



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Natale, William; de Mello Prado, Renato; de Almeida, Eliazéas Vicente; Barbosa, José Carlos  
Adubação nitrogenada e potássica no estado nutricional de mudas de maracujazeiro-amarelo

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 28, núm. 2, abril-junio, 2006, pp. 187-192

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026569011>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Adubação nitrogenada e potássica no estado nutricional de mudas de maracujazeiro-amarelo

William Natale<sup>1\*</sup>, Renato de Mello Prado<sup>1</sup>, Eliazéas Vicente de Almeida<sup>2</sup> e José Carlos Barbosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Câmpus Jaboticabal. Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n, 14870-000, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (Unesp). <sup>3</sup>Departamento de Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (Unesp). \*Autor para correspondência. e-mail: natale@fcav.unesp.br

**RESUMO.** O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica, sobre o estado nutricional e a produção de matéria seca das mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), cultivadas em Latossolo Vermelho distroférico. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 16 tratamentos e 3 repetições, em um esquema fatorial 4 x 4, com 4 doses de N (zero, 150, 300 e 600 mg de N dm<sup>-3</sup>) e 4 de K (zero, 75, 150 e 300 mg de K dm<sup>-3</sup>), parceladas em 4 vezes. A unidade experimental foi constituída por vasos (3,3 L). Após 84 dias da germinação das sementes, foram avaliados a produção de matéria seca e os teores de macro e de micronutrientes. A maior produção de matéria seca do maracujazeiro esteve associada aos teores de 44 g de N kg<sup>-1</sup> e 18 g de K kg<sup>-1</sup> (parte aérea) e aos teores de 33 g de N kg<sup>-1</sup> e 34 g de K kg<sup>-1</sup> (raízes), correspondendo à aplicação próxima de 340 mg de N dm<sup>-3</sup> e 300 mg de K dm<sup>-3</sup>.

**Palavras-chave:** nitrogênio, potássio, nutrição, maracujá, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

**ABSTRACT. Nitrogenous and potassic fertilization on nutritional status of yellow passion fruit seedlings.** The present work aimed to evaluate the effects of nitrogenous and potassic fertilization on nutritional state and dry matter of yellow passion fruit seedlings, cultivated in Red Latosol (Haplustox). Experimental design was randomized with 16 treatments and 3 replications, 4 x 4 factorial scheme design, whereas 4 doses of nitrogen were used (zero, 75, 150, 300 and 600 mg N dm<sup>-3</sup>) and 4 doses of potassium (zero, 75, 150, and 300 mg K dm<sup>-3</sup>). Fertilizers were divided into four parcels. The experimental unit consisted of pots (3.3 L). Following a period of 84 days after seeds germination, dry matter production, macro and micronutrient contents on vegetal tissue were evaluated. The highest dry matter production was related to 44 g of N kg<sup>-1</sup> and 18 g of K kg<sup>-1</sup> contents on aerial part. The highest dry matter production was related to 33 g of N kg<sup>-1</sup> and 34 g of K kg<sup>-1</sup> contents on roots, which corresponds to the application near 340 mg of N dm<sup>-3</sup> and 300 mg of K dm<sup>-3</sup>.

**Key words:** nitrogen, potassium, nutrition, passion fruit, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

## Introdução

O Brasil se destaca mundialmente entre os maiores produtores de frutas, ocupando o primeiro lugar na produção de maracujá (Rossi, 1998). O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) tem significativa importância no setor agrícola brasileiro, principalmente devido às características físico-químicas e farmaco-terapêuticas dos frutos, além da produtividade e aceitação pelo mercado consumidor.

Para garantir a expansão do maracujazeiro no Brasil, estudos sobre nutrição mineral dessa frutífera são fundamentais, considerando a importância dos

nutrientes na produção das culturas. O sucesso na formação do pomar depende da qualidade da muda e de seu adequado estado nutricional, garantindo maior pegamento e homogeneidade das plantas, podendo apresentar reflexos na precocidade de produção do pomar. O nitrogênio e o potássio estão entre os nutrientes mais requeridos pelas culturas e, freqüentemente, a resposta das plantas à adubação é mais dependente da interação entre esses elementos que do nutriente isolado (Malavolta *et al.*, 1997).

A deficiência de nitrogênio nas mudas de maracujazeiro compromete o desenvolvimento da planta e reduz o acúmulo de matéria seca, conforme

observaram Blondeau e Bertin (1978) e Primavesi e Malavolta (1980). Lopes *et al.* (1997) constataram, em condições de campo, que, além da suplementação de nitrogênio, a de potássio também apresentou efeito positivo sobre o maracujazeiro. Resultados semelhantes foram observados por Prado *et al.* (2004) quanto ao efeito do K no desenvolvimento de mudas dessa frutífera; entretanto outros trabalhos não indicaram resposta dessa cultura ao N e ao K (Muller *et al.*, 1979; Souza *et al.*, 1979; Colauto *et al.*, 1986; Faria *et al.*, 1991).

Considerando-se os resultados conflitantes da literatura, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre o estado nutricional e a produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo.

## Material e métodos

O trabalho foi conduzido em condições de casa de vegetação, no Departamento de Solos e Adubos da FCAV/Unesp, em Jaboticabal, Estado de São Paulo, situado à latitude 21° 15' 22" S e longitude 48° 18' 58" W.

Utilizaram-se, para a instalação do experimento, amostras de um Latossolo Vermelho distroférrico (Embrapa, 1999), da camada de 3 m a 4 m de profundidade. Após a secagem da terra ao ar, fez-se o destorroamento em peneira com malha de 6 mm e, cerca de 30 dias antes da semeadura, realizou-se a aplicação de corretivo da acidez, com o objetivo de elevar a saturação por bases a 80% (Piza Júnior *et al.*, 1996). O calcário utilizado foi o calcinado ( $\text{CaO} = 420 \text{ g kg}^{-1}$ ;  $\text{MgO} = 250 \text{ g kg}^{-1}$  e  $\text{PRNT} = 131\%$ ), aplicado na dose de 1,385 g por vaso. A terra foi incubada durante 30 dias e os resultados da análise química, antes e após a calagem, estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos químicos do Latossolo Vermelho distroférrico utilizado como substrato<sup>(\*)</sup> na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo.

pH ( $\text{CaCl}_2$ )	M.O. g $\text{dm}^{-3}$	P (resina) mg $\text{dm}^{-3}$	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
						mmol, $\text{dm}^{-3}$			%
			Antes da calagem						
4,2	3	1	0,2	2	1	16	3,2	19,2	17
			Após a calagem (semeadura)						
6,5	2	2	0,1	13	6	10	19,1	29,1	66

(\*) O substrato é resultado da mistura da terra coleta na camada de 3 a 4 m do perfil do solo.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 16 tratamentos e 3 repetições, em esquema fatorial 4 x 4, perfazendo 48 parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram de doses de nitrogênio e de potássio, tendo como fontes o nitrato de amônio (34% de N) e o cloreto de potássio (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ), respectivamente,

calculadas conforme Malavolta (1980), que indica o uso de 300 mg de N  $\text{dm}^{-3}$  e 150 mg de K  $\text{dm}^{-3}$  de solo para ensaio em vasos. As doses utilizadas foram: zero; 150; 300 e 600 mg de N  $\text{dm}^{-3}$  de solo; e, zero; 75; 150 e 300 mg de K  $\text{dm}^{-3}$  de solo.

A unidade experimental foi constituída por um vaso de alumínio, com capacidade para 3,3 L, empregando-se 3  $\text{dm}^3$  de terra por vaso. Na semeadura, cada vaso recebeu doses de nivelamento de P (450 mg  $\text{dm}^{-3}$ ), conforme indicação de Machado (1998); B (0,5 mg  $\text{dm}^{-3}$ ), de acordo com a recomendação de Malavolta (1980), e de Zn (5 mg  $\text{dm}^{-3}$ ), segundo Lopes (2000). Como fontes de P, B e Zn, utilizaram-se superfosfato simples (18% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), ácido bórico (17% de B) e sulfato de zinco (22% de Zn), respectivamente. As doses de nitrogênio e de potássio foram parceladas em 4 vezes e aplicadas 20% na semeadura, 30% 15 dias após a emergência, 30% 30 dias após a emergência e 20% 45 dias após a emergência.

A semeadura foi realizada em 10/5/2003, de modo que foram mantidas duas plantas por vaso. Durante o desenvolvimento das mudas, a umidade do solo foi mantida em torno de 70% da capacidade de campo. Aos 84 dias após a germinação (20/8/2003), as plantas foram colhidas, separando-se a parte aérea e as raízes e, em seguida, determinou-se a matéria seca (duas plantas por vaso). O estado nutricional das plantas foi avaliado, determinando-se os teores de macro e de micronutrientes na parte aérea e nas raízes, conforme metodologia descrita por Bataglia *et al.* (1983).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ ) e os resultados foram submetidos à análise de regressão polinomial. Para a interação N x K significativa, estabeleceram-se superfícies de resposta.

## Resultados e discussão

### Parte Aérea

A matéria seca da parte aérea (MSPA) foi afetada de forma quadrática pelas doses de nitrogênio ( $\text{MSPA} = 7,87 + 0,0434x - 0,000060x^2$ ,  $R^2 = 0,77^{**}$ ), atingindo o máximo acúmulo na dose próxima de 362 mg de N  $\text{dm}^{-3}$ , bem como de forma linear pelas doses de potássio ( $\text{MSPA} = 10,23 + 0,0144x$ ,  $R^2 = 0,86^{**}$ ).

Resultados semelhantes sobre os efeitos positivos do N e do K foram obtidos por Lopes (1996) e Prado *et al.* (2004), respectivamente, sobre a produção de matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro.

Pelos resultados obtidos, os tratamentos afetaram significativamente os teores de nutrientes na parte aérea, exceto o K e Cu, para doses de nitrogênio e o Cu, Fe e Zn para doses de potássio (Tabela 2). A aplicação de

nitrogênio afetou os teores de N, P e S de forma linear, enquanto os teores de Ca, Fe e Zn apresentaram comportamento quadrático (Tabela 3).

A adubação nitrogenada teve efeito significativo no aumento dos teores dos micronutrientes (Fe, Mn, Zn e B) (Tabela 2). Segundo Malavolta e Neptune (1983), a utilização de “adubos fisiologicamente ácidos”, contendo nitrogênio na forma N-NH<sub>2</sub> ou N-NH<sub>4</sub>, reduz o pH do solo, aumenta a disponibilidade e a conseqüente absorção de micronutrientes, podendo atingir níveis tóxicos.

A aplicação de nitrogênio aumentou o teor de P na parte aérea do maracujazeiro (Tabela 2) efeito que pode ser explicado por um aumento da absorção e pelo transporte do P na planta, visto que o amônio eleva a taxa de dissociação do complexo fosfato-carregador no xilema, aumentando as concentrações de P na parte aérea (Marschner, 1995).

Parte desses resultados concorda com Lopes (1996, which corresponds to the application near 340 mg of N

dm<sup>-3</sup> and 300 mg of K dm<sup>-3</sup>. 2000), que trabalhou com mudas de maracujazeiro e observou que o incremento das doses de nitrogênio elevou os teores de N, P, Fe e Zn na parte aérea da planta. Por outro lado, trabalhando com mudas de citros, Bernardi *et al.* (2000) observaram que os teores de S na planta se relacionam positivamente com doses intermediárias de N, enquanto Vitória (2002) observou, nessa mesma cultura, que o fertilizante nitrogenado favoreceu o aumento dos teores de Ca foliar.

Com relação ao potássio, observou-se que o aumento das doses causou diminuição do teor de alguns nutrientes, como o Ca e o Mg (Tabela 2), fato amplamente relatado na literatura. De acordo com Mascarenhas *et al.* (2000), a aplicação de altas doses de fertilizante potássico pode provocar desequilíbrio nutricional nas plantas, evidenciando o efeito antagônico do K em relação à absorção, tanto do Ca quanto do Mg, visto que todos são nutrientes catiônicos que competem fortemente pelos mesmos sítios de absorção.

**Tabela 2.** Teores de nutrientes da parte aérea das mudas de maracujazeiro-amarelo em função dos tratamentos de adubação (Jaboticabal, Estado de São Paulo, 2004).

Nitrogênio mg dm <sup>-3</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	16d	2,1d	13	11c	2,0b	2,6b	17b	2	95b	42b	20c
150	31c	2,9c	13	14a	2,8a	2,7b	18ab	2	111ab	55a	27b
300	45b	3,8b	14	13ab	2,8a	3,1a	20a	2	120a	58a	35a
600	57a	4,2a	13	12bc	2,5a	3,3a	20a	2	115ab	56a	38 <sup>a</sup>
Teste F	227,64**	68,46**	1,33 <sup>NS</sup>	8,39**	13,86**	17,96**	4,99**	0,49 <sup>NS</sup>	3,86*	19,14**	40,50**
DMS(5%)	4,53	0,45	-	1,80	-	0,29	-	-	21,37	-	4,88
Potássio mg dm <sup>-3</sup>											
0	42a	3,5a	5d	13a	3,7a	3,1a	24a	2	101	46b	30
75	37b	3,3ab	12c	14a	2,4b	2,9ab	19b	2	109	51ab	27
150	35b	3,2ab	16b	12ab	2,1bc	2,8b	18b	2	110	57a	31
300	35b	3,0b	20a	11b	1,9c	2,9ab	15c	2	120	57a	31 <sup>a</sup>
Teste F	8,72**	3,75*	117,73**	7,76**	75,10**	3,59*	28,18**	0,49 <sup>NS</sup>	1,90 <sup>NS</sup>	8,94**	2,23 <sup>NS</sup>
DMS(5%)	4,53	0,45	-	1,80	-	0,29	-	-	-	-	-
Interação											
N x K	1,40 <sup>NS</sup>	0,92 <sup>NS</sup>	3,66**	1,93 <sup>NS</sup>	4,21**	0,94 <sup>NS</sup>	2,22*	0,62 <sup>NS</sup>	1,10 <sup>NS</sup>	3,89**	1,27 <sup>NS</sup>
CV (%)	10,9	12,5	15,2	13,0	13,2	8,9	12,8	25,8	17,5	11,3	14,8

NS, \*, \*\*, Respectivamente, não-significativo a 5% de probabilidade e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo Teste F. DMS (5%) = diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Relação entre as variáveis independentes (doses de N e K) e as variáveis dependentes (teores de N, P, K, Ca, Mg S, B, Fe, Mn e Zn) e as respectivas doses em que essas variáveis atingiram seus pontos de máximo, na parte aérea das mudas de maracujazeiro-amarelo (Jaboticabal, Estado de São Paulo, 2004).

Variáveis	Equações	R <sup>2</sup>	Y max	X
N f (N)	y = 19,45 + 0,0677x	0,95**	60,1 g de N kg <sup>-1</sup>	600 mg dm <sup>-3</sup>
P f (N)	y = 2,29 + 0,0036x	0,91**	4,5 g de P kg <sup>-1</sup>	600 mg dm <sup>-3</sup>
Ca f (N)	y = 11,55 + 0,0149x - 0,000025x <sup>2</sup>	0,71**	15,9 g de Ca kg <sup>-1</sup>	298 mg dm <sup>-3</sup>
S f (N)	y = 2,62 + 0,0012x	0,89**	3,3 g de S kg <sup>-1</sup>	600 mg dm <sup>-3</sup>
Fe f (N)	y = 94,53 + 0,1323x - 0,000163x <sup>2</sup>	0,99*	121,4 mg de Fe kg <sup>-1</sup>	406 mg dm <sup>-3</sup>
Zn f (N)	y = 19,19 + 0,0684x - 0,000063 x <sup>2</sup>	0,99**	37,8 mg de Zn kg <sup>-1</sup>	543 mg dm <sup>-3</sup>
Ca f (K)	y = 13,78 - 0,0096x	0,87**	10,9 g de Ca kg <sup>-1</sup>	300 mg dm <sup>-3</sup>
K f (NxK)	y = 6,162965 + 0,001904N + 0,081430K - 0,000009975N <sup>2</sup> + 0,000037063NxK - 0,000139K <sup>2</sup>	0,94**	23,5 g de K kg <sup>-1</sup>	849 mg N dm <sup>-3</sup>
Mg f (NxK)	y = 3,368407 + 0,004265N - 0,018155K - 0,000007045N <sup>2</sup> + 0,000004296NxK + 0,000037105K <sup>2</sup>	0,87**	2,13 g de Mg kg <sup>-1</sup>	405 mg K dm <sup>-3</sup>
B f (NxK)	y = 21,185020 + 0,015996N - 0,050931K - 0,000018855N <sup>2</sup> + 0,000004645NxK + 0,000071716K <sup>2</sup>	0,81**	16,3 mg de B kg <sup>-1</sup>	371 mg N dm <sup>-3</sup>
Mn f (NxK)	y = 37,005439 + 0,085784N + 0,089184K - 0,000115N <sup>2</sup> + 0,000047940NxK - 0,000216K <sup>2</sup>	0,70*	63,5 mg de Mn kg <sup>-1</sup>	223 mg K dm <sup>-3</sup>
				466 mg N dm <sup>-3</sup>
				340 mg K dm <sup>-3</sup>
				425 mg N dm <sup>-3</sup>
				253 mg K dm <sup>-3</sup>

\*, \*\* Respectivamente: significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo Teste F.

Referindo-se à interação, observa-se relação direta e positiva entre as doses de nitrogênio e de potássio sobre os teores de K, Mg, B e Mn, embora as doses de N não tenham afetado os teores de K na plantas (Tabela 3). Para o Mg e o B, a aplicação de potássio causou redução dos teores, enquanto o nitrogênio proporcionou efeito positivo. Esse resultado difere daquele relatado por Lopes (1996), que observou redução dos teores de K com o incremento da adubação nitrogenada; porém, em relação ao B, concorda com esse autor, que observou aumento no teor do micronutriente com a aplicação do adubo nitrogenado. Prado *et al.* (2004) também observaram que o aumento de doses de potássio favorece o teor de K e reduz os teores de B na parte aérea de mudas de maracujazeiro.

Observa-se, ainda, que o comportamento do Mg foi afetado pela interação N x K, conforme relatado anteriormente; enquanto o K causou redução do teor, o N proporcionou efeito positivo. Reese e Koo (1975) observaram que o nitrogênio e o magnésio se relacionam positivamente nas folhas de citros. De acordo com Fonseca e Meurer (1997), há um efeito competitivo entre o Mg e o K, com inibição do primeiro nutriente. Esses autores observaram, na cultura do milho, que, mesmo em concentrações muito baixas, o K inibiu a absorção do Mg. Com relação à interação, é importante destacar que os teores máximos obtidos para o K e o B seriam alcançados com doses que extrapolam aquelas aplicadas no experimento (Tabela 3).

Considerando a equação da superfície de resposta (Tabela 3) e as doses de nitrogênio (362 mg dm<sup>-3</sup>) e de potássio (300 mg dm<sup>-3</sup>), que proporcionaram a máxima produção de matéria seca da parte aérea das

mudas, observou-se que ela esteve associada ao teor próximo de 44 g de N kg<sup>-1</sup> e 18 g de K kg<sup>-1</sup>. Esses teores de N e K, obtidos na parte aérea do maracujazeiro, estão próximos daqueles recomendados por Quaggio *et al.* (1996) para plantas adultas, quando se realizam amostragem e análise da folhas dessa frutífera.

### Raízes

Para a matéria seca das raízes (MSR), houve resposta significativa para a fertilização nitrogenada, com a equação ajustando-se ao modelo quadrático (MSR = 2,12 + 0,0084x - 0,000013x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>=0,81\*\*), atingindo o máximo acúmulo na dose aproximada de 323 mg de N dm<sup>-3</sup>, bem como de forma linear para a adubação potássica (MSR = 2,48 + 0,0022x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>=0,79\*). Peixoto e Pádua (1989) e Prado *et al.* (2004) verificaram efeitos positivos da adubação nitrogenada e potássica, respectivamente, sobre a matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro.

Observaram-se efeitos significativos das doses de N e K sobre os teores de nutrientes nas raízes das mudas de maracujazeiro (Tabela 4). Dessa forma, os tratamentos afetaram os teores de nutrientes nas raízes, exceto o P, K, Ca e B para as doses de N, e os teores de P, Ca, S e B para as doses de K.

O incremento na aplicação de nitrogênio influenciou os teores de Mg e Zn nas raízes de forma quadrática (Tabela 5), resultados que também foram semelhantes aos observados por Lopes (1996; 2000). Os teores de S foram afetados de forma linear, estando o resultado de acordo com Bernardi *et al.* (2000). De modo semelhante, a aplicação de nitrogênio promoveu incremento linear nos teores de Fe.

**Tabela 4.** Teores de nutrientes das raízes de mudas de maracujazeiro amarelo, em função dos tratamentos de adubação (Jaboticabal, Estado de São Paulo, 2004).

Nitrogênio	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg dm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
0	10d	6,2	16	5	4,2c	2,9b	25	3c	1900c	77c	36b
150	19c	5,6	20	7	7,6a	3,3ab	23	6bc	2336bc	264ab	84a
300	38b	6,5	18	6	5,9b	3,4ab	25	7a	2871ab	194b	92a
600	49a	5,4	16	7	4,4c	3,8a	26	7ab	3221a	235a	93a
Teste F	268,38**	1,55 <sup>NS</sup>	2,87 <sup>NS</sup>	2,16 <sup>NS</sup>	29,19**	3,22*	1,71 <sup>NS</sup>	10,84**	13,99**	23,05**	27,48**
DMS(5%)	-	-	-	-	1,12	0,72	-	-	635,36	-	19,92
Potássio											
mg dm <sup>-3</sup>											
0	33a	5,6	4d	6	7,3a	3,2	23	5b	2313b	118b	47c
75	29ab	5,9	12c	6	5,7b	3,2	26	5b	2200b	131b	70b
150	28b	6,2	20b	7	5,0bc	3,3	25	7ab	2829ab	274a	93a
300	26b	5,9	33a	7	4,2c	3,7	25	8a	3088a	347a	96a
Teste F	7,39**	0,26 <sup>NS</sup>	109,39**	1,34 <sup>NS</sup>	20,02**	1,39 <sup>NS</sup>	1,94 <sup>NS</sup>	10,21**	6,47**	23,72**	19,30**
DMS(5%)	-	-	-	-	1,12	-	-	-	635,36	-	19,92
Interação											
N x K	2,76*	0,30 <sup>NS</sup>	4,41**	0,54 <sup>NS</sup>	1,74 <sup>NS</sup>	1,07 <sup>NS</sup>	0,80 <sup>NS</sup>	2,25*	1,93 <sup>NS</sup>	4,21**	1,60 <sup>NS</sup>
CV%	12,7	23,9	23,6	24,6	18,3	19,5	15,8	19,9	22,0	36,5	23,6

NS, \*, \*\*: Respectivamente, não significativo a 5% de probabilidade e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo Teste F. DMS (5%) = diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.** Relação entre as variáveis independentes (doses de N e K) e as variáveis dependentes (teores de N, K, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn) e as respectivas doses em que essas variáveis atingiram seus pontos de máximo, nas raízes das mudas de maracujazeiro-amarelo. (Jaboticabal, Estado de São Paulo, 2004).

Variáveis	Equações	R <sup>2</sup>	Y max	X max
Mg f (N)	$Y = 4,70 + 0,0151x - 0,000026x^2$	0,63**	6,9 g de Mg kg <sup>-1</sup>	290 mg dm <sup>-3</sup>
S f (N)	$y = 2,99 + 0,0013x$	0,98**	3,8 g de S kg <sup>-1</sup>	600 mg dm <sup>-3</sup>
Fe f (N)	$y = 1985,00 + 2,3706x$	0,96**	3407,4 mg de Fe kg <sup>-1</sup>	600 mg dm <sup>-3</sup>
Zn f (N)	$y = 38,84 + 0,3038x - 0,000358x^2$	0,95**	103,3 mg de Zn kg <sup>-1</sup>	424 mg dm <sup>-3</sup>
Mg f (K)	$y = 6,81 - 0,0096x$	0,89**	3,9 g de Mg kg <sup>-1</sup>	300 mg dm <sup>-3</sup>
Fe f (K)	$y = 2215,83 + 2,9825x$	0,82**	3110,6 mg de Fe kg <sup>-1</sup>	300 mg dm <sup>-3</sup>
Zn f (K)	$y = 55,45 + 0,1589x$	0,80**	103,1 mg de Zn kg <sup>-1</sup>	300 mg dm <sup>-3</sup>
N f (NxK)	$y = 9,882330 + 0,114054N - 0,020372K - 0,000061919N^2 - 0,000070008NxK + 0,000054579K^2$	0,96**	38,2 g de N kg <sup>-1</sup>	599 mg N dm <sup>-3</sup> 571 mg K dm <sup>-3</sup>
K f (NxK)	$y = 2,283890 + 0,023551N + 0,116057K - 0,000035774N^2 - 0,000026464NxK - 0,000041948K^2$	0,89**	84,0 g de K kg <sup>-1</sup>	-207 mg N dm <sup>-3</sup> 1450 mg K dm <sup>-3</sup>
Cu f (NxK)	$y = 4,088629 + 0,010592N + 0,002845K - 0,000013468N^2 + 0,000012577NxK + 0,000008418K^2$	0,75**	4,8 mg de Cu kg <sup>-1</sup>	-275 mg N dm <sup>-3</sup> -213 mg K dm <sup>-3</sup>
Mn f (NxK)	$y = 71,881695 + 0,292243N + 0,394007K - 0,000399N^2 + 0,002399NxK - 0,000621K^2$	0,79**	-10,3 mg de Mn kg <sup>-1</sup>	-275 mg N dm <sup>-3</sup> -213 mg K dm <sup>-3</sup>

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

O incremento na aplicação de potássio afetou os teores de Mg, Fe e Zn nas raízes das plantas de forma linear. Com relação aos dois primeiros nutrientes, os resultados estão de acordo Prado *et al.* (2004); no entanto, com relação ao Zn, discorda desses autores, visto que eles observaram que o incremento das doses de potássio reduziu o teor de Zn na matéria seca das raízes do maracujazeiro.

Ocorreu interação significativa para os teores de N, K, Cu e Mn na matéria seca das raízes do maracujazeiro (Tabela 5); no entanto os valores dos pontos críticos estão fora dos intervalos das doses utilizadas no experimento.

Considerando a equação da superfície de resposta (doses e teores de nutrientes nas raízes) (Tabela 5) e, ainda, as doses de nitrogênio (323 mg dm<sup>-3</sup>) e de potássio (300 mg dm<sup>-3</sup>), que proporcionaram a máxima produção de matéria seca das raízes, observou-se que ela esteve associada ao teor próximo de 33 g de N kg<sup>-1</sup> e de 34 g de K kg<sup>-1</sup>. Prado e Natale (2005) e Prado *et al.* (2004) observaram, em mudas de maracujazeiro, teores de K nas raízes, respectivamente de 18 e 20 g K kg<sup>-1</sup>, associados à maior produção de matéria seca, valores menores do que o observado no presente trabalho.

## Conclusão

A maior produção de matéria seca do maracujazeiro esteve associada aos teores de 44 g de N kg<sup>-1</sup> e 18 g de K kg<sup>-1</sup> (parte aérea) e aos teores de 33 g de N kg<sup>-1</sup> e 34 g de K kg<sup>-1</sup> (raízes), correspondendo à aplicação próxima de 340 mg de N dm<sup>-3</sup> e 300 mg de K dm<sup>-3</sup>.

## Referências

BATAGLIA, O.C. *et al.* Método de análises química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. (Boletim Técnico, 78).

BERNARDI, A.C.C. *et al.* Desenvolvimento de mudas de citros cultivadas em vaso em resposta à adubação NPK. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 733-738, 2000.

BLONDEAU, J.P.; BERTIN, Y. Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*) I. Carences totales en N, P, K, Ca, Mg. Croissance et symptômes. *Fruits*, Paris, v. 33, n. 6, p. 433-443, 1978.

COLAUTO, N.M. *et al.* Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção, qualidade e estado nutricional do maracujazeiro-amarelo. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 21, n. 7, p. 691-695, 1986.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Produção de Informações, 1999.

FARIA, J.L.C. *et al.* Efecto de tres dosis de N, P y K en la producción de maracujá amarillo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) durante tres años de evaluación en Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 26, n. 3, p. 311-314, 1991.

FONSECA, J.A. da; MEURER, E.J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 21, n. 1, p. 47-50, 1997.

LOPES, P.S.N. *Propagação sexuada do maracujazeiro-azedo (Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa Deg.) em tubetes: Efeito da adubação nitrogenada e substrato*. 1996. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

LOPES, P.S.N. *et al.* Efeito de nitrocalcio e cloreto de potássio sobre o desenvolvimento de mudas de maracujá amarelo propagadas em tubetes. *Rev. Bras. Frutic.*, Cruz das Almas, v. 19, n. 3, p. 387-391, 1997.

LOPES, P.S.N. *Micronutrientes em plantas juvenis de maracujazeiro doce (Passiflora alata Dryand)*. 2000. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

MACHADO, R.A.F. *Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg)*. 1998. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

- MALAVOLTA, E. *Elementos da nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980.
- MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos, 1997.
- MALAVOLTA, E.; NEPTUNE, A.M.L. *Características e eficiência dos adubos nitrogenados*. São Paulo: SN Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio, 1983. (SN Boletim técnico, 2).
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. New York: Academic Press, 1995.
- MASCARENHAS, H.A.A. et al. Calcário e potássio para a cultura da soja. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 445-449, 2000.
- MULLER, C.H. et al. Efeitos de doses de sulfato de amônio e de cloreto de potássio sobre a produtividade e qualidade de maracujás colhidos em épocas diferentes. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 26, n. 143, p. 48-64, 1979.
- PEIXOTO, J.R.; PADUA, T. de. Efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio na formação de mudas do maracujazeiro amarelo. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 24, n. 4, p. 417-422, 1989.
- PIZA JÚNIOR, C.T. et al. Adubação do maracujá. In: RAIJ, B. Van. et al. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. cap. 17, p. 148-149, (Boletim Técnico, 100).
- PRADO, R.M.; NATALE, W. Efeitos da aplicação de resíduo industrial (silicato de cálcio) no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. *Rev. Bras. Eng. Agric. Amb.*, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 185-190, 2005.
- PRADO, R.M. et al. Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 26, n. 2, p. 295-299, 2004.
- PRIMAVESI, A.C.P.A.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VI. Efeito dos macronutrientes no desenvolvimento e composição mineral das plantas. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba, v. 37, n. 2, p. 609-630, 1980.
- QUAGGIO, J.A. Frutíferas. In: RAIJ, B. Van; et al. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. cap. 17, p. 125. (Boletim Técnico, 100).
- REESE, R.L.; KOO, R.C.J. N and K fertilization effects on leaf analysis, tree size, and yield of three major Florida Orange cultivars. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v. 100, n. 2, p. 195-198, 1975.
- ROSSI, A.D. Comercialização do maracujá. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., 1998, Jaboticabal. *Resumos...* Jaboticabal: Funep, 1998. p. 279-287.
- SOUZA, E.A. et al. Adubação N, P e K em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). *Científica*, Jaboticabal, v. 7, n. 3, p. 327-330, 1979.
- VITÓRIA, D. P. *Efeito de doses de nitrogênio e potássio na produção de mudas de laranjeira "Pera" (Citrus sinensis L. Osbeck) sobre dois porta-enxertos*. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

Received on October 18, 2005.

Accepted on May 29, 2006.