os

tratamentos em 21 de março de 1979, antes do início dos tratamentos, em 16 de abril de 1980, após 1 ano de tratamentos, em 18 de maio de 1981 após 2 anos de tratamentos.

A produção média das plantas que compõe o experimento em 1979 foi de 306,0 quilogramas de frutas por planta. Em 1980 e 1981 determinou-se separadamente as produções em quilogramas de frutas por planta, em cada parcela de cada tratamento.

3.10 Análise estatística

Foi realizada a análise da variância dos teores de zinco, manganês e boro em cada ano e também da produção de frutas. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Procedeu-se ainda a análise pelo teste de Scheffé ao nível de 5% de probabilidade para comparação dos seguintes grupos de tratamentos: A (tratamento 2 + tratamento 3 + tratamento 4), B (tratamento 5 + tratamento 6 + tratamento 7) e C (tratamento 8 + tratamento 9 + tratamento 10), de acordo com PIMENTEL GOMES (1966).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no experimento são apresentados e discutidos a seguir.

4.1 Zinco

Conforme se observa na tabela 3, os dados referentes a primeira análise foliar dos teores de zinco, realizada em 1979, antes da aplicação dos adubos foliares, não apresentam diferença significativa pelo teste F a 5% de probabilidade entre os tratamentos, evidenciando que as parcelas encontravam-se uniformes. Os teores observados também mostram que as plantas se encontravam adequadamente supridas de zinco pois os teores encontrados podem ser considerados de ótimo a alto segundo RODRIGUEZ (1980). Esse fato ocorre devido às plantas virem recebendo anualmente os tratamentos com soluções de sais desse micronutriente.

O teste F aplicado aos resultados das análises foliares de 1980 e 1981 tabelas 4 e 5, após a aplicação dos adubos foliares mostram que há diferença significativa entre os tratamentos no fornecimento do zinco às plantas ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Teores dos micronutrientes zinco, manganês e boro em ppm nas folhas da laranjeira valência (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) em 1979 e resultados estatísticos.

Tratamentos	zinco	manganês	boro
1	39,6	65	75 a ⁽¹⁾
2	56,8	93	61 a
3	48,1	76	75 a
4	69,1	105	72 a
5	52,5	85	49 a
6	45,6	78	51 a
7	51,9	79	66 a
8	46,8	82	48 a
9	48,2	83	53 a
10	59,5	94	55 a
11	56,5	91	54 a
F	1,18 ^{n.s.}	1,14 ^{n.s.}	3,40 ^{**}
d.m.s.	-	-	28,8
C.V.	24,33%	20,85%	16,28%

⁽¹⁾ As médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Teores dos micronutrientes zinco, manganês e boro em ppm nas folhas e produção em quilogramas de frutas por planta da laranjeira valência (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) em 1980 e resultados estatísticos.

Tratamentos	zinco	manganês	boro	Produção
1	36,0 a ⁽¹⁾	63 a	61 c	208,7
2	16,2 c	41 c	61 c	246,5
3	36,0 a	54 ab	60 c	210,6
4	27,0 ab	58 a	83 ab	221,5
5	17,1 c	37 c	67 c	222,4
6	14,8 c	35 c	75 bc	216,1
7	18,0 bc	37 c	85 ab	200,1
8	16,6 c	40 c	95 a	240,0
9	20,2 bc	43 bc	32 d	218,5
10	20,7 bc	58 a	64 c	213,6
11	16,2 c	37 c	27 d	201,0
F	16,36 ^{**}	20,57 ^{**}	49,23 ^{**}	1,36 ^{n.s.}
d.m.s.	9,8	11,6	15,0	-
C.V.	15,42%	8,66%	7,89%	9,89%

(1)

As médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Teores dos micronutrientes zinco, manganês e boro em ppm nas folhas e produção em quilogramas de frutos por planta da laranjeira valência (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) em 1981 e resultados estatísticos.

Tratamentos	zinco	manganês	boro	Produção
1	42,7 a ⁽¹⁾	53 a	56 ab	331,3
2	15,3 cd	34 bc	47 bcd	316,4
3	39,3 a	49 ab	36 cd	329,2
4	38,3 a	61 a	50 abc	369,6
5	13,0 d	31 c	33 d	353,7
6	11,7 d	27 c	50 abc	350,4
7	13,7 cd	31 c	50 abc	344,0
8	18,7 c	35 bc	43 bcd	330,0
9	24,7 b	36 bc	39 cd	322,8
10	25,7 b	62 a	62 a	316,0
11	14,7 cd	26 c	39 cd	317,7
F	10,18**	19,04**	10,18**	0,52 ^{n.s.}
d.m.s.	5,6	15,6	14,7	-
C.V.	11,18%	13,08%	11,18%	12,56%

(1)

As médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos na análise foliar de 1980 conforme se observa na tabela 4, após um ano de aplicação dos adubos foliares mostram pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade que os tratamentos 1 e 3 diferem estatisticamente dos tratamentos 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 porém não diferem do tratamento 4. Os tratamentos 7, 9 e 10 diferem estatisticamente dos tratamentos 1 e 3 mas não diferem dos tratamentos 2, 4, 5, 6 e 11.

A eficiência dos tratamentos no fornecimento de zinco pode ser também verificada pelos resultados das análises foliares que indicam apenas os tratamentos 1, 3 e 4 com teores ótimos de zinco nas folhas enquanto que os tratamentos 7, 9 e 10 com níveis baixos e a testemunha com os demais tratamentos encontram-se deficientes conforme classificação de RODRIGUEZ (1980).

Os teores obtidos na análise foliar conforme se observa na tabela 5, obtida no levantamento de 1981, após dois anos de aplicação dos adubos foliares indicam pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade que os tratamentos 1, 3 e 4 diferem estatisticamente dos demais tratamentos, porém não diferem entre si. Os tratamentos 9 e 10 diferem estatisticamente dos demais tratamentos. O tratamento 8 difere estatisticamente dos tratamentos 1, 3, 4, 5, 6, 9 e 10, mas não difere dos tratamentos 2, 7 e 11. Os tratamentos 5 e 6 diferem estatisticamente dos tratamentos 1, 3, 4, 8, 9 e 10 mas não diferem dos tratamentos 2, 7 e 11.

A eficiência dos tratamentos no fornecimento de zinco também pode ser verificada pelos resultados das análises foliares que indicam apenas os tratamentos 1, 3, 4, 9 (limite) e 10 com teores ótimos de zinco nas folhas, enquanto que o tratamento 8 com nível baixo e a testemunha e os demais tratamentos revelam-se deficientes conforme RODRIGUEZ (1980).

Os resultados obtidos também indicam que a deficiência de zinco é bastante acentuada uma vez que após a paralização das aplicações de micronutrientes nas plantas do tratamento testemunha, elas apresentaram teores de deficiência do elemento nas folhas, que se mantiveram assim no decorrer do experimento.

A análise pelo teste de Scheffé ao nível de 5% de probabilidade conforme tabela 6, indica que os resultados da análise foliar de 1980 para comparação entre grupos de tratamentos no fornecimento de zinco às plantas cítricas, que o grupo A formado pelos tratamentos (2, 3 e 4) foi estatisticamente superior ao grupo B formado pelos tratamentos 5, 6 e 7. O grupo A formado pelos tratamentos 2, 3 e 4 foi estatisticamente superior ao grupo C formado pelos tratamentos 8, 9 e 10, enquanto que o grupo C formado pelos tratamentos 8, 9 e 10 foi estatisticamente superior ao grupo B formado pelos tratamentos 5, 6 e 7.

O teste de Scheffé ao nível de 5% de probabilidade aplicado aos resultados da análise foliar de 1981 conforme tabela 7 indica que o fornecimento de zinco pelo grupo A formado pelos tratamentos 2, 3 e 4 foi estatisticamente superior ao grupo B formado pelos tratamentos 5, 6 e 7 e ao grupo C formado pelos tratamentos 8, 9 e 10, enquanto que o grupo C foi estatisticamente superior ao grupo B formado pelos tratamentos 5, 6 e 7.

Esses resultados indicam um efeito negativo no fornecimento de zinco quando se realiza combinações de formulações de micronutrientes com macronutrientes em concentrações mais elevadas, que mostraram-se menos eficientes na correção de zinco que as formulações de micronutrientes separadamente.

O Sulfato de Zinco em combinação com Sulfato de

Manganês e Ácido Bórico elevou o nível foliar de zinco que se mostrou superior ao tratamento testemunha. Não foram constatados danos à folhagem em virtude da ausência de agente precipitante na solução o que concorda com os resultados obtidos por LABANAUSKAS *et alii* (1969/73) e KOLLER e SATTE (1979).

O quelado Grex Citrus apresentou um antagonismo com formulações contendo fósforo e potássio provocando uma redução na absorção do zinco quando fornecido em combinação com Macrofol conforme tabela 4 e 5.

O Rodisan apresentou um antagonismo com formulações contendo potássio (Fertilizante foliar Rhodia) que provocou uma redução na absorção do zinco quando fornecido em combinação com essa formulação. BAR-AKIVA (1971) obteve o melhor resultado no fornecimento de zinco, quando se utilizou formulação contendo nitrogênio e magnésio, de forma semelhante ao quelado Grex Citrus.

Resultados de antagonismo do zinco com outros nutrientes também são descritos na literatura por outros autores (MANCHANDA, 1974; JONES *et alii*, 1973 e BARNARD *et alii*, 1973).

O tratamento do quelado Grex Citrus promoveu uma elevação do nível foliar de zinco nas folhas tratadas, conforme se observa nas análises realizadas durante o experimento, indicando uma boa eficiência na correção da deficiência, mesmo em concentrações 5 vezes menor que as soluções com Sulfato de Zinco. Esses resultados são similares aos obtidos por LEONARD e MYER (1973).

O Rodisan também se mostrou eficiente como fonte de zinco, permitindo uma elevação adequada do nível foliar desse nutriente, semelhante ao Sulfato de Zinco e Grex Citrus.

As formulações (Nitrofoska A, Macrofol e Fertilizante foliar Rhodia) com macronutrientes e pequenas quantidades de micronutrientes e Fetrilon Combi não são eficientes na correção da deficiência de zinco, uma vez que o teor foliar desse nutriente nos tratamentos 2, 5, 6 e 7 chegaram a ser inferior a testemunha, após dois anos de adubação foliar.

O Sulfato de Zinco se mostrou eficiente na correção da deficiência de zinco em 2 aplicações ao ano em dosagem de 250 g por 100 l de água mostrando que não há necessidade de concentração maiores para elevar o seu nível nas folhas de citros conforme recomendação de outros autores. (MALAVOLTA, 1974; CAMPOS, 1976).

4.2 Manganês

Conforme se observa na tabela 3, os dados referentes às análises foliares do primeiro levantamento dos teores de manganês nas folhas em 1979 realizada antes do início dos tratamentos, mostram que não havia diferença estatística significativa entre os tratamentos delineados, evidenciando que as plantas das parcelas encontravam-se com nutrição uniforme. Os teores foliares encontrados na análise também mostram que as plantas das parcelas se encontravam adequadamente supridas de manganês com teores considerados alto segundo RODRIGUEZ (1980). Esse fato é devido ao fornecimento sistemático de manganês anualmente, através de pulverização de soluções de sais desse nutriente.

O teste F mostra que há diferença significativa no fornecimento de manganês ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos com base nos resultados das análises foliares de 1980 e 1981 após a aplicação dos adubos foliares.

Os resultados da análise foliar obtidos em 1980,

conforme se observa na tabela 4, após 1 ano de tratamento com adubos foliares mostram pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade que os tratamentos 1, 4 e 10 diferem estatisticamente dos tratamentos 2, 5, 6, 7, 8, 9 e 11, porém não diferem do tratamento 3. O tratamento 3 não difere estatisticamente do tratamento 9, porém difere dos tratamentos 2, 5, 6, 7, 8 e 11.

Os resultados da análise foliar realizada em 1981, conforme se observa na tabela 5, após 2 anos de tratamento com os adubos foliares, mostram pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade que os tratamentos 1, 4 e 10 diferem estatisticamente dos tratamentos 2, 5, 6, 7, 8, 9 e 11 porém não diferem do tratamento 3. O tratamento 3 difere estatisticamente dos tratamentos 5, 6, 7 e 11 porém não difere dos tratamentos 1, 2, 4, 8, 9 e 10.

Os resultados de análise foliar obtidos durante os 2 levantamentos após os tratamentos com os adubos foliares mostraram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, todavia se observa que os teores encontrados são ótimos ou altos inclusive o do tratamento testemunha.

Observa-se que ocorre uma tendência de queda dos teores foliares de manganês em função do tempo quando se paraliza os tratamentos desse nutriente via foliar, conforme se constata nos resultados de análise foliar do tratamento testemunha nas tabelas 4 e 5.

O teste de Scheffé ao nível de 5% de probabilidade conforme a tabela 6 aplicado aos resultados da análise foliar de 1980 para comparação entre grupos de tratamentos indica que o grupo A formado pelos tratamentos 2, 3 e 4 foi estatisticamente superior ao grupo B formado pelos tratamentos 5, 6 e 7 porém não difere do grupo C formado pelos trata-

mentos 8, 9 e 10. O grupo C formado pelos tratamentos 8, 9 e 10. O grupo C formado pelos tratamentos 8, 9 e 10 mostrou-se estatisticamente superior ao grupo B formado pelos tratamentos 5, 6 e 7 no fornecimento de manganês às plantas cítricas.

A análise pelo teste de Scheffé ao nível de 5% de probabilidade aplicado a análise de 1981 conforme a tabela 7 indica que o grupo A formado pelos tratamentos 2, 3 e 4 foi estatisticamente superior ao grupo B formado pelos tratamentos 5, 6 e 7, porém não difere do grupo C formado pelos tratamentos 8, 9 e 10. O grupo C formado pelos tratamentos 8, 9 e 10 mostrou-se estatisticamente superior ao grupo B formado pelos tratamentos 5, 6 e 7 no fornecimento de manganês às plantas cítricas.

O Sulfato de Manganês em combinação com Sulfato de Zinco e Ácido Bórico elevou o nível foliar de manganês que se mostrou superior ao tratamento testemunha no decorrer dos estudos.

Não foram observados danos à folhagem das plantas tratadas com Sulfato de Manganês na ausência de agente precipitante na solução concordando com resultados de LABA-NAUSKAS *et alii* (1969/73) e KOLLER e SATTE (1979).

Tabela 6. Análise pelo teste de Scheffé (S), da comparação entre grupo de tratamentos, no teor foliar de zinco, manganês e boro da laranjeira valência (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) em 1980.

	zinco	manganês	boro
Y1 = grupo A x grupo B	29,3 [*]	44 [*]	29,3 [*]
Y2 = grupo A x grupo C	21,7	12	21,7
Y3 = grupo B x grupo C	-7,6	-32 [*]	-7,6
S = valor calculado	22,98	27,19	22,9

*

Diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scheffé (S).

Os contrastes Y1, Y2 ou Y3 são significativos ao nível de 5% de probabilidade quando os valores estimados excederem ao valor calculado para S independente do sinal negativo ou positivo.

grupo A = (tratamento 2 + tratamento 3 + tratamento 4)

grupo B = (tratamento 5 + tratamento 6 + tratamento 7)

grupo C = (tratamento 8 + tratamento 9 + tratamento 10)

Tabela 7. Análise pelo teste de Scheffé (S), da comparação entre grupo de tratamentos, no teor foliar de zinco, manganês e boro da laranjeira valência (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) em 1981.

	zinco	manganês	boro
Y1 = grupo A x grupo B	54,5 [*]	55 [*]	14
Y2 = grupo A x grupo C	23,8 [*]	11	-11
Y3 = grupo B x grupo C	-30,7 [*]	-44 [*]	-25
S = valor calculado	13,17	36,34	34,36

*

Diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scheffé (S).

Os contrastes Y1, Y2 e Y3 são significativos ao nível de 5% de probabilidade quando os valores estimados excederem ao valor calculado para S, independente do sinal negativo ou positivo.

grupo A = (tratamento 2 + tratamento 3 + tratamento 4)

grupo B = (tratamento 5 + tratamento 6 + tratamento 7)

grupo C = (tratamento 8 + tratamento 9 + tratamento 10)

O quelado Grex Citrus apresentou um antagonismo com formulações contendo fósforo e potássio, quando em combinação, promovendo uma redução na absorção do manganês em relação à sua aplicação isoladamente.

O Sulfato de Manganês não se mostrou afetado por soluções contendo zinco, boro e potássio (Fertilizante foliar Rhodia) no fornecimento de manganês conforme se constata na tabela 4 e 5 onde se observa teores foliares semelhantes na presença ou ausência desses nutrientes, BARNARD *et alii* (1973).

O quelado Grex Citrus promoveu uma elevação do nível foliar do manganês nas folhas tratadas, conforme se observa nas análises foliares encontradas nas tabelas 4 e 5, mesmo em concentração 6 vezes menor que o Sulfato de Manganês.

As formulações com macronutrientes (Nitrofoska A, Macrofol e Fertilizante foliar Rhodia) e pequenas quantidades de micronutrientes e Petrilon Combi não são eficientes na correção da deficiência de manganês, uma vez que o teor foliar desse nutriente nos tratamentos 2, 5, 6 e 7 mostraram-se semelhantes a testemunha durante as análises de 1980 e 81.

O Sulfato de Manganês mostrou-se eficiente na correção da deficiência de manganês em 2 aplicações ao ano em dosagem de 150 g por 100 l de água, mostrando que não há necessidade de concentrações maiores para elevar o seu nível nas folhas de citros, conforme recomendação de outros autores (SALIBE, 1974; CAMPOS, 1976).

4.3 Boro

A tabela 3 indica que os resultados obtidos na análise foliar dos teores de boro em 1979, antes da aplicação dos adubos foliares, não apresentam diferença estatística sig-

nificativa entre os tratamentos delineados, evidenciando que as parcelas encontravam-se uniformes. Os teores observados mostram que as plantas se encontravam adequadamente supridas de boro com teores considerados ótimo segundo RODRIGUEZ (1980).

Os teores adequados de boro encontrados são resultantes do fornecimento desse nutriente via foliar anualmente às plantas.

O teste F aplicado aos resultados das análises foliares de 1980 e 1981, após a aplicação dos adubos foliares mostra que há diferença significativa entre os tratamentos no fornecimento de boro às plantas ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos na análise foliar de 1980, conforme se observa na tabela 4 após um ano de aplicação dos adubos foliares, mostram pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade que o tratamento 8 difere estatisticamente dos tratamentos 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10 e 11, porém não difere dos tratamentos 4 e 7. Os tratamentos 4 e 7 diferem estatisticamente dos tratamentos 1, 2, 3, 5, 9, 10 e 11, porém não diferem do tratamento 6. Os tratamentos 1, 2, 3, 5, 6 e 10 diferem estatisticamente dos tratamentos 9 e 11, mas não diferem entre si.

O teor de boro na análise foliar de 1980 mostrou-se baixo apenas nos tratamentos testemunha e tratamento 9, nos demais mostrou-se ótimo, segundo classificação de RODRIGUEZ (1980).

Os resultados obtidos na análise foliar de 1981 conforme se observa na tabela 5, após 2 anos de tratamento com os adubos foliares mostram pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade que o tratamento 10 difere estatística

mente dos tratamentos 2, 3, 5, 6, 8, 9 e 11 mas não difere dos tratamentos 1, 4 e 7. O tratamento 1 não difere estatisticamente dos tratamentos 3, 5, 6, 9 e 11. Os tratamentos 4 e 7 não diferem estatisticamente dos tratamentos 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10 e 11, porém diferem do tratamento 5. O tratamento 5 não difere estatisticamente dos tratamentos 2, 3, 6, 8, 9 e 11, no fornecimento de boro às plantas cítricas.

Embora ocorresse diferença estatística significativa entre os tratamentos o teor de boro encontrado na análise foliar de 1981 mostrou-se ótimo em todos os tratamentos inclusive no tratamento testemunha.

Nas análises de 1981 mostrou uma elevação do teor foliar de boro em todos os tratamentos, exceção do tratamento 9 onde se combinou formulações de Grex Citrus e Macrofol apresentando teor foliar semelhante a testemunha observando-se também que o tratamento com Grex Citrus, isoladamente, permitiu uma elevação semelhante ao Ácido Bórico indicando um possível antagonismo de formulação contendo fósforo e potássio.

4.4 Produção

As produções obtidas nos tratamentos durante as safras de 1980 e 1981 encontram-se respectivamente nas tabelas 4 e 5. Não mostram diferença estatística significativa entre a produção da testemunha e dos tratamentos empregados ao nível de 5% de probabilidade. Todavia a produção das plantas nos tratamentos com adubos foliares mostraram-se superiores ao tratamento testemunha nas safras de 1980 e 1981, porém não se observou nenhuma correlação positiva entre o teor dos micronutrientes e a produção.

As diferenças de produções obtidas nos tratamentos não permitem indicar efeitos dos micronutrientes no aumento

to da produção concordando com os resultados obtidos por JONES *et alii* (1973) e SHARMA *et alii* (1974).

A não ocorrência de diferença estatística significativa na produção das plantas dos diferentes tratamentos, sugere que há necessidade de experimentação mais prolongada para se estudar resultados mais amplos, principalmente quando o estudo é realizado em pomares aparentemente nutridos e equilibrado com o fornecimento de micronutrientes, conforme foi observado nos resultados da análise foliar realizada antes do início dos tratamentos. Esses resultados confirmam os obtidos por KOLLER e SATTE (1979) que não encontraram efeito na produtividade das plantas cítricas através do fornecimento de zinco e manganês quando os teores foliares desses nutrientes eram respectivamente superior a 17 ppm e 25 ppm.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no decorrer do presente estudo são retiradas as seguintes conclusões:

- Mostraram-se eficientes no fornecimento de zinco, manganês e boro às plantas cítricas aplicados duas vezes ao ano os seguintes tratamentos:
 - I) O Sulfato de Zinco, Sulfato de Manganês e Ácido Bórico, respectivamente nas doses de 250, 150 e 50 gramas em 100 litros de água.
 - II) O quelado Grex Citrus na dose de 200 ml em 100 litros de água.
 - III) O Rodisan, Sulfato de Manganês e Ácido Bórico respectivamente nas doses de 250, 150 e 50 gramas em 100 litros de água.
- A combinação de formulações de micronutrientes com macronutrientes em concentrações elevadas reduzem a absorção de micronutrientes, principalmente do zinco.
- As formulações de macronutrientes com pequenas quantidades de micronutrientes não foram eficientes para o fornecimento adequado de zinco, manganês e boro às plantas cítrica mesmo

quando aplicados quatro vezes ao ano.

- O zinco foi o micronutriente que com mais freqüência se mostrou deficiente nas plantas cítricas no decorrer do estudo.
- Não foi observado efeito dos tratamentos na produção de frutas no período estudado, possivelmente por ser curto o período de observação.
- As plantas testemunha não recebendo zinco, manganês e boro "via foliar" por 2 anos seguidos, mostraram concentrações menores desses nutrientes, em comparação com as dos outros tratamentos.

6. LITERATURA CITADA

- ANDERSON, C.A. e C.D. LEONARD, 1982. Correction of zinc-deficiency. The Citrus Industry. Bartow, Florida, 63:53-57.
- BAR-AKIVA, A.; A. GOTFRIED e R. LAVON, 1971. A comparison of various means of testing the effectiveness of foliar sprays for correcting zinc deficiencies in Citrus trees. J. Hort. Sci., 46:397-401.
- BARNARD, R.O.; W.J. FOLSCHER e C.J. OBERHOLZER, 1973. The uptake of Zn, Mn, Cu and B from spray mixtures by Navel orange leaves. Plant and Soil, 39:429-432.
- BATAGLIA, O.C.; J.P.F. TEIXEIRA; P.R. FURLANI; A.M.C. FURLANI e J.R. GALLO, 1978. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônômico, 31 p. (Circular, 87).
- BATCHELLOR, L.D., 1948. Principles and methods of fertilization. In: The Citrus Industry. Berkeley, University of California Press, v. 2. p. 323-383.
- BEN DAVID, M.D., 1975. Mineral nutrition and irrigation in citrus crops. Basle, Switzerland, Ciba Geigy Agrochemicals, p. 14-20.

- BRASIL. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1960. Comissão de Solos. Levantamento e reconhecimento de solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 634 p. (Boletim, 12).
- CAETANO, A.A., 1979. Princípios básicos da adubação foliar de citrus. Citrus, São Paulo, 1:23-25.
- CAETANO, A.A., 1980. Tratamento fitossanitário do pomar cítrico. In: RODRIGUEZ, O. e F.C.P. VIEGAS, eds. Citricultura brasileira. Campinas, Fundação Cargill, v. 2. p.623-641.
- CAMARGO, P.N. e O. SILVA, 1975. Manual de adubação foliar. São Paulo, Libreira e Editora Herba, 258 p.
- CAMPOS, J.S., 1976. Cultura dos citros. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI, 100 p. (Boletim técnico, 88).
- CHAPMAN, H.D., 1976. Zinc. In: CHAPMAN, H.D., ed. Diagnostic criteria for plants and soils. University of California, Division of Agriculture Sciences, Riverside, p. 484-499.
- DE NEGRI, J.D., 1977. Micronutrientes em citros, Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI, 58 p. (revisão de literatura).
- EMBLETON, T.W.; E.F. WALLIHAN e G.E. GOODALL, 1965. Effectiveness of soil vs. foliar applied zinc, and of foliar applied manganese on California lemons. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 86:253-259.
- JONES, W.W.; T.W. EMBLETON, J.H. FOOTT e R.G. PLATT, 1973. Response of young lemon trees to potassium and zinc application - Yield and fruit quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 98(4):414-416.

- KOLLER, O.C. e C.S. SATTE, 1979. Influência da adubação foliar da laranjeira-valência (*Citrus sinensis* Osb.) com Zn + Mn, na presença de dois níveis de Ca(OH)_2 sobre a produção e os teores foliares de Zn e Mn. In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Fruticultura, Pelotas, Sociedade Brasileira de Fruticultura, v. 2:829-840.
- LABANAUSKAS, C.K. e R.E. PUFFER, 1964. Effects of foliar applications of manganese, zinc, and urea on Valencia Orange Yield and Foliage composition. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 84:158-164.
- LABANAUSKAS, C.K.; W.W. JONES e T.W. EMBLETON, 1969. Low Residue Micronutrient Nutritional Sprays for Citrus. Proc. First. Int. Citrus Symposium, 3:1535-1541.
- LABANAUSKAS, C.K.; W.W. JONES e T.W. EMBLETON, 1973. Low Residue Micronutrient Sprays for Citrus. California Agriculture, 27(1):6-7.
- LEONARD, C.D. e I. STEWART, 1958. Zinc deficiency. In: PRATT, R.M., Coord. Florida guide to citrus insects, diseases, and nutritional disorders in color. Gainesville Agricultural Experiment Station, p. 46-47.
- LEONARD, C.D. e F. MYER, 1973. Zinc oxide and liquid zinc chelate sprays and leaf dips for correction of zinc deficiency in Citrus. Florida State Hort. Soc. Proc., 86: 4-8.
- MALAVOLTA, E., 1970. ABC da adubação. 3a. ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 172 p.
- MALAVOLTA, E.; H.P. HAAG; F.A.F. MELLO e M.O.C. BRASIL SOBRINHO, 1974. Nutrição mineral de plantas cultivadas. São Paulo, Editora Pioneira, 727 p.

- MANCHANDA, H.R., 1974. Chemical composition of sweet orange leaves (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) as affected by foliar applications of Zn, Cu, Mn and Fe alone and their combinations - variety Pineapple. Indian Jor. Hort., 31:34-37.
- PIMENTEL GOMES, F., 1966. Curso de estatística experimental. 3.a ed. Piracicaba, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 404 p.
- RODRIGUEZ, O., 1977. Nutrição de citrus. In: IV Encontro Nacional de Citricultura, Aracaju, Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. 53-60.
- RODRIGUEZ, O., 1980. Nutrição e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O. e F.C.P. VIEGAS, eds. Citricultura brasileira. Campinas, Fundação Cargill, v. 2. p. 387-426.
- SALIBE, A.A., 1974. Cultura dos citros: Curso de Especialização ao nível de pós-graduação. Recife, SUDENE/UFRPE, 188 p.
- SETZER, J., 1946. Contribuição para o estudo do clima no Estado de São Paulo. São Paulo, Escola Profissionais Salesianas, 239 p.
- SHARMA, B.B.; R. SINGH e H.C. SHARMA, 1974. Response of sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck) plants to zinc, urea and DBCP. Indian Jor. Hort., 31:38-44.
- SMITH, P.F., 1966. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N. F., ed. Nutrition of fruit crops. Somerville, New Jersey, Somerset Press, p. 174-207.

STEWART, I., 1962. The effect of minor element deficiencies on free amino acids in citrus leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 81:244-249.

WALLIHAN, E.F. e L. HEYMANN-HERSCHBERG, 1956. Some factors affecting absorption and translocation of zinc in citrus plant. Plant Physiology, 31:294-299.