

## ABSORÇÃO RADICULAR E FOLIAR DE <sup>65</sup>ZN E SUA REDISTRIBUIÇÃO EM LARANJEIRAS<sup>1</sup>

RAUL HENRIQUE SARTORI<sup>2</sup>, ANTONIO ENEDI BOARETTO<sup>3</sup>,  
FELIPE CARLOS ALVAREZ VILLANUEVA<sup>4</sup>, HENRIQUETA MARIA GIMENES FERNANDES<sup>5</sup>

**RESUMO-** O objetivo deste trabalho foi avaliar a contribuição do Zn aplicado nas folhas e no solo para os órgãos desenvolvidos após a aplicação. Plantas de laranjeiras ‘Valência’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) enxertadas em citrumeleiro ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* Macfad. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) foram utilizadas para os dois experimentos conduzidos em casa de vegetação. No primeiro experimento, laranjeiras com 5 anos, conduzidas em substrato, foram pulverizadas com 80 ml de solução com <sup>65</sup>ZnCl<sub>2</sub> na concentração de 0,25 g L<sup>-1</sup> Zn, durante o florescimento. No segundo experimento, foram transplantadas mudas e laranjeiras com 5 anos, para vasos com solo arenoso. As mudas receberam aplicação de <sup>65</sup>ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O no plantio, e as laranjeiras, com 5 anos em cobertura. Após a emissão de novos fluxos de crescimento, o material vegetal foi colhido, seco e submetido à extração nitroperclórico. No extrato, foi determinado o Zn total e o <sup>65</sup>Zn em cintilador sólido. A adubação foliar aumentou o teor de Zn nas folhas que receberam a aplicação. O Zn aplicado no solo, tanto em plantio como em cobertura, aumentou os teores de Zn nos órgãos que nasceram após a aplicação.

**Termos para indexação:** aplicação foliar, fertilidade do solo, micronutrientes.

## FOLIAR AND RADICULAR ABSORPTION OF <sup>65</sup>ZN AND ITS REDISTRIBUTION IN CITRUS PLANT

**ABSTRACT-** The objective of this work was to evaluate the contribution of the Zn applied on the leaves and on the soil to the organs grown after the placcation. Orange trees ‘Valencia’ variety (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) budded on ‘Swingle’ citrumeleiro (*Citrus paradisi* Macfad. Cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) were used in both experiments carried out in greenhouse. In the first experiment, five-year-old orange trees, grown in substrate, were sprayed with 80 mL/tree of a solution containing <sup>65</sup>ZnCl<sub>2</sub> in the concentration of 0.25 g L<sup>-1</sup> Zn, when they were emitting flowering process. In the second experiment, five-year-old orange trees and young orange trees were grown on sandy soil. The <sup>65</sup>ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O was applied in the young trees in the planting period, and in the orange trees with 5 years under coverage. After the emission of new growing fluxes, the vegetal material was collected, dried and submitted to nitroperchloric extraction. In the extract, both the total Zn and the <sup>65</sup>Zn in a solid scintillation were determined. The foliar fertilization increased the content of Zn in leaves that had received the application. The Zn applied on the soil, both in the planting process and in the greenhouse, increased the Zn contents in the plant organs which developed after the application

**Index Terms:** foliar application, soil fertility, micronutrients.

## INTRODUÇÃO

Os micronutrientes Zn e B são rotineiramente aplicados nos pomares cítricos brasileiros. Deficiências de Zn são causadas pela falta do elemento no solo, alta adsorção pelas partículas do solo ou sesquióxidos de ferro e alumínio, e altos valores de pH do solo. Para pomares de laranjeiras, as recomendações para aplicação de Zn são: sua aplicação antes do plantio no solo ou a aplicação nas folhas após a instalação do pomar. Teores foliares de 25 – 100 mg kg<sup>-1</sup> de Zn são considerados adequados para a laranjeira (Gpac, 1997).

O termo “little leaf” é conhecido mundialmente como

sendo o principal sintoma de deficiência de Zn em fruteiras (Quaggio & Piza Junior, 2001). Em laranjeiras, a presença de internódios curtos, clorose internerval, folhas pequenas e lanceoladas caracterizam a deficiência de Zn. Grande parte dos sintomas de deficiência de zinco está associada aos distúrbios no metabolismo das auxinas, fitormônio responsável pelo crescimento das plantas.

Diversos são os trabalhos que demonstram o aumento dos teores foliares de micronutrientes das folhas que receberam aplicação foliar (Boaretto et al., 2002; Caetano, 1982; Santos et al., 1999; Tiritan, 1996), muito embora, quando a aplicação foliar é realizada, sabe-se que parte da solução aplicada escorre para o solo ou parte é lavada pela água das chuvas, podendo assim, ser

<sup>1</sup>(Trabalho 170-07). Recebido em: 12-07-2007. Aceito para publicação em: 08-02-2008.

<sup>2</sup>Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente. Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) - USP, Av. Centenário, 303, Piracicaba, São Paulo, 13400-970, rsartori@cena.usp.br.

<sup>3</sup>Professor Adjunto Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) - USP, Av. Centenário, 303, Piracicaba, São Paulo, 13400-970, a.e.boaretto@cena.usp.br.

<sup>4</sup>Pós-Doutorando, Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) - USP, Av. Centenário, 303, Piracicaba, São Paulo, 13400-970, falvarez@cena.usp.br.

<sup>5</sup>Bióloga, Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) - USP, Av. Centenário, 303, Piracicaba, São Paulo, 13400-970, hgimenes@cena.usp.br.

absorvido pelas raízes. Portanto, quando os experimentos são realizados em condições de campo, apesar de o alvo ser a parte aérea, o nutriente pode ser absorvido pelas raízes, após cair para o solo.

A correção da deficiência de Zn pode ser feita pela aplicação do elemento no solo, nas folhas e ainda pela imersão das raízes das plantas a serem transplantadas em solução contendo Zn.

Como a aplicação dos micronutrientes nas folhas pode ser feita junto com a aplicação de inseticidas e fungicidas, esta tem sido a forma preferida de se prevenir ou corrigir a deficiência nutricional destes. A baixa mobilidade do Zn em laranjeiras tem sido fator limitante para o fornecimento de Zn via foliar, pois torna-se necessária uma nova aplicação a cada fluxo de crescimento.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a contribuição do Zn aplicado nas folhas e no solo para os órgãos desenvolvidos após a aplicação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de laranjeiras 'Valência' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) enxertadas em citrumeleiro 'Swingle' (*Citrus paradisi* Macfad. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) foram utilizadas para os dois ensaios conduzidos em casa de vegetação no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA/USP em Piracicaba-SP.

No primeiro ensaio, foram utilizadas três laranjeiras com 5 anos de idade, as quais foram conduzidas em vasos de plástico (10 L de capacidade) contendo substrato vegetal. Quando as laranjeiras estavam em florescimento (flores ainda estavam fechadas, fase esta denominada, na prática, de cotonete), com auxílio de pulverizador manual, foram aplicados aproximadamente 80 ml de solução contendo <sup>65</sup>Zn. Como a solução aplicada continha atividade aproximada de 11,88 µCi e 20,17 mg de Zn (0,17 mg de <sup>65</sup>Zn + 20 mg de Zn), a atividade específica foi de 0,59 µCi mg<sup>-1</sup> de Zn. A concentração de Zn na solução aplicada foi de 0,25 g L<sup>-1</sup> Zn. Durante a pulverização das plantas, o substrato foi protegido para evitar o contato da solução pulverizada com o mesmo. Antes da aplicação foliar, os ramos com flores na fase de cotonete foram identificados, assim como os ramos nascidos após a aplicação. Quando os frutos já estavam desenvolvidos, foram amostradas as seguintes partes: Ramo (Rv-raf) e Folha velha (Fv-raf) que receberam aplicação; Ramo (Rnf-ed) e Folha nova (Fnf-ed), com flores no momento da aplicação foliar e os frutos (Fr1-af) daí desenvolvidos; Ramo (Rn1-ea) e Folha (Fn1-ea) novos emitidos após aplicação foliar.

No segundo ensaio, foram utilizadas três mudas de laranjeiras, conduzidas em sacos de plástico e outras três laranjeiras com 5 anos de idade, conduzidas em vasos de plástico (10 L de capacidade). As laranjeiras, tanto as mudas como as com 5 anos de idade, foram transplantadas para vasos com capacidade de 64 dm<sup>3</sup> de solo. O solo utilizado foi um Neossolo Quartzarênico com as seguintes características físicas: 12% de argila, 8% de silte e 87% de areia. Antes de iniciar o experimento, foi realizada a calagem visando a elevar a saturação por bases a 70%. O cálculo para necessidade de calagem e nutrientes foi

feito conforme recomendação do Gpac (1997). O calcário junto com os nutrientes foi misturado ao solo. O solo permaneceu em repouso por 2 meses antes de as laranjeiras serem transplantadas. O resultado da análise química do solo após a calagem e a adubação está descrito na Tabela 1.

Antes de as mudas serem transplantadas, foi aplicado sulfato de zinco marcado com <sup>65</sup>Zn no sulco de plantio. Nas laranjeiras com 5 anos de idade, a aplicação foi feita em cobertura, 90 dias após o transplante para os vasos com capacidade de 64 dm<sup>3</sup>.

Para aplicação de <sup>65</sup>Zn no solo, foi preparada uma solução de ZnSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O com a concentração de 7 g L<sup>-1</sup> de Zn. Em 100 ml desta solução, foi adicionado 0,56 mg de ZnCl<sub>2</sub> marcado com <sup>65</sup>Zn. O volume de solução aplicado no solo foi de 100 ml para cada vaso. A solução de <sup>65</sup>Zn aplicada em cada vaso tinha atividade de 39,61 µCi e 700,56 mg de Zn. A atividade específica da solução aplicada foi de 0,056 µCi mg<sup>-1</sup> de Zn.

Após a adubação no solo com <sup>65</sup>Zn, foram identificados os fluxos emitidos para possibilitar a separação destes no momento da amostragem.

Nas laranjeiras que receberam aplicação de <sup>65</sup>Zn no solo, tanto no plantio quanto em cobertura, foram realizadas duas coletas. A 1ª coleta aos 9 meses e a 2ª coleta aos 16 meses após a aplicação do radioisótopo. O material amostrado foi separado em:

A - Plantas que receberam aplicação de Zn no sulco de plantio.

Ramos (Rn-slpl 1), folhas (Fn-slpl 1) novas e Frutos (FR-slpl) do 1ª fluxo de crescimento após a adubação (1ª coleta); Ramos (Rn-slpl 2) e folhas (Fn-slpl 2) novas do 2ª fluxo de crescimento após a adubação (2ª coleta).

B - Plantas que receberam aplicação de Zn em cobertura.

Ramos (Rn-slco 1) e folhas (Fn-slco 1) novas e Frutos (FR-slco) do 1ª fluxo de crescimento após a adubação (1ª coleta); Ramos (Rn-slco 2) e folhas (Fn-slco 2) novas do 2ª fluxo de crescimento após a adubação em cobertura (2ª coleta).

Amostras vegetais foram submetidas à determinação total de Zn utilizando a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Nos extratos obtidos, foi determinado o teor total de Zn por espectrometria de absorção atômica. Com os resultados da análise química de Zn total, calcularam-se a média e o erro-padrão da média de cada uma das partes amostradas.

O mesmo extrato utilizado para quantificar o Zn total foi utilizado para contagem do <sup>65</sup>Zn, em espectrômetro gama monocanal acoplado a um cristal cintilador de NaI(Tl) de 3x3" tipo poço. Com a contagem obtida em cada uma das amostras, foi calculada a concentração de Zn<sub>ppf</sub> (<sup>65</sup>Zn na planta proveniente do fertilizante), Zn<sub>ppfp</sub> (<sup>65</sup>Zn na planta proveniente do fertilizante aplicado no plantio) e Zn<sub>ppfc</sub> (<sup>65</sup>Zn na planta proveniente do fertilizante aplicado em cobertura). Com esses resultados, calcularam-se a média e o erro-padrão da média de cada uma das partes amostradas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que a adubação foliar (avaliada na coluna  $Zn_{ppf}$ ) foi eficiente para aumentar o teor de  $Zn_{total}$  nas seguintes partes: ramos e folhas velhas (Rv-raf e Fv-raf), sendo o maior acréscimo verificado nas folhas velhas,  $39 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $Zn_{ppf}$ , pelo fato de terem maior superfície e receberem maior quantidade de solução aplicada. Os ramos e folhas novas com fruto (Rnf-ed, Fnf-ed) apresentaram teores totais de Zn maiores com relação aos ramos e folhas novos emitidos após a aplicação (Rn1-ea e Fn1-ea), o que pode ser explicado pelo fato de os ramos e folhas novas com fruto estarem presentes no momento da aplicação, porém pouco desenvolvidos. Os frutos apresentaram os menores teores de Zn.

O  $Zn_{ppf}$  presente nas folhas velhas (Fv-raf) que receberam a aplicação foliar, representa 36% do  $Zn_{total}$ , sendo os outros 64% provenientes da reserva da planta e do solo ( $Zn_{planta+solo}$ ). Os ramos e folhas novos (Rn1-ea e Fn1-ea) emitidos após a aplicação foliar apresentam 3 e 7% de  $Zn_{ppf}$ . A contribuição da adubação foliar para com o teor de Zn do fruto foi de  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ . Esses resultados comprovam a restrita redistribuição de Zn quando aplicado nas folhas e a necessidade de uma nova aplicação a cada fluxo emitido (Tabela 2).

Na Tabela 3, fica evidente que o Zn aplicado no sulco de plantio foi absorvido e proporcionou aumento no teor total das folhas e de outros órgãos nascidos após a aplicação no solo. Nota-se ainda que houve um efeito residual, pois foi constatada a presença do  $^{65}Zn_{ppf}$  proveniente da aplicação no sulco de plantio nos órgãos novos da 2ª coleta. Em todos os órgãos que cresceram após a aplicação de Zn no sulco de plantio, verificou-se que mais da metade do  $Zn_{total}$  era proveniente do fertilizante ( $Zn_{ppf}$ ). Os ramos e folhas da 1ª coleta e os frutos foram as partes que apresentaram maiores e menores teores totais de Zn, respectivamente.

Pavan (1998), estudando resposta da macieira à aplicação de Zn no solo, constatou que a correção da deficiência foliar

depende do tempo decorrido da aplicação, do modo e da dose. O autor concluiu que, a partir do segundo ano, as plantas que receberam Zn-incorporado apresentaram aumento nos teores foliares, os quais se mantiveram em condições adequadas para a produção de maçã por um período de, no mínimo, cinco anos.

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram que a contribuição do  $^{65}Zn_{ppf}$  na 1ª e 2ª coletas foi elevada, sendo a maior contribuição de  $Zn_{ppf}$  verificado nos ramos e folhas da 1ª coleta, que apresentaram  $71$  e  $41 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente. Ainda pela Tabela 3, verifica-se, que, na 2ª coleta, a contribuição de  $^{65}Zn_{ppf}$  foi praticamente a mesma para os ramos e folhas. A porcentagem de  $^{65}Zn_{ppf}$  nos frutos chega a 82% do teor de  $Zn_{total}$ .

Do mesmo modo que a aplicação de Zn no sulco de plantio, a aplicação em cobertura aumentou o teor total de Zn nos órgãos crescidos após a aplicação, sendo o ramo (Rn-slco 1) a parte que apresentou maior teor de  $Zn_{total}$ . A aplicação em cobertura mostrou também efeito residual de plantio. Os resultados apresentados mostram a contribuição do  $^{65}Zn_{ppf}$  aplicado no solo em cobertura para os ramos, folhas e frutos da 1ª e 2ª coletas. Na 1ª coleta, a contribuição da adubação em cobertura foi de  $17$ ,  $7$  e  $4 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $^{65}Zn_{ppf}$ , respectivamente, para o ramo, folha e fruto (Rn-slco 1, Fn-slco 1 e Fr-slco). Valor muito próximo ao encontrado no ramo da 1ª coleta (Rn-slco 1) foi verificado também no ramo da 2ª coleta (Rn-slco 2), o qual apresenta  $16 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn. Para as folhas da 2ª coleta (Fn-slco 2), verificou-se que houve aumento de 57% do  $^{65}Zn_{ppf}$  com relação às folhas da 1ª coleta (Fn-slco 1) (Tabela 4).

Os resultados da contribuição do Zn aplicado no solo em cobertura, para os órgãos nascidos após aplicação mostram que a maior porcentagem de  $^{65}Zn_{ppf}$  foi verificada nos ramos da 2ª coleta (Rn-slco 2), sendo que, para os demais órgãos crescidos após a aplicação em cobertura, a porcentagem de  $^{65}Zn_{ppf}$  foi praticamente a mesma.

No 2º experimento, as plantas com 5 anos de idade tinham um pool de Zn interno maior que o pool de Zn existente nas mudas. Assim sendo, a contribuição do Zn da planta com 5 anos de idade para a formação das partes novas foi maior.

TABELA 1- Resultados da análise química do solo.

pH	M.O	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
CaCl <sub>2</sub>	$\text{g dm}^{-3}$	$\text{mg dm}^{-3}$	$\text{mmolc dm}^{-3}$						%
5,5	12	67	4,3	29	11	18	44,3	62,3	71
Cu		Fe		Zn		Mn		B	
$\text{mg dm}^{-3}$		$\text{mg dm}^{-3}$		$\text{mg dm}^{-3}$		$\text{mg dm}^{-3}$		$\text{mg dm}^{-3}$	
0,6		27		1,8		2,5		0,87	

**TABELA 2-** Aplicação foliar de  $^{65}\text{Zn}$  durante o florescimento (médias de 3 repetições,  $\pm$  o erro-padrão da média).

Partes <sup>(1)</sup>	$\text{Zn}_{\text{Total}}$	$^{65}\text{Zn}_{\text{ppf}}$ <sup>(2)</sup>		$\text{Zn}_{\text{planta+solo}}$ <sup>(3)</sup>	
	mg kg <sup>-1</sup> $\pm$ s (m)	mg kg <sup>-1</sup> $\pm$ s (m)	%	mg kg <sup>-1</sup> $\pm$ s (m)	%
Rv-raf	34 $\pm$ 4,5	6 $\pm$ 0,8	19	27 $\pm$ 3,8	81
Fv-raf	110 $\pm$ 12,8	39 $\pm$ 6,8	36	71 $\pm$ 11,2	64
Rnf-ed	22 $\pm$ 0,7	1 $\pm$ 0,6	7	21 $\pm$ 1,4	93
Fnf-ed	42 $\pm$ 7,9	4 $\pm$ 1,1	10	38 $\pm$ 7,6	90
Fr1-af	13 $\pm$ 1,4	1 $\pm$ 0,03	10	11 $\pm$ 1,5	90
Rn1-ea	24 $\pm$ 3,5	1 $\pm$ 0,2	3	23 $\pm$ 3,3	97
Fn1-ea	24 $\pm$ 1,4	2 $\pm$ 0,02	7	22 $\pm$ 1,4	93

(1) Diferentes partes da laranjeira.

(2) Teor de Zn nas partes da planta proveniente da adubação foliar.

(3) Teor de Zn nas partes da planta proveniente do pool interno ou do absorvido do solo.

Ramo (Rv-raf) e Folha velha (Fv-raf) que receberam aplicação; Ramo (Rnf-ed) e Folha nova (Fnf-ed), com flores no momento da aplicação foliar e os frutos (Fr1-af) daí desenvolvidos;

Ramo (Rn1-ea) e Folha (Fn1-ea) novos emitidos após aplicação foliar.

**TABELA 3-**  $^{65}\text{Zn}$  na planta proveniente do fertilizante aplicado no plantio ( $^{65}\text{Zn}_{\text{ppf}}$ ), (médias de 3 repetições,  $\pm$  o erro-padrão da média).

Partes <sup>(1)</sup>	$\text{Zn}_{\text{Total}}$	$^{65}\text{Zn}_{\text{ppf}}$ <sup>(2)</sup>		$\text{Zn}_{\text{planta+solo}}$ <sup>(3)</sup>	
	mg kg <sup>-1</sup> $\pm$ s (m)	mg kg <sup>-1</sup> $\pm$ s (m)	%	mg kg <sup>-1</sup> $\pm$ s (m)	%
Rn-slpl 1	106 $\pm$ 12,8	71 $\pm$ 6,6	67	35 $\pm$ 6,6	33
Fn-slpl 1	69 $\pm$ 7,6	41 $\pm$ 2,9	61	28 $\pm$ 5,1	39
Fr-slpl 1	16 $\pm$ 1,4	13 $\pm$ 1,1	82	3 $\pm$ 0,3	18
Rn-slpl 2	51 $\pm$ 16,5	30 $\pm$ 8,1	59	21 $\pm$ 8,5	41
Fn-slpl 2	49 $\pm$ 11,1	24 $\pm$ 4,8	49	25 $\pm$ 6,7	51

(1) Diferentes partes da laranjeira.

(2) Teor de Zn nas partes da planta proveniente do fertilizante aplicado no plantio.

(3) Teor de Zn nas partes da planta proveniente do pool interno ou do absorvido do solo.

Ramos (Rn-slpl 1), folhas (Fn-slpl 1) novas e Frutos (FR-slpl) do 1º fluxo de crescimento após a adubação (1ª coleta);

Ramos (Rn-slpl 2) e folhas (Fn-slpl 2) novas do 2º fluxo de crescimento após a adubação (2ª coleta).

**TABELA 4 -** Absorção de  $^{65}\text{Zn}$  na planta proveniente do fertilizante aplicado em cobertura ( $^{65}\text{Zn}_{\text{ppfc}}$ ), (médias de 3 repetições,  $\pm$  o erro padrão da média).

Partes	$\text{Zn}_{\text{Total}}$ <sup>(1)</sup>	$^{65}\text{Zn}_{\text{ppfc}}$ <sup>(2)</sup>		$\text{Zn}_{\text{planta+solo}}$ <sup>(3)</sup>	
	mg kg <sup>-1</sup> $\pm$ s(m)	mg kg <sup>-1</sup> $\pm$ s(m)	%	mg kg <sup>-1</sup> $\pm$ s(m)	%
Rn-slco 1	73 $\pm$ 18	17 $\pm$ 3,9	23	56 $\pm$ 14,3	77
Fn-slco 1	35 $\pm$ 2,5	7 $\pm$ 0,8	20	28 $\pm$ 1,6	80
Fr-slco	20 $\pm$ 1,8	4 $\pm$ 0,8	20	16 $\pm$ 1,1	78
Rn-slco 2	37 $\pm$ 7,8	16 $\pm$ 3,7	43	21 $\pm$ 5,3	57
Fn-slco 2	49 $\pm$ 5,1	11 $\pm$ 2,6	22	38 $\pm$ 4,8	78

(1) Diferentes partes da laranjeira.

(2) Teor de Zn nas diferentes partes da planta proveniente do fertilizante aplicado em cobertura.

(3) Teor de Zn nas diferentes partes da planta proveniente do pool interno ou do absorvido do solo.

Ramos (Rn-slco 1) e folhas (Fn-slco 1) novas e Frutos (FR-slco) do 1º fluxo de crescimento após a adubação (1ª coleta);

Ramos (Rn-slco 2) e folhas (Fn-slco 2) novas do 2º fluxo de crescimento após a adubação em cobertura (2ª coleta).

## CONCLUSÃO

A contribuição da adubação foliar ao teor de Zn dos órgãos novos da laranjeira, nascidos após a aplicação, foi comparativamente menor que a contribuição da adubação aplicada no solo, que teve também um efeito residual constatado até o segundo fluxo de crescimento.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo auxílio financeiro para a realização do experimento, e ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

**REFERÊNCIAS**

- BOARETTO, A. E.; TIRITAN, C. S.; BOARETTO, R. M.; MURAOKA, T.; NASCIMENTO F, V. F.; MOURÃO F, F. A. A. Foliar micronutrient application effects on citrus fruit yield and on soil and foliage Zn concentrations and <sup>65</sup>Zn mobilization within the plant. *Acta Horticulturae*, Wageningen,, n. 594, p. 203-209, 2002.
- CAETANO, A. A. **Estudo da eficiência de várias fontes dos micronutrientes zinco, manganês e boro aplicados em pulverização na laranjeira Valência (Citrus sinensis (L.) OSBECK)**. 1982. 46 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.
- GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO DE CITROS - GPAC. Frutíferas. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 121- 34.
- LINDSAY, W.,; NORVELL, W.A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.42, n.3, p.421-428, 1978.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.
- PAVAN, M. A. Respostas da macieira à aplicação de zinco no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1255-1260, 1998.
- QUAGGIO, J. A.; PIZA JUNIOR, C. T. Frutíferas tropicais. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; RAIJ, B. van; ABREU, C. A. de (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. cap.18, p. 459-492.
- SANTOS, C. H.; DUARTE FILHO, J.; MODESTO JUNIOR, C.; GRASSI FILHO, H.; FERREIRA, G. Adubos foliares quelatizados e sais na absorção de boro, manganês e zinco em laranjeira ‘Pera’. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 999-1004, 1999.
- TIRITAN, S.T. **Adubação foliar de micronutrientes em citros**. 1996. 64f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.