

Efeito das doses de nitrogênio, fósforo e potássio na nutrição e na produção do porta-enxerto de limoeiro cravo

Danilo Eduardo Rozane^{1*}, Renato de Mello Prado¹, William Natale¹, Amauri Nelson Beutler², Simone Rodrigues da Silva³ e José Carlos Barbosa⁴

¹Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14870-000, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Universidade Federal do Pampa, Itaqui, Rio Grande do Sul, Brasil. ³Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil. ⁴Departamento de Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: danilorozane@yahoo.com.br

RESUMO. O estudo teve por objetivo avaliar componentes do crescimento e do estado nutricional de porta-enxertos de limoeiro cravo, em função de doses de nitrogênio, fósforo e potássio via fertirrigação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3^3 + 1$, sendo 3 fatores (nitrogênio, fósforo e potássio - NPK), em 3 doses e uma testemunha (sem adubação), com 3 repetições. A unidade experimental foi constituída pela média de dois porta-enxerto (Hipobioto) de limoeiro cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck), cada qual situado em um tubete de 2,8 cm de diâmetro e 12,3 cm de altura, perfurados na base e preenchido substrato composto de casca de *Pinus* e vermiculita. As doses utilizadas foram constituídas por níveis de N (460; 920 e 1840 mg dm⁻³), P (50; 100 e 200 mg dm⁻³) e de K (395; 790 e 1580 mg dm⁻³). As adubações com N e K foram realizadas através de fertirrigações e o P adicionado ao substrato de casca de *Pinus* e vermiculita antes da semeadura. Quando as plantas estavam com 133 dias após a germinação, foram subdivididas em sistema radicular e parte aérea para determinação da massa seca, altura, área foliar, diâmetro do caule e conteúdo de nutrientes. As doses de N, K e P de 920 mg dm⁻³, 790 mg dm⁻³ e 100 mg dm⁻³, respectivamente, foram suficientes para o desenvolvimento adequado de porta-enxertos de limoeiro cravo em tubetes.

Palavras chave: citros, tubete, *Citrus limonia* L. Osbeck, estado nutricional, mudas.

ABSTRACT. Nitrogen, phosphorus and potassium dose effect in the graft box of lemon tree (of the family Rutaceae) nutrition and production. The aim of the study was to evaluate the graft box of lemon tree (of the family Rutaceae) nutritional state and its components of growth in function of nitrogen, phosphorus and potassium dose by fertilization. The experimental outlining was entirely made casually in factorial scheme $3^3 + 1$, being 3 factors (nitrogen, phosphorus and potassium – NPK), 3 doses and an evidence (without fertilization), with 3 repetitions. The experimental unit was constituted by two tubes of 2,8 cm of diameter and 12,3 cm high with a graft box (Hipobioto) of lemon tree (of the family Rutaceae) in each tube. The doses used were constituted by doses of N (460; 920 e 1840 mg dm⁻³), P (50; 100 e 200 mg dm⁻³) and K (395; 790 e 1580 mg dm⁻³). The fertilization with N and K was carried out by fertirrigations and the P added to the substract of *Pinus* rind and vermiculite before the seeding. When the plants were 133 days after the germination they were subdivided in radicular system and air part for the determination of the dry matter mass, height, foliar area, stem diameter and contents of nutrients. The N, K and P doses of 920 mg dm⁻³, 790 mg dm⁻³ and 100 mg dm⁻³, respectively, were enough for the suitable development of the graft box of lemon tree (of the family Rutaceae) in tubes.

Key words: citrus, tubes, *Citrus limonia* L. Osbeck, nutritional state, seedling.

Introdução

O Brasil se destaca no cenário mundial como maior produtor mundial de laranja e maior exportador de suco cítrico concentrado, sendo produzidos, atualmente mais de 17,8 milhões de toneladas de fruta fresca em uma área de aproximadamente 830 mil

hectares (AGRIANUAL, 2007). No atual cenário da citricultura, os atributos de qualidade de muda ganharam muita importância, e o uso de mudas certificadas de citros, com garantia de qualidade genética, fitossanitária e maior vigor, tem sido recomendado visando à melhoria da qualidade das

frutas e ao aumento da competitividade do setor citrícola no mercado internacional (SCIVITTARO et al., 2004a). Entretanto, como fator limitante a boa produção de frutos, destaca-se a produção de mudas saudáveis e o seu adequado estado nutricional, essenciais na formação de um pomar cítrico com alta homogeneidade e vigor, que expressará seu máximo potencial produtivo 6 a 8 anos após o plantio.

A instalação dos pomares cítricos ocorre, utilizando-se mudas enxertadas. Esse método de propagação apresenta diversas vantagens, tais como precocidade e uniformidade de produção, uniformidade na qualidade dos frutos, facilidade na colheita e nos tratamentos culturais, utilização de porta-enxertos que apresentam adaptação a diferentes tipos de solo, maior tolerância a pragas e a seca (POMPEU JUNIOR, 2005). Dentre os diversos porta-enxertos disponíveis à citricultura brasileira, destaca-se como o mais importante o Limoeiro cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck), devido às altas produtividades que induz às diversas variedades de copa, bem como à sua ampla adaptação edafoclimática (QUAGGIO et al., 2004). Os tubetes, em geral, têm pequenas dimensões, na qual a adubação é um fator decisivo para a formação de mudas (SERRANO et al., 2004). Nesta condição, a adubação em quantidade suficiente e o uso da técnica da fertirrigação parcelada, permitem diminuir o tempo para a formação das mudas, com ganhos econômicos para os viveiristas.

Na fase de produção dos porta-enxertos de citros, há exigência de adubação de cobertura com N como complemento da fertilidade natural do substrato, favorecendo assim, o rápido crescimento das plântulas na fase de sementeira (CARVALHO; SOUZA, 1996), até a época de enxertia (CARVALHO; SOUZA, 1996; DECARLOS NETO et al., 2002) e, ainda, a aplicação de N, P e K durante toda a fase de formação das mudas (BERNARDI et al., 2000).

Além da dose adequada, há necessidade do parcelamento da adubação, principalmente do N e K, uma vez que pode ocorrer intensa lixiviação de nutrientes, provocada pelas constantes irrigações e devido às pequenas dimensões dos recipientes. Neste sentido, as informações da literatura sobre a frequência de aplicação estão restritas à fase inicial de crescimento dos porta-enxertos (até 4 meses após a semeadura), seja em tubete ou em bandeja (CARVALHO et al., 2000).

A aplicação de nutrientes via fertirrigação é promissora para a produção de mudas, uma vez que a adubação foliar é pouco eficiente no fornecimento de nutrientes para as plantas, conforme verificado

com aplicação de N em mudas de laranjeira Pêra enxertadas sobre limoeiro cravo (BOARETTO et al., 1999). A fertirrigação assegura que os fertilizantes sejam aplicados diretamente na região de maior concentração de raízes das plantas, permitindo o fracionamento das doses de nutrientes e o aumento na eficiência da adubação. Os autores afirmam que, comparando a fertirrigação por gotejamento com a aplicação de fertilizantes pelo método convencional, há aumento na eficiência de aproveitamento de nutrientes aplicados pelo primeiro, com economia de 20 a 50% de adubo. Carvalho e Souza (1996) verificaram melhores respostas a N por porta-enxertos de citros produzidos em tubetes, quando aplicado de forma parcelada, sendo uma ou duas fertirrigações semanais a via preferencial, variando em função da dose, espécie e condições de cultivo.

A fertirrigação tem sofrido intenso desenvolvimento e vem ganhando adeptos, principalmente pela maior facilidade na aplicação dos nutrientes, concomitantemente à marcha de absorção ou acúmulo de nutrientes de cada variedade em todas as fases do desenvolvimento da planta. (ZANINI et al., 2007). Além disso, porta-enxertos adubados corretamente atingem rapidamente o diâmetro de caule adequado à enxertia, diminuindo o tempo entre a semeadura e a enxertia (SERRANO et al., 2004).

Este estudo teve por objetivo avaliar componentes do crescimento e o estado nutricional do porta-enxerto de limoeiro cravo, em função de doses de N, P e K, aplicadas via fertirrigação.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em viveiro telado na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), localizada no município de Bebedouro estado de São Paulo. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa subtropical com inverno curto e seco, e verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas, localizada a altitude de 601 m.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3^3 + 1$, sendo 3 fatores (nitrogênio, fósforo e potássio - NPK), 3 doses e uma testemunha (sem adubação), com 3 repetições, totalizando 84 unidades experimentais. Estas foram constituídas pela média de dois porta-enxerto de limoeiro cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck), cada qual situado em um tubete de 2,8 cm de diâmetro e 12,3 cm de altura, perfurados na base, sendo utilizadas duas fileiras de mudas laterais como bordadura.

As três doses de N, P e K foram: metade da dose recomendada ($_{1/2}$); a dose recomendada ($_1$); duas vezes a dose recomendada ($_2$) pela literatura. As

doses recomendadas para a produção de “plântulas” de citros, de N e K são 920 mg dm⁻³ e 790 mg dm⁻³ (RUSCHEL et al., 2004) e, de P 100 mg dm⁻³ (BOAVENTURA et al., 2004). A adubação com N e K foi realizada via fertirrigação (em 18 aplicações), mediante parcelamentos semanais de 2 mL de solução por planta, a partir da segunda semana após a emergência das sementes (28/03/2005). O P foi adicionado e homogeneizado ao substrato antes da semeadura. As fontes de N, P e K foram o nitrato de amônio (34% de N), superfosfato triplo (44% de P₂O₅) e o cloreto de potássio (60% de K₂O). Além destes, foi aplicado CaSO₄ na dose de 0,9 g dm⁻³ de substrato e, também pulverizados mensalmente micronutrientes com solução contendo: B = 0,2; Mn = 0,5 e Zn = 0,6 g L⁻¹ segundo recomendação de Bernardi et al. (2000).

O substrato utilizado no cultivo foi composto de casca de *Pinus* e vermiculita com granulometria fina, cuja caracterização química é apresentada na Tabela 1. Este foi adicionado ao tubete até completar o volume, e ligeiramente comprimido de modo a não comprometer a drenagem. Em 23/2/2005, foram adicionadas sementes de limoeiro cravo na superfície do substrato e cobertas com substrato solto até a borda do tubete. Após a germinação foram deixadas duas plantas por tubete, sendo realizadas irrigações diárias.

Em 1/8/2005, 133 dias após a germinação, realizaram-se as avaliações. As plantas foram subdivididas em sistema radicular e parte aérea, lavadas e secas em estufa a 65 – 70°C, determinando-se, em seguida, a massa seca e o teor de nutrientes, utilizando a metodologia de Bataglia et al. (1983).

Foram determinadas, ainda, a altura das plantas, a área foliar (aparelho LI-3100 Area meter®) e o diâmetro do caule à altura do colo das plantas.

Realizaram-se análises de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (BARBOSA; MALDONADO JR., 2009).

Resultados e discussão

A área foliar e a massa seca da parte aérea aumentaram com a aplicação de N, P e K (Tabela 2), comparadas à testemunha sem adubação. Por outro lado, na dose de fósforo padrão (P₁) foi obtido maior diâmetro do caule, área foliar e massa seca da parte aérea e, na dose padrão de nitrogênio (N₁) foi também

obtida maior área foliar e massa seca da parte aérea (Tabelas 3 e 4), comparada à metade da dose recomendada de P e N, respectivamente. Neste contexto, Serrano et al. (2004), estudando o porta-enxerto de limoeiro cravo, verificaram que a planta atingiu o ponto de enxertia mais rápido (137 dias), caracterizado pelo diâmetro médio do caule de 8 mm, em condições de maior disponibilidade de nutrientes.

Tabela 2. Resumo da análise de variância (valor de F e CV) dos componentes de desenvolvimento do porta-enxerto de limoeiro cravo.

Causas de variação	Altura	Diâmetro do caule	Área foliar	Massa seca da parte aérea	Massa seca das raízes
N	3,01 ^{ns}	0,91 ^{ns}	2,80 ^{ns}	11,51 ^{**}	2,78 ^{ns}
P	2,01 ^{ns}	3,71 [*]	8,50 ^{**}	10,08 ^{**}	0,59 ^{ns}
K	0,24 ^{ns}	0,47 ^{ns}	2,00 ^{ns}	1,96 ^{ns}	1,23 ^{ns}
N x P	3,67 [*]	1,77 ^{ns}	2,67 [*]	1,65 ^{ns}	0,80 ^{ns}
N x K	0,31 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,29 ^{ns}
P x K	0,38 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,18 ^{ns}
N x P x K	0,13 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,02 ^{ns}
Trat. x Test.	3,48 ^{ns}	2,52 ^{ns}	8,44 ^{**}	13,72 ^{**}	1,66 ^{ns}
CV (%)	21,3	14,9	24,4	19,5	29,4

**; * e ^{ns} - Significativo a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Apesar do diâmetro do caule do porta-enxerto aumentar apenas em função da aplicação de P e até a dose padrão (P₁), a partir da qual não se obteve mais resposta positiva, verifica-se que a área foliar e a massa seca da parte aérea também foram maiores na dose padrão de N₁ e P₁, destacando a dose padrão, comparada à metade da dose, na formação do porta-enxerto. Além disso, o maior diâmetro do caule na dose P₁ permite inferir que o tempo de formação do porta-enxerto é menor, visto que o parâmetro que determina se os porta-enxertos estão aptos à enxertia é o diâmetro médio do caule. Desta forma, o menor tempo necessário para a formação do porta-enxerto reflete em menor custo de produção das mudas cítricas.

Em relação à adubação com N, verificou-se acréscimo na produção de matéria seca da parte aérea na dose padrão de 920 mg dm⁻³ (N₁) e decréscimo na dose de 1840 mg dm⁻³, corroborando as informações de Decarlos Neto et al. (2002). Esses pesquisadores verificaram maior desenvolvimento do porta-enxerto limoeiro cravo na dose de N de 1240 mg dm⁻³, e supressão no desenvolvimento em doses elevadas, utilizando substrato de vermiculita, casca de *Pinus* e solo orgânico.

Tabela 1. Caracterização química do substrato utilizado no cultivo de porta-enxerto de limoeiro cravo.

CE	pH	N _{nitrato}	N _{amônio}	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
dS m ⁻¹								mg L ⁻¹							
1,5	5,9	2,4	31,4	16,3	67,9	108,9	58,8	188,7	27,0	9,6	0,1	0,1	0,2	1,3	0,1

Método de extração: 1:1,5 (Holanda). Método de determinação: N-(amoniacoal e nitrato): destilação; K, Ca, Mg, P, S, Cu, Fe, Mn, Zn: ICP-OES; C orgânico: Walkley-Black; Nitrogênio Total Kjeldahl.

Tabela 3. Componentes de desenvolvimento do porta-enxerto de limoeiro cravo, em função das doses de N, P e K.

Causas de variação	N _{1/2}	N ₁	N ₂	P _{1/2}	P ₁	P ₂	K _{1/2}	K ₁	K ₂
Altura, cm	24,11	27,20	27,43	25,10	27,96	25,68	25,70	26,28	26,76
Diâmetro do caule, mm	6,62	6,99	6,83	6,47b	7,21a	6,75ab	6,66	6,91	6,86
Área foliar, cm ²	76,18	85,72	88,51	72,06b	94,60a	83,75ab	79,03	89,58	81,80
Massa seca da parte aérea, g	0,50b	0,64a	0,55b	0,49b	0,60a	0,61a	0,54	0,60	0,57
Massa seca das raízes, g	0,53	0,64	0,57	0,55	0,60	0,59	0,55	0,62	0,57

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na linha, para cada nutriente, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Altura e área foliar do porta-enxerto de limoeiro cravo, em função da interação das doses de N e P.

	Altura, cm			Área foliar, cm ²		
	P _{1/2}	P ₁	P ₂	P _{1/2}	P ₁	P ₂
N _{1/2}	21,50 Ba	23,39 Ba	27,44 Aa	57,53 Bb	81,59 Aa	89,42 Aa
N ₁	25,56 ABa	29,11 ABa	26,94 Aa	73,89 ABb	98,18 Aa	85,10 Aab
N ₂	28,22 Aab	31,39 Aa	22,67 Ab	84,77 Aab	104,01 Aa	76,73 Ab

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram obtidos por Scivittaro et al. (2004b) que, utilizando fertirrigação com aplicações semanais de N, verificaram efeito negativo sobre o diâmetro do caule e a altura de plantas quando foi aplicado N em excesso. Este efeito pode ser explicado pela elevação da pressão osmótica do meio de cultivo, causando danos às raízes e prejudicando a absorção de nutrientes e o desenvolvimento das plantas. Desta forma, verifica-se que o N é fundamental para o crescimento de limoeiro cravo, porém, a falta ou o excesso são prejudiciais ao seu adequado desenvolvimento.

Pesquisas realizadas com diferentes porta-enxertos de citros mostram que o N é um dos nutrientes mais importantes para o crescimento vegetativo de mudas e que estas apresentam exigência nutricional em N diferenciada (DECARLOS NETO et al., 2002). Os referidos autores observaram efeito positivo da aplicação de nitrogênio ao substrato de cultivo, sobre o crescimento dos porta-enxertos de ‘Tangelo Orlando’, ‘Limoeiro Cravo’, ‘Limoeiro Volkameriano’, ‘Tangerina Cleópatra’ e ‘Tangerina Sunki’, sendo as doses de 1117; 1240; 1417; 1170 e 1145 mg dm⁻³ de N responsáveis pelo máximo crescimento em altura destes porta-enxertos, respectivamente.

A massa da matéria seca das raízes não foi alterada pela adubação com N, P e K, discordando de Scivittaro et al. (2004b), que obtiveram maior produção de massa de matéria seca das raízes com a adubação parcelada de N. Em geral, verificam-se respostas diversas do porta-enxerto de limoeiro cravo à aplicação de N, P e K (BERNARDI et al., 2000; DECARLOS NETO et al., 2002; SCIVITTARO et al., 2004b), em relação aos componentes de desenvolvimento. Por exemplo, Bernardi et al. (2000) verificaram efeito quadrático das doses de K sobre o diâmetro e a altura, efeito não verificado neste estudo. Isso pode estar relacionado a

diversos fatores, entre os quais, o tipo e a fertilidade natural do substrato. Entretanto, é consenso que os porta-enxertos respondem à adubação com N, P e K, e que a adubação adequada permite melhor desenvolvimento das plantas.

A adubação com N, P e K proporcionou maior acúmulo de N, P, Mg, S, B, Mn e Zn nas raízes e N, P, K, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea, comparado à testemunha, sendo obtidas respostas diferenciais para as doses de N, P e K e suas interações (Tabelas 5, 6 e 7), corroborando resultados de Serrano et al. (2004). Franco e Prado (2008) avaliando os teores de nutrientes, nos diversos órgãos das mudas de goiabeira, observaram uma maior teor de macronutrientes nas folhas e um menor teor de micronutrientes nas raízes das mesmas. Serrano et al. (2004), verificaram que a aplicação ao substrato de adubo formulado com liberação lenta de N, P e K aumentou de forma linear os teores foliares de N, S, Mn e Zn e de forma quadrática de Ca, em porta-enxerto de limoeiro cravo.

De maneira geral, a adubação padrão N, P e K (N₁, P₁ e K₁) foi a dose suficiente para proporcionar maior acúmulo de macro e micronutrientes nas raízes e na parte aérea. Foram verificadas interações entre N e P, sendo que a partir da dose padrão (N₁ e P₁) obteve-se maiores teores de N e P na parte aérea, corroborando as informações de Scivittaro et al. (2004b). Estes autores verificaram, em porta-enxerto de limoeiro cravo, em tubetes, incremento nos teores de P na parte aérea com a aplicação de N e, em altas doses de N, redução da quantidade de P acumulado. Na literatura, são verificadas ainda várias interações entre os nutrientes em plantas cítricas (BERNARDI et al., 2000; PRADO et al., 2008), apesar de no presente estudo não ser verificado a relação entre N e K. Estudos indicam que a aplicação de altas doses de N resultam em altos teores de N na folha e baixos teores de K, enquanto o aumento nos níveis de K resultou em aumento dos teores de K na folha, mas não interferem nos teores de N (REESE; KOO, 1975). Outra interação é a relação positiva do N e do Mg na folha (REESE; KOO, 1975). Além dessas, altos teores de K também induzem à deficiência de Mg, devido à inibição competitiva entre eles, o que não foi verificado neste estudo.

Tabela 5. Resumo da análise de variância (valor de F e CV) do acúmulo de nutrientes na massa seca de raízes e da parte aérea do porta-enxerto de limoeiro cravo.

Causas de variação	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Raízes											
N	30,03**	4,27*	20,89**	43,61**	7,95**	37,91**	3,53*	0,81 ^{ns}	0,14 ^{ns}	3,38*	6,62**
P	0,28 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,77 ^{ns}	3,40*	2,13 ^{ns}	0,78 ^{ns}	4,43*	0,44 ^{ns}	3,15*
K	1,07 ^{ns}	0,82 ^{ns}	4,44*	0,77 ^{ns}	3,99*	5,71**	1,71 ^{ns}	2,80 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,52 ^{ns}	2,08 ^{ns}
N x P	1,14 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,31 ^{ns}	1,62 ^{ns}	5,64**	0,62 ^{ns}	6,41**	2,33 ^{ns}	1,24 ^{ns}	2,20 ^{ns}
N x K	0,74 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,10 ^{ns}	5,03**	0,10 ^{ns}	1,88 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,49 ^{ns}
P x K	0,37 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,79 ^{ns}
N x P x K	0,67 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,62 ^{ns}	2,53 ^{ns}	1,52 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,12 ^{ns}	2,19*	1,75 ^{ns}	3,55**
Trat. x Testem.	14,30**	6,42*	2,67 ^{ns}	0,01 ^{ns}	23,00**	20,71**	4,28*	0,71 ^{ns}	0,07 ^{ns}	11,17**	12,14**
C.V. (%)	21,9	26,4	31,8	33,5	28,1	25,8	30,1	32,9	30,8	36,3	29,9
Parte aérea											
N	39,48**	12,04**	22,51**	17,08**	13,51**	44,09**	3,40*	25,18**	4,66*	6,53**	8,58**
P	5,33**	5,90**	8,34**	7,61**	8,43**	7,91**	1,28 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,10 ^{ns}	2,03 ^{ns}
K	2,07 ^{ns}	3,80*	5,75**	6,12**	2,45 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,53 ^{ns}	0,65 ^{ns}	1,31 ^{ns}	3,48*	2,15 ^{ns}
N x P	3,39*	3,55*	1,35 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,80 ^{ns}	2,27 ^{ns}	0,23 ^{ns}	3,37*	2,80*	0,62 ^{ns}	0,48 ^{ns}
N x K	1,24 ^{ns}	5,40*	0,68 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,56 ^{ns}	3,61*	0,35 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,31 ^{ns}	1,19 ^{ns}
P x K	2,08 ^{ns}	1,23 ^{ns}	2,33 ^{ns}	2,38 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,45 ^{ns}
N x P x K	0,68 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,60 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,27 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,80 ^{ns}	2,84*	2,14*	0,74 ^{ns}	0,77 ^{ns}
Trat. x Testem.	27,71**	19,66**	16,93**	0,83 ^{ns}	5,24*	31,05**	5,03*	14,19**	18,05**	14,41**	22,60**
C.V. (%)	22,1	19,6	20,8	26,9	21,8	21,0	27,0	22,0	20,2	22,9	19,9

**; * e ns - Significativo a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Tabela 6. Acúmulo de nutrientes nas raízes e na parte aérea de uma planta de porta-enxerto de limoeiro cravo, em função das doses de N, P e K aplicadas via fertirrigação (média de duas plantas).

	N _{1/2}	N ₁	N ₂	P _{1/2}	P ₁	P ₂	K _{1/2}	K ₁	K ₂
Raízes									
mg planta ⁻¹									
N	6,22 c	9,14 b	11,09 a	8,55	9,00	8,90	8,53	9,35	8,57
P	1,02 b	1,25 a	1,12 ab	1,08	1,14	1,16	1,08	1,18	1,13
K	7,12 a	6,41 a	4,03 b	5,85	5,88	5,84	5,04 b	6,03ab	6,50 a
Ca	2,65 a	2,20 b	1,03 c	2,07	2,02	1,78	1,90	2,09	1,89
Mg	0,55 a	0,48 ab	0,40 b	0,45	0,48	0,50	0,52 a	0,49 ab	0,40 b
S	0,67 c	0,99 b	1,24 a	1,06 a	0,89 b	0,94 ab	0,84 b	1,03 a	1,03 a
µg planta ⁻¹									
B	11,75 b	14,08ab	14,37 a	12,15	13,75	14,29	12,77	14,55	12,88
Cu	11,57	12,82	11,73	11,27	12,35	12,50	11,12	13,49	11,51
Fe	98,76	98,09	94,69	83,29 b	102,84 ab	105,41a	93,89	102,69	94,95
Mn	245,48 b	299,97 ab	313,22 a	273,97	299,70	284,99	281,33	312,37	264,97
Zn	60,60 b	78,79 a	78,89 a	77,06 a	76,85 a	64,37 b	73,35	78,34	66,59
Parte aérea									
mg planta ⁻¹									
N	8,49 b	13,42 a	14,37 a	10,76 b	12,84 a	12,68 a	11,49	12,89	11,88
P	1,00 b	1,30 a	1,20 a	1,06 b	1,17 ab	1,28 a	1,07 b	1,20 ab	1,23 a
K	9,67 a	10,66 a	7,32 b	8,02 b	9,72 a	9,93 a	8,22 b	9,72 a	9,72 a
Ca	12,37 a	6,02 a	3,90 b	4,30 b	5,29 a	5,71 a	5,25 ab	5,66 a	4,39 b
Mg	0,53 a	0,60 a	0,44 b	0,45 b	0,57 a	0,56 a	0,54	0,55	0,49
S	0,71 c	1,06 b	1,23 a	0,87 b	1,08 a	1,05 a	1,01	1,03	0,97
µg planta ⁻¹									
B	76,11 b	90,81 a	79,19ab	76,88	82,99	86,25	77,93	87,89	80,29
Cu	2,62 c	3,50 b	4,02 a	3,31	3,37	3,46	3,26	3,50	3,39
Fe	32,61 a	32,72 a	28,21 b	30,59	31,09	31,86	29,94	32,64	30,97
Mn	75,57 b	90,02 a	73,97 b	80,16	78,66	80,75	77,06ab	87,24 a	75,27 b
Zn	73,94 b	89,30 a	74,51 b	83,64	75,18	78,93	76,98	84,27	76,50

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Acúmulo de nutrientes na parte aérea de uma planta de porta-enxerto de limoeiro cravo, em função das doses de N, P e K aplicadas via fertirrigação (média de duas plantas).

	N			P			Cu		
	P _{1/2}	P ₁	P ₂	P _{1/2}	P ₁	P ₂	P _{1/2}	P ₁	P ₂
mg planta ⁻¹									
N _{1/2}	6,88Ca	9,10Ba	9,48Ba	0,80Bb	1,03Aab	1,20Ba	2,65Ba	2,10Bb	3,12Ba
N ₁	10,43Bb	14,86Aa	14,96Aa	1,23Ab	1,19Ab	1,49Aa	3,28Aba	3,95Aa	3,27Aba
N ₂	14,95Aa	14,55Aa	14,95Aa	1,17Aa	1,29Aa	1,14Ba	4,01A	4,06Aa	3,99Aa
µg planta ⁻¹									
	Fe			P			S		
	P _{1/2}	P ₁	P ₂	K _{1/2}	K ₁	K ₂	K _{1/2}	K ₁	K ₂
mg planta ⁻¹									
N _{1/2}	30,79Aab	29,67Ab	37,38Aa	0,91Ba	1,02Ba	1,09Ba	0,66Ba	0,70Ca	0,78Ba
N ₁	33,96Aa	34,42Aa	29,78Ba	1,19Aa	1,18Aa	1,54Aa	1,12Aa	0,99Ba	1,08Aa
N ₂	27,02Aa	29,19Aa	28,43Ba	1,12ABa	1,41Aa	1,07Ba	1,24Aa	1,40Aa	1,05Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No porta-enxerto de limoeiro cravo não foram verificadas interações entre N e K, N e Mg, K e Mg na parte aérea das plantas, possivelmente em razão das doses de N, P e K não serem muito elevadas, quando comparadas às doses utilizadas por Decarlos Neto et al. (2002) e Scivittaro et al. (2004b).

Segundo Bernardi et al. (2000), o acúmulo de NPK, em mudas de citros, pelas raízes é em torno de 30% e de 70% na parte aérea. Neste estudo as quantidades acumuladas no sistema radicular foram superiores a 50% em relação ao acumulado na parte aérea.

Conclusão

Para a produção de porta-enxertos de limoeiro cravo em tubetes as doses de N, K e P de 920 mg dm⁻³, 790 mg dm⁻³ e 100 mg dm⁻³, respectivamente, foram suficientes para o desenvolvimento adequado do porta-enxerto de limoeiro cravo em tubetes.

O acúmulo de N, K e P na planta inteira para a dose adequada, foi de 22,6; 15,8 e 2,3 mg planta⁻¹, respectivamente.

Referências

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2007. p. 286-297.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR.; W. **AgroEstat** - Sistema de análises estatísticas de ensaios agrônomicos. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2009.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, Campinas, 1983.
- BERNARDI, A. C. C.; CARMELLO, Q. A. C.; CARVALHO, S. A. Desenvolvimento de mudas de citros cultivadas em vaso em resposta à adubação NPK. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 733-738, 2000.
- BOARETTO, A. E.; SCHIAVINATO NETO, P.; MURAOKA, T. Fertilização foliar de nitrogênio para laranjeira em estágio de formação. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 3, p. 621-626, 1999.
- BOAVENTURA, P. S.; QUAGGIO, J. A.; ABREU, M. F.; BATAGLIA, O. C. Balanço de nutrientes na produção de mudas cítricas cultivadas em substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 300-3005, 2004.
- CARVALHO, S. A.; MATTOS JR., D.; SOUZA, M. Efeito do KNO₃ nos teores de macronutrientes na matéria seca total de porta-enxertos cítricos produzidos em bandejas. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 89-94, 2000.
- CARVALHO, S. A.; SOUZA, M. Doses e frequência de aplicação de nitrato de potássio no crescimento do limoeiro-'Cravo', e da tangerineira-'Cleópatra' em bandejas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 11, p. 815-822, 1996.
- DECARLOS NETO, A.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ V., V. H. Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 199-203, 2002.
- FRANCO, C. F.; PRADO, R. M. Nutrição de micronutrientes em mudas de goiabeira em reposta ao uso de soluções nutritivas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 403-408, 2008.
- POMPEU JR. Porta-enxertos. In: MATTOS JR., D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JR., J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico/Fundag, 2005. p. 63-94.
- PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; CAMAROTTI, G. S.; CORREIA, M. A. R.; NATALE, W.; BARBOSA, J. C.; BEUTLER, A. N. Nitrogênio, fósforo e potássio na nutrição e na produção de mudas de laranjeira 'Valência', enxertada sobre citrumelo 'Swingle'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 812-817, 2008.
- QUAGGIO, J. A.; MATTOS JR., D.; CANTARELLA, H.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. Laranjas-doce sobre diferentes porta-enxertos adubadas com nitrogênio, fósforo e potássio **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 55-60, 2004.
- REESE, R. L.; KOO, R. C. J. Effects of N and K fertilization on leaf analysis, tree size and yield of three major Florida orange cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 100, p. 195-198, 1975.
- RUSCHEL, J.; CARMELLO, Q. A. C.; BERNARDI, A. C. C.; CARVALHO, S. A.; MATTOS JR., D. Concentrações foliares do porta-enxerto limoeiro 'cravo' em função da adubação N, P, K, Ca e S. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 5, p. 501-506, 2004.
- SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; MORALES, C. F. G.; RADMANN, E. B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta-enxerto 'trifoliata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 520-523, 2004a.
- SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; MORALES, C. F. G.; RADMANN, E. B. Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26 n. 1, p. 131-135, 2004b.
- SERRANO, L. A. L.; SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H. Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de porta-enxerto cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 524-528, 2004.
- ZANINI, J. R.; BARRETO, A. K. G.; FORATTO, L. C.; NATALE, W. Distribuição de fósforo no bulbo molhado, aplicado via fertirrigação por gotejamento com ácido fosfórico. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 1, p. 180-193, 2007.

Received on 26 March, 2007.

Accepted on 6 May, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.