

NOTA

## EFEITO DO KNO<sub>3</sub> NOS TEORES DE MACRONUTRIENTES NA MATÉRIA SECA TOTAL DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS PRODUZIDOS EM BANDEJAS<sup>(1)</sup>

SÉRGIO ALVES DE CARVALHO<sup>(2,4)</sup>; DIRCEU DE MATTOS JÚNIOR<sup>(2)</sup>;  
MAURÍCIO DE SOUZA<sup>(3)</sup>

### RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar os efeitos de três frequências de aplicação (uma, duas e três vezes por semana) de quatro doses de KNO<sub>3</sub> (1,5; 3; 4,5 e 6 g.L<sup>-1</sup>) em cobertura, nos teores de macronutrientes, na matéria seca total dos porta-enxertos cítricos limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reslni* Hort. ex Tanaka). As sementes foram germinadas em bandejas de 128 células piramidais comportando, cada uma, cerca de 75 cm<sup>3</sup> de substrato e as plantas, mantidas em condições de casa de vegetação. O aumento na dose e frequência de aplicação do KNO<sub>3</sub> proporcionou elevações nos teores de N e, de maneira geral, diminuição nos teores de P, K, Ca, Mg e S na matéria seca total das plantas dos dois porta-enxertos avaliados aos 120 dias pós-semeadura.

**Palavras-chave:** citros, propagação, adubação nitrogenada e potássica, nutrição mineral.

### ABSTRACT

KNO<sub>3</sub> EFFECT ON MACRONUTRIENTS CONTENTS ON THE DRY MATTER OF  
CITRUS ROOTSTOCKS PRODUCED IN CONTAINERS

The objective of this work was to evaluate the effects of dosages and frequency of potassium nitrate (KNO<sub>3</sub>) application on macronutrients contents of two citrus rootstocks. Seeds of Rangpur Lime (*Citrus limonia* Osbeck) and Cleopatra mandarin (*Citrus reslni* Hort. ex Tanaka) were germinated in speedlings flats, containing 128 pyramidal cells holding about 75 cm<sup>3</sup> of vermiculite and pinus rind substrate. Three frequencies of application (1, 2 and 3 times per week) of four dosages of KNO<sub>3</sub> (1,5; 3; 4,5 and 6 g.L<sup>-1</sup>) plus a non-fertilization control for each rootstock, were tested. Increasing the dosages and the frequencies of KNO<sub>3</sub> application resulted in higher N and lower P, K, Ca, Mg and S concentration in plants dry matter at 120 days after sowing.

**Key words:** Citrus, propagation, nitrogen and potassium fertilization, nutrients, mineral nutrition.

### Introdução

As Normas para Produção de Mudanças Certificadas de Citros instituídas pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo prevêem, entre outros, o uso de recipientes em ambientes fe-

chados, protegidos de vetores de doenças como a clorose variegada dos citros (CVC) (CARVALHO, 1998).

O maior controle ambiental, o uso de substratos esterilizados, o transplante sem ferimentos nas raízes e outras vantagens do sistema de mudas em recipientes, possibilitam o emprego de materiais orgânicos

(1) Recebido para publicação em 23 de setembro de 1998 e aceito em 28 de março de 2000.

(2) Centro de Citricultura Sylvio Moreira – IAC, Caixa Postal 4, 13490-970 Cordeirópolis (SP).

(3) Universidade Federal de Lavras (UFLA), Rua Azarias Ribeiro, 150. 37200-000 Lavras (MG).

(4) Com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

nos substratos sem os riscos de podridão de raízes observados em condições de sementeira. Diferentes substratos, inclusive misturas comerciais específicas, têm sido empregados com sucesso na produção de porta-enxertos cítricos nesses sistemas. No entanto, devido à intensa lixiviação de nutrientes provocada pelas irrigações freqüentes e às pequenas dimensões dos recipientes, há necessidade de suplementação nutricional parcelada em cobertura, principalmente em relação ao N. Deve-se, portanto, em tais condições, avaliar o comportamento das diferentes espécies de porta-enxertos cítricos em relação ao manejo da fertilização nitrogenada, determinando freqüência e dose de aplicação, visando explorar melhor o potencial de crescimento dos porta-enxertos e melhor aproveitamento do espaço nas estufas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses e freqüências de aplicação do nitrato de potássio em cobertura, nos teores de macronutrientes, na matéria seca de diferentes porta-enxertos cítricos cultivados em bandejas.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, com temperatura variando entre 22 °C e 32 °C. As plantas utilizadas foram obtidas através de germinação de sementes de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e de tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka), retiradas de frutos maduros oriundos de plantas sadias do pomar de candidatas a matrizes de porta-enxertos da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

Como recipientes foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido (isopor) contendo 128 células em formato de tronco de pirâmide, invertidas, vasadas na parte basal. Cada célula, ocupada por uma única planta, recebeu 75 cm<sup>3</sup> de substrato comercial "Plantmax" constituído de vermiculita, solo orgânico e casca de pinus, fertilizado com 1.200 mg.kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples (18 g.100 g<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 27 g.100 g<sup>-1</sup> de CaO e 12 g.100 g<sup>-1</sup> de S).

As bandejas foram mantidas suspensas e a irrigação realizada manualmente três vezes por semana, através das soluções com KNO<sub>3</sub> ou água pura, conforme o tratamento. Nos demais dias utilizou-se sistema automático de irrigação, mantendo-se o substrato constantemente úmido.

Foi empregado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 x 4, em quatro repetições. Os fatores foram compostos pelos dois porta-enxertos (limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Cleópatra') e pelas três freqüências de apli-

cação (uma, duas e três vezes por semana) das quatro doses de KNO<sub>3</sub> (1,5; 3; 4,5 e 6 g.L<sup>-1</sup>). Conforme o tratamento, foram aplicados 10 cm<sup>3</sup> de solução, por planta, a partir de 15 dias após a germinação das sementes. As parcelas foram compostas por 32 plantas, e, para acompanhamento dos resultados foi estabelecido, também em quatro repetições, um tratamento adicional ou testemunha para cada porta-enxerto, não recebendo este nenhuma aplicação do fertilizante nitrogenado.

Aos 120 dias após a semeadura as plantas foram retiradas dos recipientes, lavadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, e o material, triturado e levado ao laboratório para determinação dos teores de nutrientes na matéria seca total. O N foi determinado pelo método Kjeldhal; o P, por colorimetria com molibdato e vanadato de amônio; o K, por fotometria de chama; o Ca e o Mg, por espectrofotometria de absorção atômica; e o S, pelo método turbidimétrico, conforme processos descritos por SARRUGE e HAAG (1974). Os dados foram analisados com o auxílio do programa estatístico SANEST. Quando significativos pelo teste F, os resultados para doses foram submetidos à análise de regressão e os valores médios para as freqüências de aplicação, comparados pelo teste de Tukey a 5%. Quando não houve significância para as interações foram apresentados somente os valores médios para os fatores.

## Resultados e Discussão

Conforme era esperado, a adição de fertilizante de alta solubilidade com cerca de 14% de N, na forma nítrica facilmente absorvível, aumentou os teores de N nos tecidos em relação ao tratamento não-adubado (figura 1B). Com relação ao N, a melhor nutrição foi responsável também pelo maior crescimento das plantas do experimento, que, conforme os dados apresentados anteriormente (CARVALHO e SOUZA, 1996), teve comportamento quadrático com ponto de máximo na dose de 4,5 g.L<sup>-1</sup> de KNO<sub>3</sub>. O nutriente tem importantes funções desse elemento no metabolismo, como parte de proteínas e enzimas, estando diretamente envolvido nos processos da fotossíntese, entre outros. Nos tratamentos adicionais, além da drástica redução no crescimento das plantas, foi constatada clorose generalizada nas folhas, caracterizando visualmente a deficiência desse elemento como descrito por MALAVOLTA e VIOLANTE NETO (1989).

O aumento nos teores de N somente ocorreu até determinada dose de KNO<sub>3</sub> (figura 1A). Assim, observou-se, nas condições estudadas, um limite máximo de concentração de N nos tecidos dos porta-enxertos,

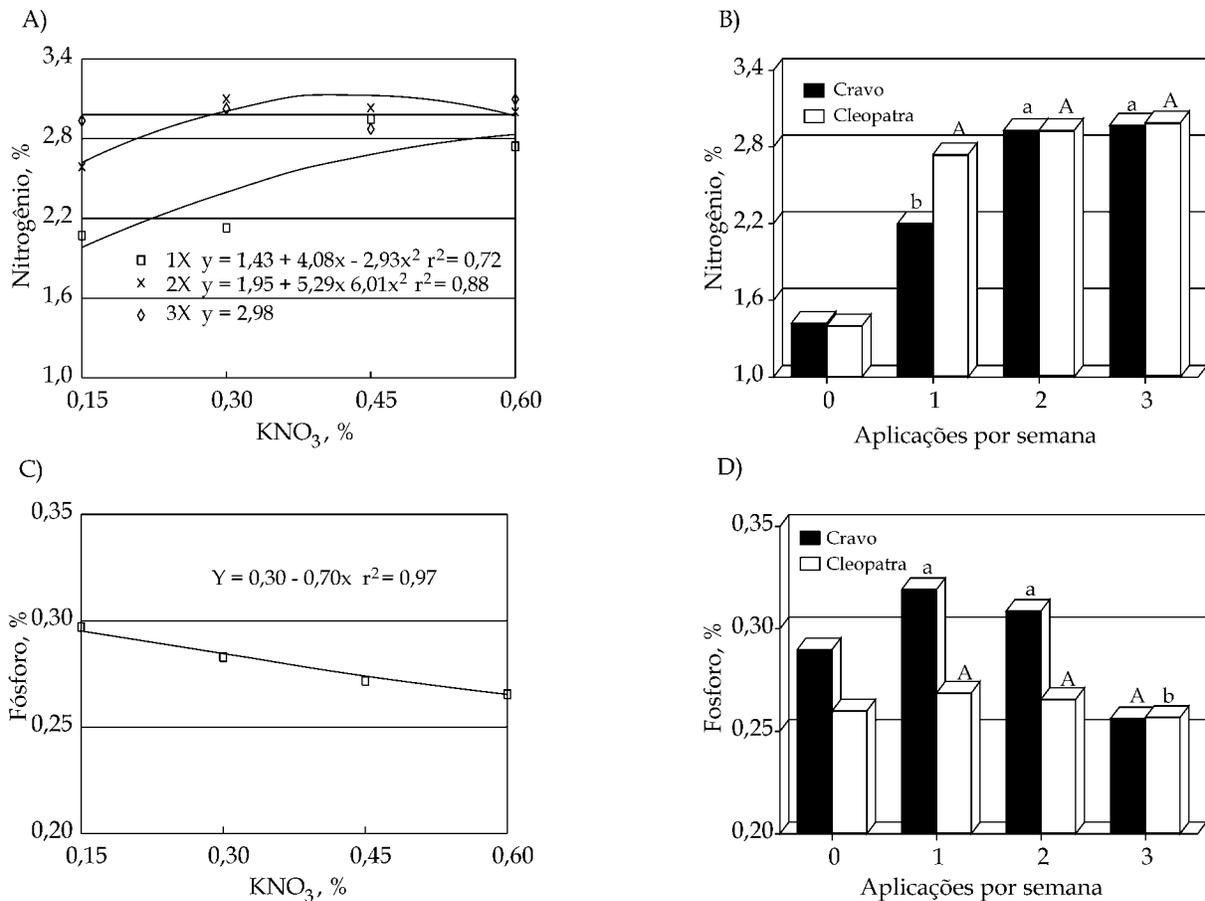
acima do qual não se obteve mais resposta no crescimento. Aumentando-se a frequência de aplicação atingiu-se esse limite com doses ainda baixas.

Observa-se, também na figura 1B, que não houve aumento na concentração de N nos tecidos dos porta-enxertos, a partir da frequência de duas aplicações por semana, o que indica que não foi a ação de N, dentro da planta, a causadora da redução de crescimento, observada quando se aplicou KNO<sub>3</sub> na maior frequência. Tais efeitos negativos estariam, portanto, mais relacionados a interações com outros nutrientes na fase de absorção ou a efeitos físicos do fertilizante nos tecidos, principalmente das raízes. A queima dos tecidos, causada pelo aumento da pressão osmótica da solução, ou efeito salino provocado por esse tipo de fertilizante (MALAVOLTA, 1980), foi também observada por CALVERT (1969) em folhas de plantas cítricas adultas.

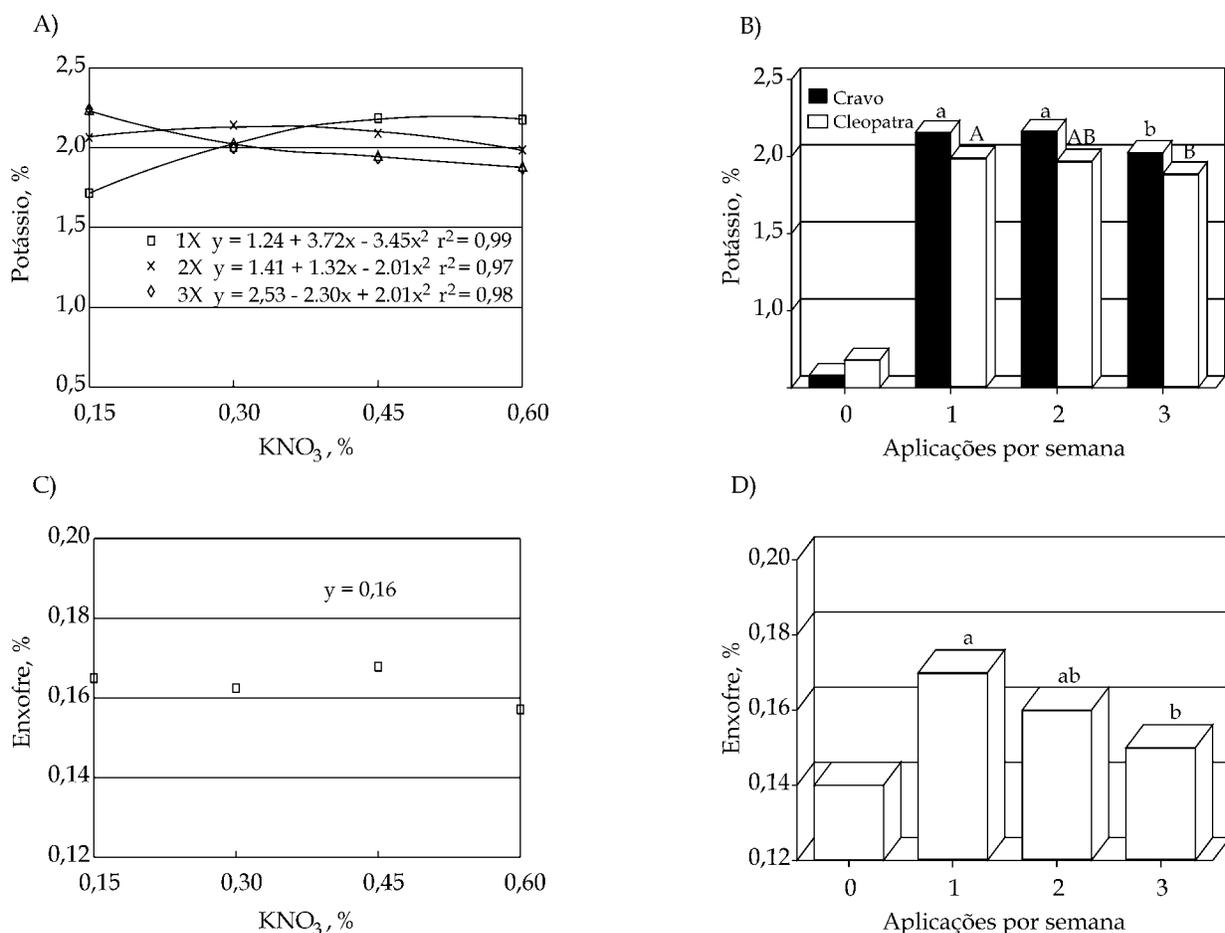
Uma possível competição na absorção entre os ânions fosfato e nitrato foi considerada como fator de

menor absorção do nitrogênio, em condições de alta concentração de P no substrato de cultivo de porta-enxertos cítricos, em fase de sementeira (FONTANEZZI, 1989). As interações entre esses íons provavelmente foram também responsáveis, nas condições deste trabalho, pela diminuição nos teores de P na matéria seca total das plantas, aos 120 dias pós-semeadura, com o aumento da dose e da frequência de aplicação do KNO<sub>3</sub> (figuras 1C e 1D). Observa-se que o efeito ocorreu mesmo nas doses e frequências mais elevadas, nas quais não houve mais aumentos nos teores de N nos tecidos, indicando ser uma interação fora da planta, conforme as citações anteriores.

O nitrato de potássio é um fertilizante que contém cerca de 46 g.100 g<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e, uma vez solubilizado, fornece potássio para a solução do solo, absorvido pelas raízes por processo ativo na forma iônica K<sup>+</sup> (MALAVOLTA, 1980). Esperava-se que o aumento na adubação com KNO<sub>3</sub> favorecesse a elevação da concentração de K nos tecidos, conforme verificado para



**Figura 1.** Efeito de doses (A e C) e frequências de aplicação (B e D) de KNO<sub>3</sub> nos teores de nitrogênio e fósforo e na matéria seca total dos porta-enxertos limoeiro ‘Cravo’ e tangerineira ‘Cleópatra’, aos 120 dias pós-semeadura. 1 x = aplicação semanal; 2 x = aplicação duas vezes por semana; 3 x = aplicação três vezes por semana. Barras com mesma letra indicam ausência de diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.



**Figura 2.** Efeito de doses (A e C) e freqüências de aplicação (B e D) de KNO<sub>3</sub> nos teores de potássio e enxofre e na matéria seca total dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Cleópatra', aos 120 dias pós-plantio. 1 x = aplicação semanal; 2 x = aplicação duas vezes por semana; 3 x = aplicação três vezes por semana. Barras com mesma letra indicam ausência de diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

N. Tal fato ocorreu e foi bastante relevante em relação aos dados do tratamento não-adubado (figura 2B). Elevações nos teores de K, através de aplicações de fertilizantes contendo este elemento, foram também constatadas em plantas cítricas adultas (CALVERT, 1969) e em porta-enxertos em fase inicial de crescimento (MILLER et al. 1993). No presente estudo houve, entretanto, uma tendência de diminuição nos teores de K nas maiores doses e freqüências de aplicação (figuras 2A e 2B). O aumento da pressão osmótica, no meio, provocada pelas altas concentrações do fertilizante nos tratamentos pode ter causado danos às raízes, prejudicando a absorção desse nutriente, uma vez que a absorção ocorre por processo essencialmente ativo (MALAVOLTA, 1980). Na menor freqüência de aplicação, sem adição excessiva, provavelmente houve menos danos às raízes e a absorção e concentração de K, nos tecidos, foram gradativamente aumentadas até a dose de 4,5 g.L<sup>-1</sup> de KNO<sub>3</sub>.

**Quadro 1.** Valores médios, aos 120 dias pós-plantio, para os teores de macronutrientes na matéria seca total dos porta-enxertos 'Cravo' e 'Cleópatra', adubados com diferentes doses e freqüências de aplicação de nitrato de potássio. Lavras, UFLA, 1993.

Nutriente	Unid.	Porta-enxerto	
		'Cravo'	'Cleópatra'
N	(%)	2,70b	2,88a
P	(%)	0,29a	0,26b
K	(%)	2,11a	1,95b
Ca	(%)	1,13a	1,14a
Mg	(%)	0,25b	0,29a
S	(%)	0,16a	0,16a

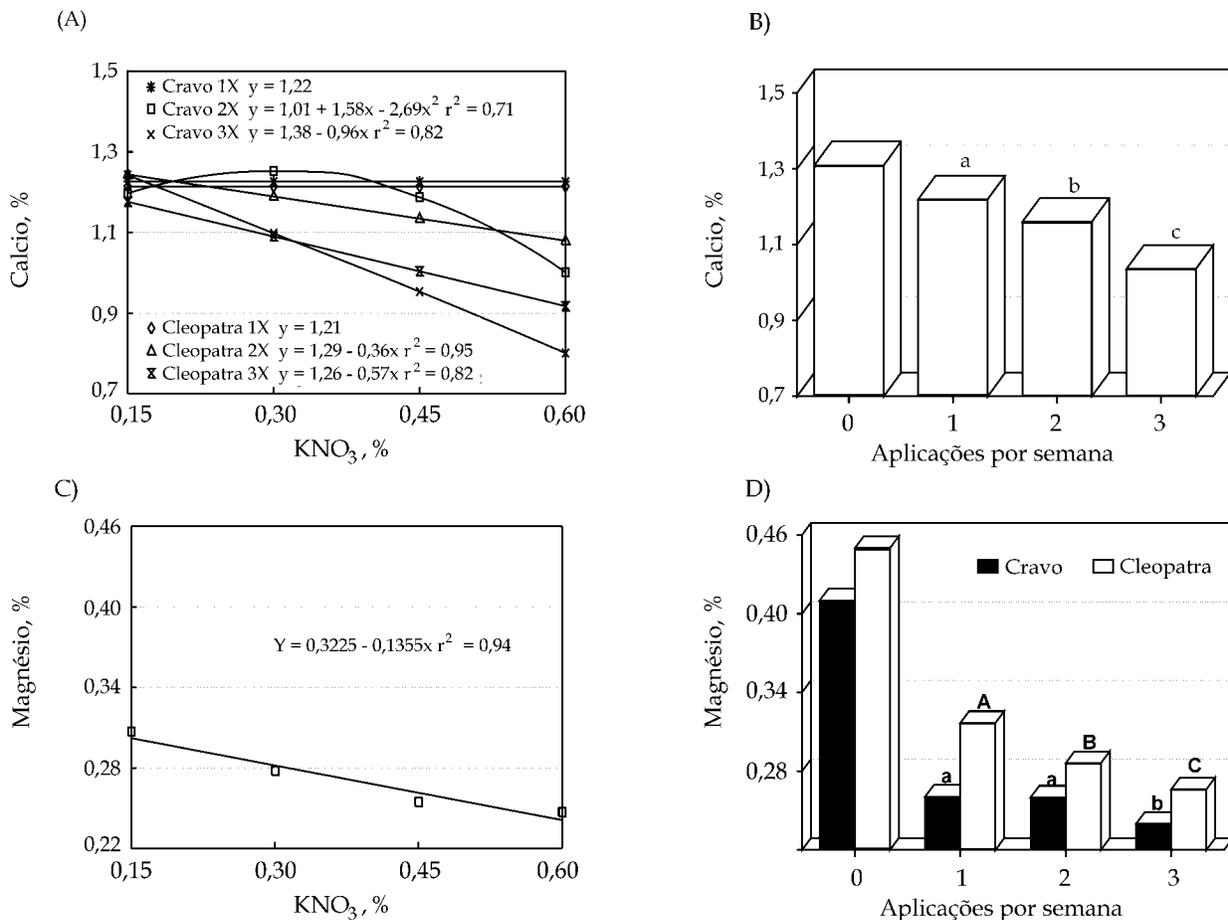
Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de F, ao nível de 5%.

O efeito provocado por altas concentrações de K, no meio, na absorção de Ca e Mg pelas raízes é um

exemplo clássico de inibição competitiva, que ocorre quando os dois elementos combinam-se, com o mesmo local no carregador (MALAVOLTA, 1980). Tal efeito explica, portanto, a redução das concentrações daqueles nutrientes na matéria seca total dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Cleópatra', com o aumento das doses e freqüências de aplicação de KNO<sub>3</sub> (figura 3). Com relação ao Mg, o efeito foi o mesmo nos dois porta-enxertos; porém em relação ao Ca, nota-se que os efeitos das doses maiores foram mais marcantes nas maiores freqüências, tratamentos esses que provavelmente tiveram, também, menor perda relativa de K por lixiviação. Efeitos da adição de doses crescentes de nitrato de potássio na diminuição dos teores de Ca e Mg, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em fase inicial de formação, foram também descritos por SANTOS et al. (1994).

Dentre as diversas anormalidades observadas nas plantas, nos tratamentos com maiores doses e freqüência de aplicação do KNO<sub>3</sub>, a ocorrência de clorose nas bordas foliares da parte apical coincide com os sintomas de deficiência de Ca em plantas cítricas, descritos na literatura, mas dificilmente observados em condições de campo (MALAVOLTA e VIOLANTE NETO, 1989).

Observa-se, na figura 2D, que a aplicação do KNO<sub>3</sub> promoveu elevação na concentração de S, na matéria seca dos porta-enxertos, em relação às plantas do tratamento não-adubado. O efeito ocorreu, provavelmente, por melhor balanço nutricional, com o aumento de íons acompanhantes que favorecem a absorção de S, tais como o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e o K<sup>+</sup> (MALAVOLTA, 1980). Entretanto, independente do porta-enxerto e da freqüência de aplicação, a elevação das doses acima de 1,5 g.L<sup>-1</sup> de KNO<sub>3</sub> não provocou alterações nos teores desses nutrientes nos tecidos (figura 2C).



**Figura 3.** Efeito de doses (A e C) e freqüências de aplicação (B e D) de KNO<sub>3</sub> nos teores de cálcio e magnésio e na matéria seca total dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Cleópatra', aos 120 dias pós-semeadura. 1 x = aplicação semanal; 2 x = aplicação duas vezes por semana; 3 x = aplicação três vezes por semana. Barras com mesma letra indicam ausência de diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Em relação à frequência de aplicação, observa-se, ainda na figura 2D, que houve diminuição na concentração média de S nos tecidos dos dois porta-enxertos, quando se aumentou o número de aplicações por semana. O emprego de doses crescentes de nitrato de potássio na composição do substrato de mudas proporcionou, segundo SANTOS et al. (1994), diminuição nos teores de S na matéria seca da parte aérea de plântulas de cafeeiro. Conforme o autor, isso ocorreu por efeito de diluição, devido ao maior crescimento provocado pelo fertilizante. Tal efeito não se caracteriza no presente estudo, uma vez que ocorreu decréscimo no crescimento com o aumento da frequência de aplicação do  $KNO_3$  (CARVALHO e SOUZA, 1996). Ademais, a presença desse elemento na proporção de 12% no superfosfato simples aplicado ao substrato garantiria a nutrição das plantas mesmo com o maior crescimento. Considerando que o processo ativo é também o responsável pela absorção do S (MALAVOLTA, 1980), os menores teores desse elemento, constatados nos tratamentos de maior frequência de aplicação do  $KNO_3$ , podem estar também relacionados aos danos provocados pelo fertilizante nas raízes, conforme discutido anteriormente para K.

O aumento na dose e frequência de aplicação do  $KNO_3$  provocou elevação nos teores de N nos tecidos, o que provavelmente está relacionado ao maior crescimento observado nas plantas. Entretanto, a diminuição nos teores de P, K, Ca, Mg e S, no peso da matéria seca total das plantas com o aumento das doses e frequência de aplicação do  $KNO_3$ , indica que melhores respostas poderiam ser obtidas com melhor monitoramento da adubação utilizando outras fontes de N e de suplementação com os demais macronutrientes, evitando-se, assim, desequilíbrios nutricionais.

## Referências Bibliográficas

- CALVERT, D.V. Spray applications of potassium nitrate for citrus on calcareous soils. In: INTERNATIONAL CITRUS SYMPOSIUM, Riverside, 1968. *Proceedings*. Riverside: University of California, 1969. v.3. p.1587-1597.
- CARVALHO, S.A. Reestruturação do Programa de Registro de Matrizes e Revisão das Normas para Produção de Mudas Certificadas de Citros no Estado de São Paulo. *Laranja*, Cordeirópolis, v.19, n.2, p.399-402, 1998.
- CARVALHO, S.A. de; SOUZA, M. de. Doses e frequência de aplicação de nitrato de potássio no crescimento do limoeiro 'Cravo' e da tangerineira 'Cleópatra' em bandejas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.11, p.815-822, 1996.
- FONTANEZZI, G.B. da S. *Efeito de micorriza vesicular-arbuscular e de superfosfato simples no crescimento e nutrição de porta-enxertos de citros*. Lavras, 1989. 105p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – ESAL.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Ceres, 1980. 215p.
- MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETO, A. *Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros*. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 153p.
- MILLER, J.E.; HOFMANN, P.S.; BERRY, R.K. Physiological and nutritional responses of five citrus rootstocks to potassium. *Journal of the Southern African Society for Horticultural Science*, Pietermaritzburg, v.3, n.1, p.20-23, 1993.
- SANTOS, L.P.; CARVALHO, M.M. de; CARVALHO, J.G. de. Efeito de doses de nitrato de potássio e esterco de curral na composição do substrato para formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Prática*, Lavras, v.18, n.1, p.42-48, 1994.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. *Análise química em plantas*. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.