

NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO NA NUTRIÇÃO E NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE LARANJEIRA ‘VALÊNCIA’, ENXERTADA SOBRE CITRUMELEIRO ‘SWINGLE’¹

RENATO DE MELLO PRADO², DANILO EDUARDO ROZANE³, GUSTAVO SILVA CAMAROTTI⁴,
MARCUS ANDRE RIBEIRO CORREIA⁵, WILLIAM NATALE⁶, JOSÉ CARLOS BARBOSA⁷, AMAURI NELSON BEUTLER⁸

RESUMO - O experimento foi conduzido em estufa telada na FCAV/Unesp Câmpus Jaboticabal-SP, durante o período de novembro de 2005 a janeiro de 2007. O estudo teve por objetivo avaliar componentes do desenvolvimento e do estado nutricional de mudas de laranjeira ‘Valência’, enxertada sobre citrumeleiro ‘Swingle’, cultivado em substrato, em função de doses de nitrogênio, fósforo e potássio. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3^3 + 1$, sendo 3 fatores (nitrogênio, fósforo e potássio), 3 doses e uma testemunha (sem adubação), com 3 repetições. A unidade experimental foi constituída de uma muda de laranjeira por sacolas de 5 dm³, contendo 2,5 kg de substrato casca de *Pinus* e vermiculita. Os tratamentos foram constituídos pela aplicação das seguintes doses de nutrientes em mg por dm³ de substrato: N_{1/2}:459, N₁:918 e N₂:1836; P_{1/2}:92, P₁:184 e P₂:368; K_{1/2}:438, K₁:876 e K₂:1752. Aos 424 dias após a semeadura, as plantas foram divididas em raízes e parte aérea para a determinação da massa da matéria seca, altura, área foliar, diâmetro do caule e conteúdo de nutrientes. As adubações com N, P e K proporcionaram maior crescimento e maior acúmulo de N, P e K na parte aérea e nas raízes das mudas de laranjeira, em substrato de casca de *Pinus* e vermiculita, em relação à testemunha. A dose de 459 mg dm⁻³ de N e as doses de P e K 184 e 876 mg dm⁻³, respectivamente, proporcionaram melhor crescimento da parte aérea das mudas; porém, na dose recomendada de N de 918 mg dm⁻³, ocorreu maior crescimento do sistema radicular.

Termos de indexação: N P K, estado nutricional, mudas de citros, *Citrus ssp.*

NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM ON NUTRITION AND PRODUCTION OF SEEDLINGS OF ‘VALENCIA’ ORANGE

ABSTRACT - The experiment was led in a protected greenhouse in the FCAV/Unesp, Jaboticabal Campus -SP, during the period of November of 2005 to January of 2007. The study objective was to evaluate the development of components and the nutritional state of seedlings of ‘Valencia’ orange grafted on lemon tree citrumelo ‘Swingle’ rootstock, in function of nitrogen, phosphorus and potassium levels. The experimental design was entirely randomized, in factorial scheme $3^3 + 1$, being 3 factors (nitrogen, phosphorus and potassium - NPK), 3 levels and a witness (without fertilization), with 3 replications. The experimental unit was constituted of a ‘Valencia’ sweet orange seedling grafted on lemon tree citrumelo ‘Swingle’ rootstock in a bag with 2,5 kg of substratum. The treatments were constituted of application of the following doses of nutrients in mg for dm³ of substratum: N_{1/2}:459, N₁:918 and N₂:1836; P_{1/2}:92, P₁:184 and P₂:368; K_{1/2}:438, K₁:876 and K₂:1752. In the 424 days after the planting, the plants were divided in root and aerial part for the determination of the mass of the dry matter, height, leaf area, diameter of the stem and content of nutritious. The fertilization with N, P and K provided larger growth and larger accumulation of N, P and K in the aerial part and in the roots of the orange tree seedlings, in substratum of *Pinus* bark and vermiculite. In the orange tree ‘Valencia’ grafted on lemon tree citrumelo ‘Swingle’ the half of the recommended dose of N (459 mg dm⁻³) and, the recommended dose of P and K (184 and 876 mg dm⁻³), respectively, provided better growth of the aerial part of the seedlings; however, in the recommended dose of N of 918 mg dm⁻³, it happened larger growth of the root system.

Index terms: N P K, mineral nutrition, orange seedlings, *Citrus ssp.*

¹(Trabalho 237-07).Recebido em: 03-10-2007. Aceito para publicação em: 07-07-2008.

²Professor Doutor, Depto. de Solos e Adubos, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/Unesp). Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. 14870-000, Jaboticabal-SP. Bolsista CNPq. E-mail: rmprado@fcav.unesp.br

³Engenheiro Agrônomo, Doutorando, Depto. Solos e Adubos, FCAV/Unesp. Bolsista FAPESP. E-mail: danilorozane@yahoo.com.br

⁴Graduando em Agronomia da FCAV/Unesp. E-mail: gustavo.toru@hotmail.com

⁵Engenheiro Agrônomo, Mestrando, Depto Solos e Adubos, FCAV/Unesp. E-mail: marcusribeiro@uft.edu.br

⁶Professor Adjunto, Depto. de Solos e Adubos, FCAV/Unesp. Bolsista CNPq. E-mail: natale@fcav.unesp.br

⁷Professor Titular, Depto. Ciências Exatas, FCAV/Unesp. Bolsista CNPq. E-mail: jcbarbosa@fcav.unesp.br

⁸Doutor, Depto. Solos e Adubos, FCAV/Unesp. E-mail: amaurib@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de laranjas e, também, o maior exportador de suco cítrico concentrado, com destaque para o Estado de São Paulo (Agrianual, 2006). Para a formação de pomares cítricos, são utilizadas, em geral, mudas enxertadas que apresentam as seguintes vantagens: precocidade, uniformidade de produção e de qualidade dos frutos, facilidade na colheita e nos tratamentos culturais, adaptação a diferentes tipos de solos, tolerância a determinadas moléstias e à seca (Pompeu Júnior, 1991). O porta-enxerto mais utilizado na citricultura brasileira é o de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* L. Osbeck), e o segundo porta-enxerto mais utilizado no Estado de São Paulo é o citrumeleiro 'Swingle'. Este é um híbrido originário dos Estados Unidos, resultante do cruzamento entre *Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*, sendo amplamente utilizado devido a sua tolerância às doenças, à seca e boa longevidade, substituindo muitas vezes o porta-enxerto limoeiro 'Cravo'. Outro aspecto é a atual tendência de manutenção de a cotação de preços da laranja ser baseada no teor de sólidos solúveis do fruto, que é superior nos frutos de plantas enxertadas sobre o citrumelo 'Swingle'.

Quando atingem o ponto de enxertia, os porta-enxertos são transferidos do tubete para sacolas plásticas, onde são enxertados e são formadas as mudas. O tempo para a formação de uma muda cítrica, via enxertia, oscila entre 18 e 36 meses, dependendo do clima da região e do nível tecnológico do viveiro (Abou-Rawash et al., 1998). Porém, com o uso da fertirrigação e com a adequada nutrição das mudas, esse tempo pode diminuir, resultando em menor custo para a produção de mudas.

Além da dose adequada de fertilizante, o parcelamento da adubação é importante, uma vez que pode ocorrer lixiviação de nutrientes, principalmente de N e K, devido às constantes irrigações e às pequenas dimensões dos recipientes (sacolas). Neste contexto, uma forma promissora de fornecimento de nutrientes para a produção de mudas é via fertirrigação, uma vez que outras formas de aplicação, como a adubação foliar, não têm exercido efeito significativo sobre o crescimento das plantas (Boaretto et al., 1999). Em regiões produtoras de diversas culturas no Estado de São Paulo, a fertirrigação vem ganhando adeptos, principalmente pela maior facilidade na aplicação dos nutrientes na época adequada, além de atender à exigência nutricional de cada variedade, em todas as fases do desenvolvimento da planta. Na literatura, são escassos estudos que avaliaram a resposta de mudas de citros, cultivadas em substrato inerte, em recipientes e em ambiente protegido à adubação com N, P e K, via fertirrigação, durante toda a fase de produção das mudas.

Neste estudo, objetivou-se avaliar o crescimento e o estado nutricional de mudas de laranja 'Valência', enxertada sobre citrumeleiro 'Swingle', em função de adubações com N, P e K.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro telado na FCAV/Unesp Câmpus Jaboticabal-SP, no período de novembro de 2005

a janeiro de 2007. 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, na altitude de 601 m.

O viveiro estava coberto por filme plástico transparente e revestido, nas laterais, com tela de abertura de malha de 1 mm, para impedir a entrada de afídeos. As bancadas com as mudas foram dispostas 30 cm acima do solo, seguindo recomendação de Carvalho & Laranjeira (1994). Foram realizadas irrigações diárias durante a condução do experimento. O substrato utilizado para o cultivo, em tubete e nas sacolas, foi composto por casca de *Pinus* e vermiculita com granulometria fina, cuja caracterização química, realizada segundo método holandês (1:1,5) adaptado de Sonneveld & Elderen (1994), revelou que: CE = 1,5 dS m⁻¹; pH = 5,9; N_{nitro} = 2,4 mg L⁻¹; N_{amônia} = 31,4 mg L⁻¹; P = 16,3 mg L⁻¹; K = 67,9 mg L⁻¹; Ca = 108,9 mg L⁻¹; Mg = 58,8 mg L⁻¹; S = 188,7 mg L⁻¹; Cl = 27,0 mg L⁻¹; Na = 9,6 mg L⁻¹; B = 0,1 mg L⁻¹; Cu = 0,1 mg L⁻¹; Fe = 0,2 mg L⁻¹; Mn = 1,3 mg L⁻¹, e Zn = 0,1 mg L⁻¹.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3³ + 1, sendo 3 fatores (nitrogênio, fósforo e potássio - NPK), 3 doses e uma testemunha (sem adubação), com 3 repetições, com uma planta por unidade experimental, totalizando assim 84 unidades experimentais.

Na primeira fase do projeto, foi verificado que as doses mais adequadas para a produção de porta-enxertos de citrumeleiro 'Swingle', em tubetes, foram de 920 mg de N dm⁻³ e 790 mg de K dm⁻³, e de 100 mg de P dm⁻³ de substrato (Rozane et al., 2008).

As sementes do porta-enxerto do limoeiro 'Swingle' foram semeadas em 21-11-2005, em tubetes de 2,8 cm de diâmetro e 12,3 cm de altura, perfurados na base, utilizando uma semente em cada tubete, sendo utilizadas duas fileiras laterais com bordadura. A adubação foi realizada com superfosfato triplo (44% de P₂O₅), adicionado e homogeneizado ao substrato antes da semeadura, nitrato de amônio (34% de N) e cloreto de potássio (60% de K₂O), aplicadas via fertirrigações semanais de 2 mL de solução por planta. Além destes adubos foi aplicado CaSO₄ na dose de 0,9 g dm⁻³ de substrato e, mensalmente, foram feitas pulverizações foliares com solução de micronutrientes contendo: B = 0,2; Mn = 0,5 e Zn = 0,6 g L⁻¹ (Bernardi et al., 2000b).

Aos 150 dias após a semeadura, os porta-enxertos de citrumeleiro 'Swingle' foram transplantados para sacolas de polietileno de 20 cm de largura x 40 cm de altura, com capacidade de 5 L, preenchidas com 2,5 kg de substrato, aplicando-se combinações das seguintes doses de nutrientes em mg por dm³ de substrato: N_{1/2}:459, N₁:918 e N₂:1836; P_{1/2}:92, P₁:184 e P₂:368; K_{1/2}:438, K₁:876 e K₂:1752. Sendo que as doses recomendadas para a produção de mudas de citros, nesta fase, são: 918, 184 e 876 mg dm⁻³ de substrato de N, P e K, respectivamente (Boaventura, 2003).

Aos 100 dias após o transplante para as sacolas, foi realizada a enxertia, com laranja 'Valência' (*Citrus sinnensis* L. Osbeck), pelo método da borbulhia, em "T" invertido, sendo feito o amarrio com fitilho plástico. Após 30 dias, realizou-se o forçamento da brotação da borbulhia, através da decapitação dos porta-enxertos acima da enxertia e retirou-se o fitilho.

Após os porta-enxertos terem sido transferidos dos

tubetes para as sacolas e durante a fase de desenvolvimento dos enxertos, utilizou-se solução nutritiva, via água de irrigação, para os tratamentos, com N, P e K e aplicação de quantidades equilibradas e uniformes em todos os tratamentos com os demais nutrientes, na seguinte composição: Ca = 142; Mg = 45; S = 55; B = 0,55; Cu = 0,13; Fe = 1,8; Mn = 0,54; Zn = 0,23 e Mo = 0,10 g por 1.000 litros de solução, conforme indicação de Boaventura (2003). A fertirrigação foi realizada mediante três aplicações semanais, com volume de 200 mL de solução nutritiva por planta, totalizando 600 mL por planta, por semana (Boaventura, 2003). As fontes de nitrogênio, fósforo e potássio utilizadas foram o nitrato de cálcio, o fosfato monopotássico/MAP e o cloreto de potássio, respectivamente. Salienta-se que os cuidados com o manejo da solução e escolha das fontes de nutrientes seguiram as indicações de Furlani et al. (1999).

Aos 180 dias após a enxertia, 424 dias (aproximadamente 14 meses) após a semeadura dos porta-enxertos, foram realizadas as avaliações que constaram das seguintes determinações: a altura das plantas, a área foliar (aparelho LI-3100 área meter[®]), o diâmetro do caule e a altura das plantas a partir do colo, massa seca (estufa a $67 \pm 3^\circ\text{C}$) do sistema radicular e da parte aérea, e teores de nutrientes, utilizando a metodologia descrita por Bataglia et al. (1983).

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância e, quando o F foi significativo a 5%, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (SAS INSTITUTE, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de N P K incrementou significativamente a altura, o diâmetro do caule, a área foliar, a massa seca das folhas, do caule e das raízes das mudas de laranjeira 'Valência', enxertada sobre citrumeleiro 'Swingle', comparado à testemunha sem adubação (Tabelas 1 e 2). Observou-se interação significativa para todas as variáveis de crescimento, exceto para a massa seca do caule referente à interação N x K. Assim, a interação NPK indica que os efeitos da aplicação de um nutriente no crescimento das plantas depende de outros nutrientes. A resposta das mudas de laranjeira às doses de N foram semelhantes entre os componentes do crescimento. A altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar e massa seca das folhas apresentaram melhor desempenho quando foram utilizados 459 mg dm⁻³ de N, metade da dose recomendada por Boaventura (2003), e a massa seca das raízes e do caule apresentaram maiores valores na dose indicada de 918 mg dm⁻³.

De forma geral, observando as interações (Tabela 2), o maior crescimento das mudas ocorreu empregando-se N (459 mg dm⁻³). Na dose de 1.836 mg dm⁻³ de N, houve expressivo efeito supressor em todos os componentes da parte aérea, indicando menor exigência em N da laranjeira 'Valência' enxertada sobre o porta-enxerto citrumelo 'Swingle', do que as observadas por Bernardi et al. (2000a) com laranjeira 'Valência' enxertada sobre limoeiro 'Cravo'.

Esses resultados indicam que as mudas de citros apresentam respostas diferenciadas a N em relação às variedades,

confirmando estudos de Maust & Williamson (1994) e Decarlos Neto et al. (2002), que verificaram exigências nutricionais em N diferenciadas entre variedades. O N é um dos elementos mais importantes na nutrição das mudas. Essas doses foram, ainda, superiores comparadas às doses recomendadas de 250 mg dm⁻³, via fertirrigação, por Maust & Williamson (1994), na África do Sul, quando da utilização de substrato de casca de *Pinus* e vermiculita. Nesse aspecto, é importante utilizar doses adequadas de N, visto que estudos indicam que doses elevadas de N podem ser prejudiciais, proporcionando redução do transporte de açúcares e suscetibilidade ao ataque de pragas (Smith, 1965; Bernardi et al., 2000a).

Considerando as interações P e K, em relação à altura das plantas e à massa seca das folhas, em geral, verifica-se ligeira superioridade das doses de P e K de 184 e 876 mg dm⁻³, respectivamente, comparado às doses de 92 e 438 mg dm⁻³ de P e K, respectivamente, satisfazendo a recomendação de Boaventura (2003).

Neste contexto, mais estudos são necessários utilizando maior número de doses de N, P e K para definir as doses mais adequadas para a produção de mudas com diversos porta-enxertos, em substrato de casca de *Pinus* e vermiculita, dada a resposta positiva das mudas à adubação, em termos de crescimento mais rápido, possibilitando a formação de mudas em menor tempo.

A adubação com N, P e K proporcionou acúmulo de maiores quantidades desses nutrientes na parte aérea e nas raízes das mudas de laranjeira, comparado à testemunha sem adubação, havendo resposta diferencial das doses e suas interações (Tabelas 3 e 4). A exemplo dos componentes de desenvolvimento, maiores quantidades acumuladas de N na parte aérea foram verificadas na menor dose de N (459 mg dm⁻³), e nas raízes ocorreu incremento na quantidade acumulada em função do aumento da adubação com N, resultando em maior produção de massa seca do sistema radicular. Porém, há que se destacar o efeito supressor no acúmulo de N, P e K na parte aérea, quando foram aplicados 1.836 mg dm⁻³ de N, o dobro da dose recomendada por Boaventura (2003).

Bernardi et al. (2000b) verificaram efeito quadrático na relação entre dose aplicada e acúmulo de nitrogênio nas folhas, quando foram utilizadas doses altas deste nutriente em mudas de laranjeira 'Valência', enxertada sobre limoeiro 'Cravo'. Isso confirma os resultados obtidos, além de indicar que doses excessivas de nitrogênio têm efeito supressor no seu conteúdo na parte aérea, mostrando que a definição da dose adequada de N e o manejo da adubação nitrogenada são pré-requisitos para a formação e a obtenção de mudas adequadamente equilibradas nutricionalmente.

É importante destacar, ainda, que o maior acúmulo de N e o crescimento do sistema radicular na dose de 918 mg dm⁻³, recomendada por Boaventura (2003), não refletiu em melhor crescimento e acúmulo de nutrientes na parte aérea das mudas. Considerando as interações, em geral, houve efeito supressor sobre o acúmulo de N, P e K na parte aérea. Em relação às doses de P e K e suas interações, de maneira geral, a dose recomendada por Boaventura (2003), de 184 e 876 mg L⁻¹ resultou em maiores

acúmulos de P e K na parte aérea (Tabela 4).

As interações entre N, P e K, além das doses, determinam a quantidade ideal acumulada na folha, comparativamente a estudos com nutrientes isolados, conforme estudos de Bernardi et al. (2000b), e, segundo Koo (1985), as interações são o fator predominante e de maior influência. Neste contexto, várias interações são relatadas na literatura (Chapman, 1968; Embleton et al., 1978; Bernardi et al., 2000b).

Neste estudo, houve interação inversa entre o N e o K, com o efeito do N predominante sobre o K, ou seja, o aumento na dose de N resultou em decréscimo no acúmulo de K; porém, o aumento na dose de K não resultou em decréscimo no acúmulo de N. Entretanto, o aumento da dose de K resultou em aumento do acúmulo de K na parte aérea (Tabela 4). Essa interação entre

N e K também foi verificada por Bernardi et al. (2000b) em laranjeira 'Valência' enxertada sobre limoeiro 'Cravo', com a utilização de substrato de casca de *Pinus*, vermiculita e perlita.

Outra interação mencionada na literatura é a relação inversa do N e P (Reese & Koo, 1975), tanto do N sobre o P quanto do P sobre o N (Bernardi et al., 2000b), em laranjeira 'Valência' enxertada sobre limoeiro 'Cravo', caracterizando o efeito de concentração quando plantas com teores baixos de N apresentarem altos teores de P; e efeito de diluição quando houver excesso de N com ocorrência de teores baixos de P, sendo assim difícil encontrar folhas com excesso de N e P ao mesmo tempo. Neste estudo, houve apenas interação inversa do N sobre o P e do P sobre o N, na metade da dose recomenda.

TABELA 1 - Resumo da análise de variância (valor de F e CV) dos componentes de crescimento da laranjeira 'Valência', enxertada sobre citrumelo 'Swingle'.

Causas de variação	Altura	Diâmetro do caule	Área foliar	Massa seca das folhas	Massa seca do caule	Massa seca das raízes
N	25,96**	40,86**	221,77**	72,72**	62,31**	46,36**
P	2,75 ^{ns}	16,43**	120,42**	1,46 ^{ns}	12,14**	29,36**
K	2,59 ^{ns}	4,56*	103,40**	1,51 ^{ns}	9,40**	7,64*
N x P	44,74**	32,18**	147,79**	24,34**	53,66**	21,18**
N x K	20,43**	31,25**	64,46**	26,96**	2,24 ^{ns}	63,50**
P x K	25,89**	10,63**	13,49**	7,98**	4,68**	72,56**
N x P x K	31,20**	15,78**	141,17**	16,82**	24,42**	13,98**
Trat. x Test.	185,51**	79,89**	458,16**	110,62**	144,50**	66,12**
CV (%)	9,8	7,6	7,7	15,9	12,6	13,1

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

TABELA 2- Altura, diâmetro do caule, área foliar, massa seca das folhas, do caule e das raízes de laranjeira 'Valência', enxertada sobre citrumelo 'Swingle', em função da interação das doses de adubação com N, P e K. Jaboticabal, 2007.

	P _{1/2} *	P ₁	P ₂	K _{1/2} *	K ₁	K ₂		K _{1/2}	K ₁	K ₂
-----Altura das plantas, cm-----										
N _{1/2} *	74,67Aa	68,56Aa	52,22Bb	72,00Aa	65,00Aab	58,44Ab	P _{1/2}	53,89Bb	68,00Aa	50,00Bb
N ₁	58,11Bab	54,00Bb	62,00Aa	57,55Ba	53,67Ba	62,89Aa	P ₁	56,00Bb	65,89Aa	60,78Aa
N ₂	39,11Cb	60,11Ba	63,56Aa	46,56Cb	64,56Aa	51,67Bb	P ₂	66,22Aa	49,33Bb	62,22Aa
-----Diâmetro do caule, cm-----										
N _{1/2}	10,76Aa	9,18Ab	8,52Cb	10,58Aa	8,16Bb	9,72Aa	P _{1/2}	9,56Aa	9,52Aa	9,07Aa
N ₁	10,10Aa	8,93Ab	8,85Bb	9,04Ba	9,12Aa	9,72Aa	P ₁	8,89Aa	8,78ABa	7,40Bb
N ₂	7,30Bb	6,96Bb	9,67Aa	8,05Ca	9,24Aa	6,64Bb	P ₂	9,21Aab	8,22Bb	9,61Aa
-----Área foliar, cm ² -----										
N _{1/2}	1240Aab	1577Aa	934Bc	1319Aa	1187Ba	1245Aa	P _{1/2}	661Bb	942Ca	1029Ba
N ₁	916Bb	1003Bb	1518Aa	789Bb	1329Aa	1319Aa	P ₁	996Ac	1413Aa	1169Ab
N ₂	476Cb	999Ba	962Ba	582Cc	1085Ca	770Bb	P ₂	1032Ab	1246Ba	1136Aab
-----Massa seca das folhas, g-----										
N _{1/2}	12,62Aa	12,47Aa	8,59Ab	13,60Aa	10,98Ab	9,09Ab	P _{1/2}	7,61Ba	9,54a	9,64Aa
N ₁	7,91Bb	5,74Cc	9,56Aa	5,19Cb	9,72Aa	8,30Aa	P ₁	9,05ABa	8,74Aa	8,74Aa
N ₂	6,26Cb	8,32Ba	6,90Bab	7,45Ba	6,30Ba	7,72Aa	P ₂	9,59Aa	8,73Aab	6,74Bb
-----Massa seca do caule, g-----										
N _{1/2}	10,09Aa	9,16Aa	5,04Cb	-	-	-	P _{1/2}	8,21Aa	8,54Ba	8,43Aa
N ₁	10,61Aa	8,00Bb	9,99Aa	-	-	-	P ₁	7,69Ab	10,02Aa	7,74ABb
N ₂	4,48Bc	8,29ABa	6,87Bb	-	-	-	P ₂	7,51Aa	7,61Ba	6,78Ba
-----Massa seca das raízes, g-----										
N _{1/2}	3,02Cb	5,39Ba	5,60Ba	7,47Aa	2,52Cc	4,02Cb	P _{1/2}	3,13Cb	5,79Aa	6,05Aa
N ₁	6,43Aa	6,16Ba	6,66Aa	5,18Cb	7,30Aa	6,76Aa	P ₁	9,52Aa	5,30Aab	4,79Bb
N ₂	5,51Bb	8,06Aa	5,35Bb	6,07Bab	7,21Ba	5,64Bb	P ₂	6,07Ba	5,95Aa	5,59Aa

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. - Não houve interação. * N_{1/2}:459, N₁:918 e N₂:1836 mg dm⁻³. P_{1/2}:92, P₁:184 e P₂:368 mg dm⁻³. K_{1/2}:438, K₁:876 e K₂:1752 mg dm⁻³

TABELA 3- Resumo da análise de variância (valor de F e CV) do acúmulo de nutrientes na massa seca de raízes e da parte aérea da laranjeira ‘Valência’, enxertada sobre citrumelero ‘Swingle’.

Causas de variação	Parte aérea			Raízes		
	N	P	K	N	P	K
N	3,96 *	27,58 **	131,41 **	166,18 **	29,03 **	16,91 **
P	4,69 *	6,22 **	41,68 **	39,01 **	31,73 **	21,30 **
K	5,02 **	6,85 **	56,88 **	0,01 ns	9,40 **	4,17 *
N x P	65,67 **	55,95 **	47,53 **	26,02 **	18,56 **	28,11 **
N x K	12,71 **	7,93 **	7,35 **	38,68 **	34,02 **	44,33 **
P x K	10,75 **	9,30 **	18,55 **	38,76 **	56,71 **	50,54 **
N x P x K	30,84 **	33,22 **	21,57 **	7,11 **	11,04 **	9,06 **
Trat. x Test.	212,53 **	228,87 **	182,51 **	101,39 **	47,08 **	52,43 **
CV (%)	11,5	10,8	12,4	15,0	15,2	16,8

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

TABELA 4- Acúmulo de N, P e K (mg por planta) na parte aérea e nas raízes das mudas de laranjeira ‘Valência’, enxertadas sobre citrumelero ‘Swingle’, em função de adubações com doses de N, P e K. Jaboticabal, 2007.

	P _{1/2} *	P ₁	P ₂	K _{1/2} *	K ₁	K ₂		K _{1/2}	K ₁	K ₂
Acúmulo de nutrientes na parte aérea										
-----N-----										
	P _{1/2}	P ₁	P ₂	K _{1/2}	K ₁	K ₂	P _{1/2}	K _{1/2}	K ₁	K ₂
N _{1/2} *	479,6Aa	415,1Ab	243,6Cc	420,1Aa	393,7Aab	324,5Bb	P _{1/2}	373,4A	357,5B	398,7A
N ₁	375,7Ba	281,6Bb	420,8Aa	298,7Cb	393,3Aa	386,2Aa	P ₁	330,6Ab	422,9Aa	348,8Bab
N ₂	274,2Cb	405,6Aa	367,6Ba	360,2Ba	356,9Aa	330,2Ba	P ₂	375,0Aa	363,6Bab	293,4Cb
-----P-----										
N _{1/2}	46,6Aa	45,1Aa	28,7Ab	43,4Aa	41,9Aab	35,1ABb	P _{1/2}	35,2Aa	37,0Ba	39,8Aa
N ₁	39,2Bb	31,1Cc	44,9Aa	34,9Bb	43,0Aa	37,4Aab	P ₁	38,2Aa	41,4Aa	36,8Aa
N ₂	26,1Cc	40,2Ba	31,7Ab	33,3Ba	32,0Ba	32,8Ba	P ₂	38,2Aa	38,6ABa	28,7Bb
-----K-----										
N _{1/2}	848,4Aa	753,5Ab	441,4Bc	624,2Ab	673,1Aab	746,1Aa	P _{1/2}	473,3Ac	601,5Ab	785,5Aa
N ₁	664,8Ba	443,8Bb	596,6Aa	396,5Bc	586,9Bb	721,9Aa	P ₁	415,8Ac	576,2Ab	698,8Ba
N ₂	347,0Cb	493,5Ba	339,0Cb	329,2Bb	396,2Cab	454,2Ba	P ₂	460,8A	478,4B	437,9C
Acúmulo de nutrientes nas raízes										
-----N-----										
N _{1/2}	55,5Bb	95,9Ca	104,4Ca	134,7Ba	43,8Cb	77,2Cb	P _{1/2}	64,6Cb	122,8Aa	136,1Aa
N ₁	131,3Aa	123,2Ba	138,8Ba	106,8Cb	146,6Ba	139,9Bab	P ₁	202,0Aa	134,2Ab	125,7Ab
N ₂	136,7Ac	242,7Aa	163,9Ab	156,9Ab	207,2Aa	179,1Aab	P ₂	131,8Ba	140,7Aa	134,5Aa
-----P-----										
N _{1/2}	6,7Bb	13,4Ba	15,0ABa	17,7Aa	6,8Bb	10,6Bb	P _{1/2}	7,5Cb	13,5Aa	14,0Aa
N ₁	15,3Aa	15,1Ba	16,4Aa	13,5Bb	17,7Aa	15,7Ab	P ₁	24,0Aa	13,2Aab	11,1Bb
N ₂	13,0Ab	19,8Aa	13,5Bb	15,8ABa	17,2Aa	13,4Aa	P ₂	15,4Ba	15,0Aa	14,4Aa
-----K-----										
N _{1/2}	96,5Cb	186,4Ba	189,9Aa	234,0Aa	82,9Cc	156,0Bb	P _{1/2}	93,0Cb	170,3Aa	206,6Aa
N ₁	226,9Aa	190,8Bb	182,4Ab	143,5Bb	222,0Aa	234,6Aa	P ₁	293,4Aa	153,4Ab	163,3Bb
N ₂	146,7Bb	232,9Aa	116,9Bb	167,8Ba	179,6Ba	149,1Ba	P ₂	158,9Ba	160,7Aa	169,6Ba

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.

* N_{1/2}:459, N₁:918 e N₂:1836 mg dm⁻³

P_{1/2}:92, P₁:184 e P₂:368 mg dm⁻³

K_{1/2}:438, K₁:876 e K₂:1752 mg dm⁻³

CONCLUSÕES

1- As adubações com N, P e K proporcionaram maior crescimento e maior acúmulo de N, P e K na parte aérea e nas raízes das mudas de laranjeira, em substrato de casca de *Pinus* e vermiculita, em relação à testemunha.

2- Na laranjeira 'Valência' enxertada sobre citrumeleiro 'Swingle', a dose de 459 mg dm⁻³ de N, e as doses de P e K 184 e 876 mg dm⁻³, respectivamente, proporcionaram melhor crescimento da parte aérea das mudas; porém, na dose recomendada de N, de 918 mg dm⁻³, ocorreu maior crescimento do sistema radicular.

REFERÊNCIAS

- ABOU-RAWASH, M.; EL-WAKELL, H.F.; KASSEM, N.; MOHAMED, E.A. Studies on the vegetative propagation of some citrus rootstocks. **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v.43, p.523-537, 1998.
- AGRIANUAL 2006: anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. p.257-270.
- 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, 1983. 48p. (Circular, 78)
- 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**, Piracicaba, v.57, p.733-738, 2000a.
- BERNARDI, A.C.C.; CARMELLO, Q.A.C.; CARVALHO, S.A. Macronutrientes em mudas de citros cultivadas em vasos em resposta à adubação NPK. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, p.761-767, 2000b.
- BOARETTO, A.E.; SCHIAVINATO NETO, P.; MURAOKA, T. Fertilização foliar de nitrogênio para laranjeira em estágio de formação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, p.621-626, 1999.
- BOAVENTURA, P.S.R. **Demanda por nutrientes de porta-enxertos e mudas cítricas produzidas em substrato em ambiente protegido**. 2003. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- CARVALHO, S.A de; LARANJEIRA, F.F. Protótipo de viveiro de mudas certificadas e borbulheiras sob telado à prova de afídeos do Centro de Citricultura-IAC. **Laranja**, Cordeirópolis, v.15, p.213-220, 1994.
- CHAPMAN, H.D. The mineral nutrition of citrus. In: REUTER, V.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of Califórnia, 1968. p.127-289.
- DECARLOS NETO, A.; SIQUEIRA, D.L.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ V.H. Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.199-203, 2002.
- EMBLETON, T.W.; JONES, W.W.; LABANAUSKAS, C.K.; REUTHER, W. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. In: REUTHER, W. (Ed). **The citrus industry**. Berkely: University of California, 1973. v.3, cap.6, p.183-210.
- FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC, 1999. 52 p. (Boletim Técnico, 180)
- KOO, R.C.J. Potassium nutrition of citrus. In: MUNSON, R.D. (Ed.) **Potassium in agriculture**. Madison: SSSA, 1985. p.1077-1086.
- MAUST, B.E.; WILLIAMSON, J.G. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.119, p.195-201, 1994.
- POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUEZ, O. (Coord.). **Citricultura brasileira**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991, v.1, p.265-280.
- 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**, Alexandria, v.100, p.195-198, 1975.
- ROZANE, D.E.; PRADO, R.de M.; NATALE, W.; BEUTLER, A.N.; SILVA, S.R.da; BARBOSA, J.C. Nitrogênio, fósforo e potássio na nutrição e produção de porta-enxerto de limoeiro citrumelo 'Swingle'. **Revista Ceres**, Viçosa, v.54, n.315, p.422-429, 2007.
- SAS INSTITUTE. **The SAS-system for windows**: release 6.11 (software). Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996.
- SMITH, P.F. Effect of nitrogen source and placement on the root development of Valencia oranges trees. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Winter Haven, v.78, p.55-59, 1965.
- SONNEVELD, C.; ELDEREN, C.W.van. Chemical analysis of peaty growing media by means of water extraction. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Monticello, v.25, p. 3199-3208, 1994.