

Eficiência entre adubos foliares e sais contendo micronutrientes na composição foliar e produtividade do limoeiro siciliano (*Citrus limon* Burm f.)

Hélio Grassi Filho^{1*}, José Eduardo Creste¹, Carlos Henrique dos Santos², Ernesto Luis Pires de Almeida³ e Jones Yasuda⁴

¹Departamento de Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, C.P. 237, 18603-970, Botucatu-São Paulo, Brazil. ²Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Unesp, Distrito de Rubião Júnior, C.P. 510, 18618-000, Botucatu-São Paulo, Brazil. ³Engenheiro Agrônomo, Companhia Agrícola Botucatu/Fazenda Morrinhos, Km 15, Rod. Botucatu-Itatinga, Botucatu-São Paulo, Brazil. ⁴Engenheiro Agrônomo, Iharabrás S.A. Indústrias Químicas, C.P. 303, 18001-970, Sorocaba-São Paulo, Brazil. *Author for correspondence. E-mail: heliograssi@fca.unesp.br

RESUMO. Com o objetivo de comparar a eficiência de duas formulações de adubos foliares no fornecimento de boro, manganês e zinco com a aplicação de sais, em plantas de limoeiro siciliano, foi conduzido um experimento na Fazenda Morrinhos - Botucatu (SP). Os tratamentos utilizados foram: fertamin citros - 8 e 12 Lha⁻¹, em 4 aplicações e 9 Lha⁻¹ em 3 aplicações; nutrimins - 9 Lha⁻¹ em 3 aplicações e sais em 3 aplicações. Os resultados de 3 anos de avaliações, analisados através do delineamento estatístico em esquema fatorial 3x5 em blocos casualizados, mostraram que os sais proporcionaram resultados superiores aos fertamin citros e nutrimins para Zn, Mn e B. O nutrimins, aplicado via foliar, não proporcionou a elevação e a manutenção do teor dos micronutrientes Zn, Mn e B nas folhas a níveis adequados, sendo que a aplicação de micronutrientes em citros deve contemplar aplicações foliares e no solo.

Palavras-chave: adubação foliar, boro, *Citrus*, manganês, micronutrientes, zinco.

ABSTRACT. Efficiency of two foliar fertilizers and salts containing micronutrients on leaf concentration and yield of *Citrus limon* Burn L. trees. The aim of the present study, carried out at Morrinhos farm, Botucatu, state of São Paulo, Brazil, was to evaluate the efficiency of two foliar fertilizer formulations in supplying boron, manganese and zinc with the application of salts to *Citrus limon* (h.) Burm L. trees. The treatments consisted of 8 and 12Lha⁻¹ fertamin citros in 4 applications and 9 Lha⁻¹ fertamin citros in 3 applications; 9 Lha⁻¹ fertamin citros in 3 applications; 9 Lha⁻¹ nutrimins in 3 applications and salts in 3 applications. The results of a three-year evaluation through 3x5 factorial scheme in completely randomized bloc design showed that salts provided better results than fertamin citros and nutrimins for zinc, manganese and boron. The foliar application of nutrimins did not increase nor maintain Zn, Mn and B micronutrient contents at the appropriate level in the leaves, so that both foliar and soil micronutrient applications to citrus may be required.

Key words: boron, *Citrus limon*, foliar application, manganese, micronutrients, zinc.

Entre os fatores de produção, a nutrição mineral é considerada o meio mais rápido e menos oneroso para aumentar a produtividade (Vitti, 1988). É importante ressaltar que a produção máxima, bem como a qualidade de frutos cítricos, somente são alcançadas através do equilíbrio no fornecimento de macro e micronutrientes, os quais atuam direta ou indiretamente no metabolismo vegetal.

De um modo geral, a produção das plantas cítricas não tem sido satisfatória devido,

principalmente, ao desequilíbrio nutricional. Este fator agrava-se quando se constata a expansão da cultura dos citros em solos de baixa fertilidade, como os de vegetação de cerrado, que, necessitam de maiores cuidados na nutrição.

A adubação foliar destina-se às correções de micronutrientes e macronutrientes com o objetivo de complementar a adubação via solo. Tal processo pode significar economia na utilização de fertilizantes porque, via solo, a eficiência no

aproveitamento dos nutrientes é reduzida devido, entre outros, aos processos de lixiviação e imobilização (Winter *et al.*, 1963 e Stoller, 1989).

Diversos experimentos têm sido realizados em citros para se conhecer a influência da adubação foliar com micronutrientes, sobre os teores foliares e a produção de frutos, utilizando-se diferentes concentrações, produtos e épocas, associadas a outras aplicações, e comparada com aplicações no solo.

Smith e Rasmussen (1955) obtiveram bons resultados nos níveis foliares desses micronutrientes por vários anos, aplicando Zn e Mn, misturados à primeira camada de solo em doses de 50 a 500 g de sulfato de zinco e sulfato de manganês/planta.

Dechen e Neves (1988) reuniram conclusões de trabalhos de vários autores com o objetivo de analisar a utilização da adubação foliar para a cultura dos citros. Citaram o experimento de Embleton *et al.* (1965), com limoeiro, onde a aplicação de Zn no solo e Mn via foliar foi o único tratamento que aumentou significativamente a produção. Os autores encontraram alguns inconvenientes na prática da adubação foliar, como: a instabilidade da solução ao usar misturas com defensivos de emulsão oleosa, dificuldade de aplicação em pomares em declive e aumento da população de ácaro devido a resíduos dos elementos nas folhas. Já Machanda *et al.* (1972) verificaram que o Zn aplicado nas folhas e no solo teve seu teor aumentado nas folhas em ambos os casos.

Donadio (1992), estudando o uso dos micronutrientes zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B), aplicados via solo, no plantio e, posteriormente, via foliar, em pomares de laranja 'Pera' enxertadas em tangerineira 'Cleópatra' e limoeiro 'Cravo', verificaram que para o boro níveis adequados foram atingidos quando da aplicação via solo. Para o zinco, a combinação da aplicação via solo e foliar foi mais eficiente e, para o manganês, a correção para os níveis adequados pode ser feita via solo, foliar ou ambas.

Sempionato e Grassi Filho (1992) estudaram o fornecimento de micronutrientes utilizando fertilizante líquido mineral misto, contendo 60 g kg⁻¹ de Zn, 20 g kg⁻¹ de Mn e 5 g kg⁻¹ de B, além da matéria orgânica constituída de aminoácidos, visando verificar sua eficiência quando comparado com aplicações de sais e com produtos quelatizados padrão, em mudas de tangerineira 'Sunki' e limoeiro 'Cravo'. Comprovaram que, em termos de fornecimento de zinco, 0,078 g do fertilizante estudado propiciou correção equivalente aos níveis foliares obtidos com 0,156 g de zinco contido no produto quelatizado padrão, mostrando que, mesmo

utilizando dose menor, o produto foi tão eficiente quanto outros tratamentos no fornecimento de micronutrientes. Atualmente, a adubação com micronutrientes para a cultura dos citros está baseada nas recomendações do Grupo Paulista de Adubação e Calagem de Citros (1996).

Através deste estudo, objetivou-se comparar a eficiência de duas formulações de adubos foliares contendo os micronutrientes boro, manganês e zinco com a aplicação convencional de sais, em plantas de limoeiro siciliano, na região de Botucatu (SP).

Material e métodos

O presente experimento foi instalado na Fazenda Morrinhos, localizada no Município de Botucatu, Estado de São Paulo, a qual é responsável por mais de 60% da produção nacional de limão.

Foram selecionadas plantas de limão siciliano enxertadas sobre laranja 'Azeda', com 5 anos de idade. O solo predominante classifica-se como Latossolo Vermelho Escuro distrófico, A moderado, textura média, fase relevo suave ondulado.

Foram avaliados por três anos o desempenho de dois produtos comerciais destinados ao fornecimento de micronutrientes, via aplicação foliar, e a recomendação de aplicação de sais do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994). O produto comercial Fertamin Citros apresentou como garantias mínimas, 60 g Kg⁻¹ de zinco, 20 g Kg⁻¹ de manganês e 5 g Kg⁻¹ de boro, já o Nutrimins Zn - 50 g Kg⁻¹ de zinco, Nutrimins Mn - 30 g Kg⁻¹ de manganês e Nutrimins B - 5 g Kg⁻¹ de boro. As pulverizações de sais foram compostas de 5 g dm⁻³ de uréia + 5 g dm⁻³ de ZnSO₄ + 3 g dm⁻³ de MnSO₄ + 0,8 g dm⁻³ de H₃BO₃ + 1,5 g dm⁻³ de KCl.

Foram adotados os seguintes tratamentos via foliar: Fertamin Citros - 8 Lha⁻¹ parcelado em 4 aplicações de 2 Lha⁻¹; Fertamin Citros - 12 Lha⁻¹ parcelado em 4 aplicações de 3 Lha⁻¹; Fertamin Citros - 9 Lha⁻¹ parcelado em 3 aplicações de 3 Lha⁻¹; Nutrimins - 9 Lha⁻¹ parcelado em 3 aplicações de 3 Lha⁻¹ e Sais parcelado em 3 aplicações. Os resultados de teor de Zn, Mn e B nas folhas e os parâmetros de produção, peso médio de frutos, produção de frutos por planta, número de caixas de 40,8 Kg de frutos por planta, foram avaliados por três anos consecutivos através de delineamento em esquema fatorial 3x5, com seis blocos casualizados no talhão. Cada parcela foi constituída por 6 plantas, com as 4 centrais consideradas úteis. O somatório das produções nos três anos foi avaliado em separado através de análise em blocos casualizados.

A amostragem de folhas foi realizada 30 dias após aplicação dos tratamentos, coletando-se a 3ª ou 4ª folha de ramos frutíferos, dos 4 quadrantes, localizados na região mediana da planta, totalizando 96 folhas por tratamento. A análise química, para a determinação analítica dos nutrientes Zn, Mn e B foi realizada segundo metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1989).

Resultados e discussão

Os resultados da análise do teor de zinco nas folhas (Tabela 1) mostram que a aplicação de sais proporcionou o maior teor deste elemento, juntamente com o Fertamin Citros na dose de 9 Lha⁻¹ parceladas em três aplicações e que este tratamento, por sua vez, não diferiu do Nutrimins, o qual difere da aplicação de sais. Durante o decorrer dos anos observou-se variação no teor de Zn nas folhas, não havendo diferença no decorrer dos três anos apenas para o Nutrimins.

Tabela 1. Resultados de três anos de aplicações de adubos via foliar no teor médio de zinco (mg kg⁻¹) em folhas de limoeiro siciliano

Produtos Aplicados	Anos agrícolas			Média das Aplicações
	91/92	92/93	93/94	
Fertamin Citros - 8Lha ⁻¹ - 4 aplic.	50,7 bC	78,3 aA	36,7 bC	55,2 C
Fertamin Citros - 12Lha ⁻¹ - 4 aplic.	70,3 aB	44,5 bB	37,2 bC	50,7 C
Fertamin Citros - 9Lha ⁻¹ - 3 aplic.	52,5 aC	78,7 aA	87,5 aAB	72,9 AB
Nutrimins - 9Lha ⁻¹ - 3 aplicações	64,7 bBC	68,7 aB	81,0 aB	71,4 B
Sais - 3 aplicações	104,5 aA	41,8 bB	100,7 aA	82,3 A
Média dos anos	68,5 a	62,4 a	68,6 a	
Média Geral	66,5	CV%		15,3

Letras maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Para os resultados de teor de manganês nas folhas (Tabela 2), observou-se que a aplicação de sais e do Nutrimins não diferiram estatisticamente entre si, apresentando-se superior ao Fertamin Citros. No ano agrícola 93/94, o teor de manganês foliar foi superior e diferente estatisticamente dos demais anos, para os produtos Fertamin Citros na dose de 9 Lha⁻¹, Nutrimins e sais. A aplicação de zinco e manganês via foliar, manteve, ao longo dos três anos agrícolas, valores que são considerados adequados pelo Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994) concordando também com relatos de Grassi Filho (1996), a respeito de que o fornecimento de zinco apresenta melhor resposta quando realizado através de aplicação foliar, sendo que para o manganês, tanto a foliar como via solo, são boas formas para garantir teor adequado.

De acordo com a Tabela 3, observou-se que nenhum dos tratamentos garantiram o teor adequado de boro nas folhas, segundo o Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994),

concordando com citações de Grassi Filho (1996), as quais relatam que a melhor forma de adição de boro aos citros, de maneira a garantir o nível adequado para produção satisfatória, seria sua aplicação no solo e não via foliar, como na prática vem ocorrendo. Dentre todos os resultados de teor de boro foliar, somente a aplicação de sais mostrou-se superior aos demais tratamentos e, no ano agrícola 93/94, garantiu teor adequado do nutriente nas folhas.

Tabela 2. Resultados de três anos de aplicações de adubos via foliar no teor médio de manganês (mg kg⁻¹) em folhas de limoeiro siciliano

Produtos Aplicados	Anos agrícolas			Média das Aplicações
	91/92	92/93	93/94	
Fertamin Citros - 8Lha ⁻¹ - 4 aplic.	36,7 aA	35,0 aA	31,8 aC	34,5 BC
Fertamin Citros - 12Lha ⁻¹ - 4 aplic.	32,3 aA	33,8 aA	32,0 aC	32,7 C
Fertamin Citros - 9Lha ⁻¹ - 3 aplic.	30,7 bA	35,7 bA	53,2 aB	39,8 B
Nutrimins - 9Lha ⁻¹ - 3 aplicações	36,5 bA	34,7 bA	67,7 aA	46,3 A
Sais - 3 aplicações	38,2 bA	37,5 bA	76,3 aA	50,7 A
Média dos anos	34,9 b	35,3 b	52,2 a	
Média Geral	40,8	CV%		15,5

Letras maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Tabela 3. Resultados de três anos de aplicações de adubos via foliar no teor médio de boro (mg kg⁻¹) em folhas de limoeiro siciliano

Produtos Aplicados	Anos agrícolas			Média das Aplicações
	91/92	92/93	93/94	
Fertamin Citros - 8Lha ⁻¹ - 4 aplic.	22,5 bA	28,8 aAB	28,5 aBC	26,6 B
Fertamin Citros - 12Lha ⁻¹ - 4 aplic.	24,8 bA	24,7 bB	31,5 aB	27,0 B
Fertamin Citros - 9Lha ⁻¹ - 3 aplic.	26,0 aA	24,8 aB	23,3 aC	24,7 B
Nutrimins - 9Lha ⁻¹ - 3 aplicações	21,5 bA	30,5 aA	29,0 aB	27,0 B
Sais - 3 aplicações	25,3 bA	26,3 bAB	47,7 aA	33,1 A
Média dos anos	24,0 c	27,0 b	32,0 a	
Média Geral	27,7	CV%		11,7

Letras maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Para os parâmetros de produção avaliados, como: produção de frutos por planta (Tabela 4), número de caixas de frutos por planta (Tabela 5) e peso médio de frutos por planta de limoeiro siciliano (Tabela 6), nenhum dos tratamentos de aplicação foliar apresentaram diferenças significativas entre si. Observou-se porém, que, ao longo dos anos, as médias aumentaram para os mesmos parâmetros, e que pode estar associado ao ganho de idade do pomar. Houve também interação entre produtos aplicados e o tempo, porém difícil de ser explicada devido à sua variabilidade.

A somatória da produção acumulada nos três anos agrícolas (Tabela 7) mostra que não houve diferença estatística entre os produtos comerciais utilizados e a aplicação de sais. Entretanto, observou-se que a aplicação de sais proporcionou produção acumulada superior à produção obtida através da aplicação dos produtos Fertamin Citros e Nutrimins, com aumento relativo que variam de 1,3 a 7,2%, representando diferença de 1,9 a 10,6 T ha⁻¹.

Tabela 4. Resultados de três anos de aplicações de adubos via foliar na produção de frutos (kg planta⁻¹) por planta de limoeiro siciliano

Produtos Aplicados	Anos agrícolas			Média das Aplicações
	91/92	92/93	93/94	
Fertamin Citros - 8 Lha ⁻¹ - 4 aplic.	160,5 bB	210,7 aAB	176,5 abC	182,6 A
Fertamin Citros - 12 Lha ⁻¹ - 4 aplic.	162,8 bB	162,1 bC	230,1 aA	185,0 A
Fertamin Citros - 9 Lha ⁻¹ - 3 aplic.	209,2 aA	166,7 bBC	178,4 abBC	184,7 A
Nutrimins - 9 Lha ⁻¹ - 3 aplicações	147,5 bB	221,9 aA	173,1 bC	180,8 A
Sais - 3 aplicações	171,3 bAB	160,1 bC	223,6 aAB	185,0 A
Média dos anos	170,3 b	184,3 ab	196,3 a	
Média Geral	183,6	CV%		15,3

Letras maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Tabela 5. Resultados de três anos de aplicações de adubos via foliar na produção de caixas de frutos por planta (caixa planta⁻¹) de limoeiro siciliano

Produtos Aplicados	Anos agrícolas			Média das Aplicações
	91/92	92/93	93/94	
Fertamin Citros - 8 Lha ⁻¹ - 4 aplic.	3,94 bB	5,19 aAB	4,42 abB	4,51 A
Fertamin Citros - 12 Lha ⁻¹ - 4 aplic.	4,06 bB	3,96 bC	5,73 aA	4,59 A
Fertamin Citros - 9 Lha ⁻¹ - 3 aplic.	5,18 aA	4,17 bBC	4,37 abB	4,57 A
Nutrimins - 9 Lha ⁻¹ - 3 aplicações	3,62 bB	5,51 aA	4,33 bB	4,49 A
Sais - 3 aplicações	4,27 bAB	3,92 bC	5,58 aA	4,59 A
Média dos anos	4,21 b	4,55 ab	4,89 a	
Média Geral	4,55	CV%		15,2

Letras maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Tabela 6. Resultados de três anos de aplicações de adubos via foliar no peso médio de frutos (g) por planta de limoeiro siciliano

Produtos Aplicados	Anos agrícolas			Média das Aplicações
	91/92	92/93	93/94	
Fertamin Citros - 8 Lha ⁻¹ - 4 aplic.	155,2 bB	182,0 aA	180,5 aA	172,6 A
Fertamin Citros - 12 Lha ⁻¹ - 4 aplic.	176,0 aA	157,5 bB	191,4 aA	175,0 A
Fertamin Citros - 9 Lha ⁻¹ - 3 aplic.	187,0 aA	174,4 aAB	154,9 bB	172,1 A
Nutrimins - 9 Lha ⁻¹ - 3 aplicações	152,4 bB	185,3 aA	175,4 aA	171,0 A
Sais - 3 aplicações	169,2 bAB	156,5 bB	192,4 aA	172,7 A
Média dos anos	168,0 b	171,1 b	178,9 a	
Média Geral	183,6	CV%		6,5

Letras maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Tabela 7. Somatória das produções de limão siciliano nos três anos agrícolas (T ha⁻¹) e a produção relativa à aplicação de sais (%).

Produtos Aplicados	Anos agrícolas		Produção Relativa
	91/92	93/94	
Fertamin Citros - 8 Lha ⁻¹ - 4 aplic.	137,4 A		92,8 A
Fertamin Citros - 12 Lha ⁻¹ - 4 aplic.	136,5 A		92,2 A
Fertamin Citros - 9 Lha ⁻¹ - 3 aplic.	142,2 A		96,1 A
Nutrimins - 9 Lha ⁻¹ - 3 aplicações	146,1 A		98,7 A
Sais - 3 aplicações	148,0 A		100,0 A
Média Geral	142,2		
CV%	10,6		

Letras maiúsculas na vertical iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Desta forma, observou-se que as aplicações de sais mostraram-se superiores às aplicações de Fertamin Citros e Nutrimins, para o teor dos

micronutrientes zinco, manganês e boro nas folhas de limoeiro siciliano, proporcionando garantia de maior produção. A aplicação de boro via foliar não proporcionou a elevação e a manutenção de seu teor nas folhas, em nível considerado adequado.

É importante salientar, entretanto, que os trabalhos com aplicação de micronutrientes em citros devem contemplar aplicações foliares e no solo, bem como estudos a campo superior a três anos, como adotados neste trabalho.

Referências bibliográficas

- Dechen, A.R.; Neves, C.S.V.J. Aplicação foliar de nutrientes em citros. *Laranja*, 9(1):65-88, 1988.
- Donadio, L.C. EECB comemora 10 anos. *Inform. Cooper Citrus*, 6(67):20-24, 1992.
- Embleton, T.W.; Wallhan, E.F.; Goodall, G.E. Effectiveness of soil vs. foliar applied zinc and foliar applied manganese on California lemons. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 86:253-259, 1965.
- Grassi Filho, H. *Nutrição e adubação dos citros*. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais - Fepaf, Botucatu, 1996. 52 p.
- Grupo Paulista de Adubação de Citros. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. 3.ed., São Paulo, 1994. 27 p.
- Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. *Bol. Téc. Inst. Agron.*, 100:133-136, 1996.
- Machanda, H.R.; Randhawa, N.S.; Shukla, V.C. Relative efficacy of soil versus foliar application of zinc to Blood Red variety of sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Ind. J. Agric. Sci.*, 42(4):347-351, 1972.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. *Avaliação do estado nutricional de plantas - princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafós, 1989. 201 p.
- Sempionato, O.R.; Grassi Filho, H. Nova formulação para fornecimento de micronutrientes aos citros. *Inform. Cooper Citrus*, 6(68):19-20, 1992.
- Smith, P.F.; Rasmussen, G.K. Field trials on the long - term effect of single applications of Cu, Zn and Mn on Florida sandy citrus soil. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 72:87-92, 1955.
- Stoller, J. Adubação foliar em citros. *Laranja*, 10(2):555-564, 1989.
- Vitti, G.C. Amostragem e interpretação de análise de solo e de folha na citricultura. Jaboticabal: Funep, 1988. 32p.
- Winter, S.H.; Bukovac, M.J.; Tukey, H.B. Advances in foliar feeding of plant nutrients. In: McVickar, M.H.; Bridger, G.L.; Nelson, L.B. *Fertilizer technology and usage*. Madison: Soil Science Society of America, 1963. p. 429-455.

Received on November 16, 1998.

Accepted on July 20, 1999.