

SUPERFÍCIES DE RESPOSTA DO TANGOR 'MURCOTT' À FERTILIZAÇÃO COM N, P E K¹

DIRCEU MATTOS JUNIOR², JOSÉ ANTÔNIO QUAGGIO^{3, 4}, HEITOR CANTARELLA^{2,3},
SÉRGIO ALVES DE CARVALHO^{1, 3}

RESUMO - O valor de comercialização no mercado de fruta fresca e a maior resistência a doenças, como o declínio e a clorose variegada dos citros, comparado às variedades de laranjas, estimularam a produção de tangerinas e de 'Murcott' na última década. Por outro lado, faltam informações seguras para o diagnóstico das necessidades de adubação para esses cítricos. Assim, o presente trabalho foi planejado com os objetivos de estudar a demanda por nutrientes e estabelecer doses de fertilizantes para maximizar a produtividade e a qualidade dos frutos de tangor 'Murcott' e definir critérios de diagnóstico da análise de folhas para o manejo nutricional dessas plantas. O experimento foi desenvolvido durante seis anos, num pomar comercial da variedade Murcott sobre limoeiro 'Cravo', com 4 anos de idade. Os tratamentos foram arranjos no delineamento fatorial fracionado, do tipo $\frac{1}{2}$ (4^3) e constituídos por níveis de N (30; 100; 170 e 240 kg N ha⁻¹), de P (20; 80; 140 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e de K (30; 110; 190 e 270 kg ha⁻¹ de K₂O). O N aumentou a produção média do período, enquanto o efeito do K foi negativo. Não houve efeito significativo para doses de P. A produção máxima de frutos foi obtida com as doses 155; 20 e 30 kg ha⁻¹, respectivamente, de N, P₂O₅ e K₂O, enquanto, para otimizar o tamanho dos frutos, foi necessário elevar a doses de K para 270 kg ha⁻¹ de K₂O. Outras características de qualidade dos frutos também foram estudadas, bem como critérios para a interpretação de resultados de análises de folhas.

Termos para indexação: citros, nutrição, adubação, análises de solo e folhas, qualidade da fruta

RESPONSE MODELS OF 'MURCOTT' TANGOR TO N, P, AND K FERTILIZATION

ABSTRACT - The Brazilian production of mandarins and 'Murcott' tangor has increased during the 1990's due to superior value of fruit for commercialization and higher resistance to citrus diseases, i.e.: citrus variegated chlorosis, compared to sweet oranges. On the other hand, there is a lack of information to establish optimum nutrient requirements for such varieties. Therefore, the present work aimed to study the response of 'Murcott' trees to NPK and their interactions to establish fertilizer rates for maximum fruit yield and superior quality, and to define diagnostic criteria based on leaf analysis for best nutrient management. The experiment was conducted for six-years in a commercial orchard of 4-yr-old 'Murcott' tangor on Rangpur lime rootstock, which was arranged in a fractional factorial design of the $\frac{1}{2}$ (4^3) type. Treatments consisted of four rates of N (30, 100, 170, and 240 kg N ha⁻¹), P (20, 80, 140, and 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅), and K (30, 110, 190, and 270 kg ha⁻¹ de K₂O). Fruits, measuring about 3-cm diameter, were thinned yearly to maintain a minimum distance of 20-cm between them in the canopy. Average fruit yield increased with increased N rates and decreased with K rates. There was no significant response of P fertilization on fruit yield. Maximum fruit yield was attained at fertilizer rates of N = 155, P₂O₅ = 20, and K₂O = 30 kg ha⁻¹, whereas optimum fruit size was attained at K₂O = 270 kg ha⁻¹. Tree growth and other fruit quality characteristics were evaluated, as well as the criteria for interpretation of leaf analysis.

Index terms: citrus, nutrition, fertilization, soil and leaf analyses, fruit quality

INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de tangerinas (FAO, 2002). O Estado de São Paulo participa com 50% do total da produção no País, numa área de 27 mil ha e 9,5 milhões de plantas. Essa produção inclui também o tangor 'Murcott' [*Citrus reticulata* Blanco x *C. sinensis* (L.) Osb.], o qual tem despertado grande interesse dos citricultores na última década, principalmente devido ao alto valor de comercialização no mercado de fruta fresca e maior resistência a doenças, como o declínio (ROSSETTI, 2001) e a clorose variegada dos citros, do que as variedades comerciais de laranjas (POMPEU Jr. et al., 1998).

O potássio (K) ocupa posição de destaque no manejo nutricional de plantas cítricas devido ao seu grande efeito no tamanho de frutos (SMITH, 1966). Em tangerineiras, esse efeito é ainda mais importante, pois plantas deficientes em K produzem frutos de tamanho reduzido, o que deprecia o valor de comercialização.

Desequilíbrios nutricionais provocam, nas principais variedades de tangerinas, a alternância de produção e, quando são acentuados, o rápido declínio da planta-conhecido como colapso dos citros (Smith, 1976). A redução acentuada de nutrientes, como nitrogênio (N) e K na biomassa, e distúrbios fisiológicos que as árvores sofrem em função de alta produção de frutos no ciclo anterior, estão relacionadas a prováveis causas da alternância de produção e colapso dos citros (Stewart et al., 1968). Os sintomas visuais de deficiências minerais em plantas estressadas resultam da redução no transporte e redistribuição de amido da copa para as raízes, o que prejudicaria a plena absorção de água e

nutrientes em função da menor atividade do sistema radicular (Jones et al., 1964; Smith, 1976)

Apesar da importância da nutrição para a produção e a qualidade dos frutos das tangerineiras, existem poucas informações disponíveis na literatura que possam orientar o manejo nutricional dessas plantas. Köller & Schwarz (1995) verificaram que a fertilização com fósforo (P) aumenta o número de frutos por planta do tangor 'Murcott', na média de cinco safras, após o plantio, enquanto o K aumentou o peso médio dos frutos, mas reduziu a produção. A análise química inicial do solo desse estudo mostrou teores muito baixos de P-Mehlich I (2 mg dm⁻³) e médios de K trocável (2,7 mmol_c dm⁻³). Por outro lado, Panzenhagen et al. (1999) observaram que a fertilização corretiva com P, na instalação do pomar, proporcionou acréscimos de produção da tangerina Montenegrina (*C. deliciosa* Tenore) comparados à aplicação anual, até oito anos após o plantio. A elevação dos teores foliares de N de 23 para 28 g kg⁻¹, devido à adubação, proporcionou aumento da produção e diminuição do peso médio de frutos.

As doses recomendadas de adubação N, P e K para tangerineiras em produção, no Estado de São Paulo, foram estabelecidas de acordo com a expectativa de exportação de nutrientes pelas plantas, informações da literatura internacional e nas curvas de resposta à adubação N, P e K e de calibração das análises de solo e folhas, obtidas com laranjeiras, por Quaggio et al. (1998).

Assim, teve-se por objetivo estudar e estabelecer doses adequadas de fertilizantes para maximizar a produtividade e qualidade dos frutos de tangerinas e híbridos, e definir critérios seguros de

¹ (Trabalho 129/2003). Recebido: 21/09/2003. Aceito para publicação: 19/01/2004.

² Centro APTA Citros "Sylvio Moreira" (IAC). Rod. Anhanguera km 158; 13490-970 Cordeirópolis (SP), Brasil. *E-mail: ddm@centrodecitricultura.br

³ Centro de P&D Solos e Recursos Ambientais (IAC). Av. Barão de Itapura 1481; 13020-970 Campinas (SP), Brasil.

⁴ Bolsista do CNPq.

diagnóstico da fertilidade do solo para o manejo nutricional dessas plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi instalado em um pomar comercial da variedade tangor Murcott enxertada sobre limão 'Cravo' [*C. limonia* (L.) Osb.], com 4 anos de idade, em 1995, espaçadas a 7,0 x 3,8 m, em Itirapina-SP. O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa, cujas características químicas no início do estudo, segundo métodos do sistema IAC de análise de solo (Raij & Quaggio, 2001), eram: P-resina = 16 mg dm⁻³; K = 1,1 e Ca = 4,4 e Mg = 14 mmol_c dm⁻³, e V = 77% na camada arável.

Utilizou-se o delineamento fatorial fracionado, do tipo 1/2 (4³), conforme proposto por Colwell (1978) e reajustado por Andrade & Noleto (1986). O arranjo experimental apresentou metade das combinações do fatorial completo, com tratamentos dispostos em dois blocos. A técnica do confundimento de efeitos dos tratamentos foi usada para reduzir o tamanho do experimento, aumentando a eficiência do modelo de resposta para estimar efeitos significativos. As parcelas experimentais foram constituídas por 6 plantas úteis, separadas por bordaduras duplas entre as linhas de plantio e entre as plantas, num total de 20 plantas por parcela.

Os tratamentos consistiram de 4 níveis dos nutrientes N, P e K aplicados anualmente, como segue: N = 30; 100; 170 e 240 kg ha⁻¹ de N, na forma de nitrocálcio; P = 20; 80; 140 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo, e K = 30; 110; 190 e 270 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio. Os fertilizantes foram aplicados manualmente na superfície do solo, sem incorporação, em faixas de 1,2 m de largura espaçadas de 0,5 m do tronco, em três parcelas iguais, durante a primavera e o verão. No mesmo período, as plantas receberam três aplicações foliares com solução contendo 0,30% ZnSO₄ e 0,20% MnSO₄, e via solo com 10 kg H₃BO₃ ha⁻¹ (Quaggio et al., 1997). Foi feito calagem durante a condução do ensaio, procurando-se manter a saturação por bases do solo entre 50 e 70% na camada arável.

O desbaste de frutos foi feito manualmente, entre os meses de fevereiro e março, procurando-se manter a distância de 20 cm entre frutos na copa, com distribuição uniforme em toda a copa das plantas.

A colheita de frutos foi realizada entre os meses de agosto e setembro, anotando-se a produção por parcela para as safras de 1996 a 2001. Coletaram-se ainda 24 frutos por parcela para a análise de qualidade, avaliando-se os teores de sólidos solúveis totais em refratômetro (Mod. RFM 330; Bellinghan & Stanley, England) com correção para temperatura a 20 °C e para acidez do suco, a acidez por titulação com solução padronizada 0,3125 N NaOH (Reed et al., 1986) e o teor de vitamina C por iodometria (Lopèz-Fernandez, 1995).

Coletaram-se amostras de terceira ou quarta folhas a partir do fruto (25 folhas por parcela), geradas na primavera, para análise química. O preparo das amostras e a determinação dos teores totais de nutrientes foram feitos seguindo-se os métodos descritos por Bataglia et al. (1983).

O volume de copa foi estimado após medição da altura e da largura da copa das árvores, nos meses de janeiro de 1998, 1999 e 2001. Em 2001, estimou-se também o diâmetro do tronco das árvores logo

acima do ponto de enxertia, utilizando a expressão: $D = Pr/\pi$, onde D = diâmetro do tronco e Pr = perímetro do tronco.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância e de correlação, ajustando-se também modelos de resposta do tipo: $Y = b_0 + b_1N + b_2N^2 + b_3P + b_4P^2 + b_5K + b_6K^2 + b_7NP + b_8NK + b_9PK$, onde Y = variável dependente, N, P e K são doses de nutrientes NPK, utilizando-se do programa estatístico SAS® (SAS Institute, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de desenvolvimento do ensaio, verificou-se crescimento significativo das plantas. A matriz de correlação determinada para os parâmetros médios do crescimento das plantas mostrou coeficientes significativos ($P < 0,001$) para o volume de copa, com relação à altura ($R^2 = 0,72$) e à largura ($R^2 = 0,98$). Verificou-se também um efeito linear significativo das doses da fertilização nitrogenada nos três anos de avaliação (Tabela 1), com maior crescimento da copa com o aumento da dose de 30 para 240 kg ha⁻¹ de N, em 1998 ($P < 0,0420$). Panzenhagen et al. (1999) também relataram efeito positivo da adubação nitrogenada com o crescimento da tangerineira, avaliando-se o perímetro do tronco.

O volume de copa, em 2001, mostrou correlação significativa com o diâmetro do tronco das plantas acima do ponto de enxertia, nesse mesmo ano. O efeito positivo da adubação nitrogenada, no crescimento da planta, refletiu na produtividade de frutos, a qual variou com as doses de N aplicadas (Figura 1). A variação do crescimento das árvores permite explicar o aumento de produção devido à adubação quando as tangerineiras são conduzidas com desbaste de frutos.

As superfícies de resposta para produção e qualidade de frutos do tangor 'Murcott' à fertilização N, P e K são apresentadas na Tabela 2. Houve efeitos da fertilização N e K sobre a produção de frutos (média de 6 safras), conforme segue: para o N, efeito positivo com os componentes linear e quadrático significativos, e para o K, observou-se efeito linear depressivo significativo, conforme mostra a Figura 1. A máxima produção de frutos, para a média das safras, foi de 20,1 t ha⁻¹, obtida com a dose de 155 kg ha⁻¹ de N na presença de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O. O efeito depressivo de doses K sobre a produção dos frutos (Figura 1) foi mais acentuado nos últimos anos do experimento e significativo apenas na análise conjunta dos anos. A análise de correlação confirmou este efeito depressivo, mostrando que a produção de frutos foi menor quando os teores foliares de K aumentaram ($R^2 = -0,61$; $P < 0,05$). Isto pode estar relacionado à desordem nutricional com cálcio (Ca) e magnésio (Mg), cujos teores foliares foram reduzidos pelas doses de K (Figura 2). O equilíbrio entre cátions trocáveis no solo é relacionado à razão de atividade de K e cátions bivalentes em solução; assim, doses maiores de K determinam o aumento da atividade deste nutriente na solução do solo e a redução da absorção de Ca e Mg pelas plantas (Jakobsen, 1993).

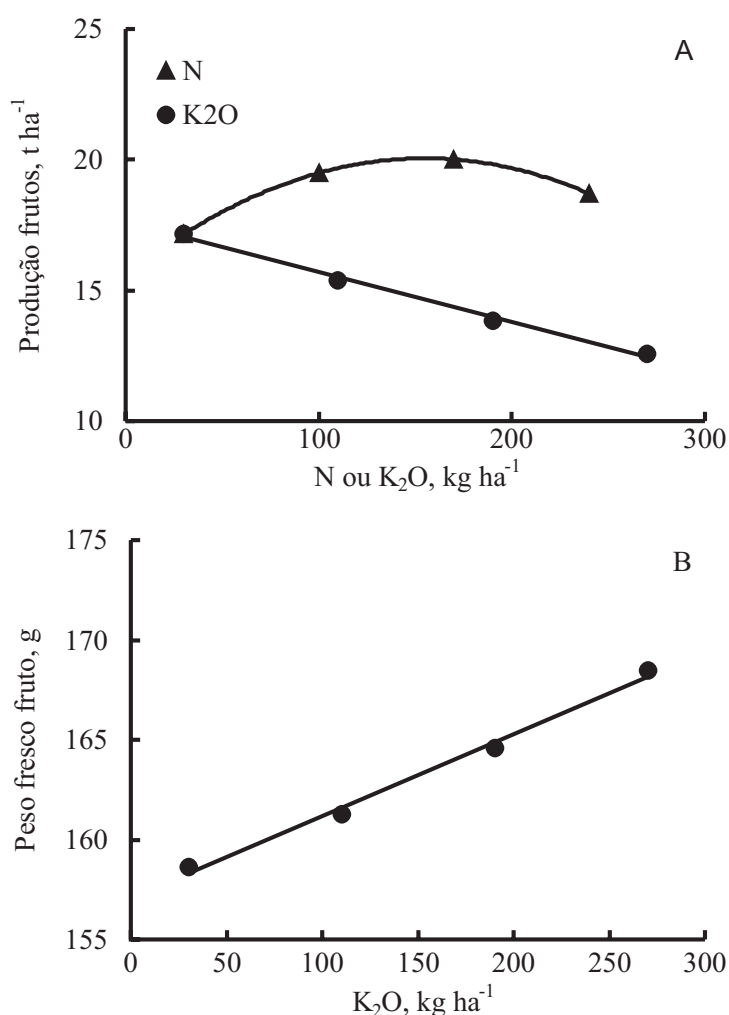
A perda de produtividade devido à adição de K pode ser compensada pela qualidade superior e conseqüente maior valor do produto, pois, com o aumento da dose de K, verificou-se aumento linear no tamanho de frutos (Figura 1).

Esses resultados estão coerentes com aqueles verificados

TABELA 1 - Crescimento do tangor 'Murcott', plantado em 1991, em resposta à fertilização N, P e K

Doses de N kg ha ⁻¹	1998	1999	2001	Média
	----- Volume da copa, m ³ -----			
30	10,1	14,5	15,7	13,4
100	13,1	15,4	18,9	15,8
170	11,6	15,4	17,9	15,0
240	13,1	16,4	18,4	16,0
Média	11,9	15,4	17,8	15,1
Prob. $P < F$ †	N _L (0,0412)	N _L (0,1228)	N _L (0,0483)	N _L (0,0244)
CV, %	17,7	14,1	12,2	12,2

† Subscrito L refere ao componente linear do modelo de resposta.



por Du Plessis & Koen (1988) num ensaio de fertilização de laranja com N e K, no qual as doses para produção ótima de frutos foram 225 kg ha^{-1} de N e 375 kg ha^{-1} de K_2O , enquanto, para obtenção de frutos de maior tamanho e retorno econômico superior, a dose de N deve ser reduzida para 45 kg ha^{-1} de N. Quaggio et al. (1999 e 2002), em ensaios de longa duração, respectivamente com laranjeiras e limoeiros, também

verificaram a necessidade de aumentar a dose de K recomendada para maximizar o tamanho dos frutos.

Por outro lado, com o aumento do tamanho do fruto, verificou-se uma redução no teor de sólidos solúveis totais do suco ($P < 0,0211$; Tabela 2), provavelmente por um efeito de diluição (Jackson et al., 1995). O teor de acidez do suco reduziu-se linearmente com a fertilização com P ($P < 0,0310$; Tabela 2), contudo essa variação entre as doses de P aplicadas anualmente foi pequena. O teor de vitamina C do suco também diminuiu com a fertilização com K ($P < 0,0675$; Tabela 2).

A fertilização N e K também influenciou significativamente os teores foliares desses nutrientes (Figura 2). Observou-se uma resposta quadrática para os teores foliares médios de N para as amostras coletadas de 1996 a 2001 ($P < 0,0450$), com um valor máximo estimado de 29 g kg^{-1} . Em laranjeiras, com teores acima de 28 g kg^{-1} de N, praticamente não se observou resposta à adição de N (Quaggio et al., 1998). Para o K, houve um efeito linear positivo ($P < 0,0184$), o que evidenciou o consumo de luxo desse nutriente pelos citros com o maior teor de 14 g kg^{-1} . A correlação entre o teor foliar de K e o volume de copa foi negativo ($R^2 = -0,45$), provavelmente pela maior ocorrência de seca de galhos nas árvores devido ao excesso de K. Koo & McCornack (1965) reportaram que a adição de 220 e 440 kg ha^{-1} de K_2O proporcionou aumento dos teores foliares de K de 15 para 17 g kg^{-1} para a tangerina 'Dancy', sem que houvesse resposta significativa para produção e tamanho de frutos.

A ausência de efeitos significativos da fertilização com P sobre a produção de frutos e teores foliares desse nutriente pode ser explicada pelos níveis iniciais de P-resina, no solo, superiores ao nível crítico de P estabelecido para citros em produção de 20 mg kg^{-1} , na camada de 0 a 20 cm de profundidade (Quaggio et al., 1998).

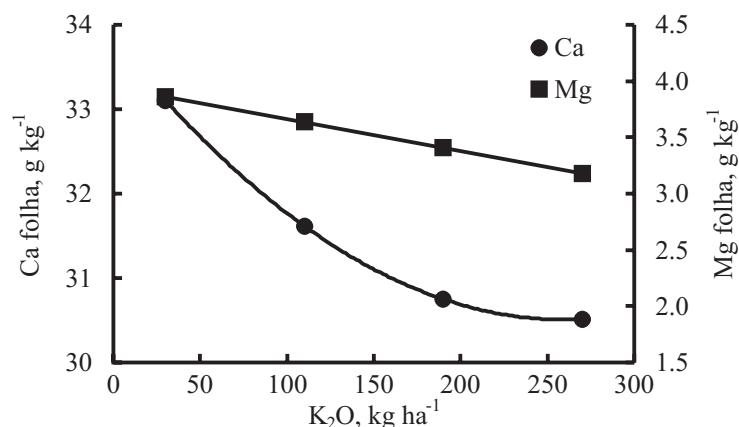


FIGURA 2 - Efeito da adubação com K sobre os teores foliares de Ca e Mg (média de 6 safras).

TABELA 2 - Superfícies de resposta para variáveis selecionadas em função da fertilização N, P e K. Dados médios para as safras de 1996 a 2001

b ₀	N	N ²	P	Coeficientes do modelo †			NP	NK	PK	CV %	R ²
				P ²	K	K ²					
16,2	5,5E-02**	-1,9E-04	7,2E-03	-1,2E-04	-2,7E-02*	1,9E-05	7,0E-05	3,9E-05	5,0E-05	16,1	0,45
166,1	-6,4E-02	8,6E-05	-5,0E-02	5,9E-05	8,8E-03**	4,9E-05	1,7E-04	9,9E-05	1,1E-04	4,5	0,37
13,2	5,6E-03	-1,8E-05	-1,6E-03	1,7E-06	-1,9E-03*	0,0E+00	2,1E-06	-1,3E-06	1,5E-06	3,0	0,29
0,9148	-5,4E-04	1,2E-06	-9,4E-04*	2,5E-06	1,3E-04	-1,1E-07	9,7E-07	-5,0E-07	-4,6E-07	6,7	0,29
22,8	-4,0E-03	4,2E-05	-1,4E-02	4,0E-05	2,4E-03*	-8,8E-06	-2,6E-05	-9,5E-06	4,2E-05	3,6	0,42
34,0	-3,9E-03	1,3E-05	-2,9E-03	-1,7E-05	-2,6E-02**	4,9E-05	2,9E-05	1,8E-05	2,1E-06	5,3	0,31
3,9	2,7E-03	-1,7E-05	-3,1E-03	-8,7E-07	-2,9E-03**	-4,9E-07	2,1E-05	8,8E-06	-4,7E-06	12,2	0,42

† Modelo: $Y = b_0 + b_1N + b_2N^2 + b_3P + b_4P^2 + b_5K + b_6K^2 + b_7NP + b_8NK + b_9PK$. Níveis de N, P e K expressos em kg ha^{-1} ; produção de frutos, peso fresco, sólidos solúveis totais, acidez titulável e teores foliares referem-se a dados médios para as safras de 1996 a 2001; vitamina C refere-se a dados médios das safras 1997 a 2001.

*, ** significante ao nível de 0,05 e 0,01, respectivamente.

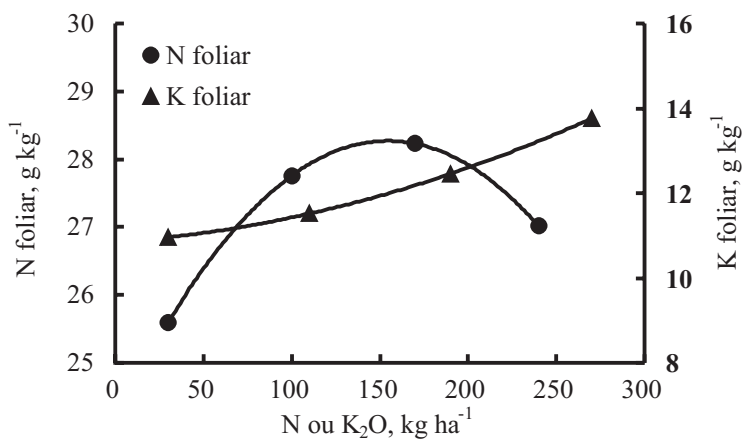


FIGURA 3 - Teores foliares de N e K para o tangor 'Murcott' em função da fertilização com N e K estimados pela superfície de resposta (médias de seis safras).

CONCLUSÕES

1) A produção de frutos do tangor 'Murcott' correlacionou positivamente com o volume de copa. A dose de N para máxima produção de frutos foi de 155 kg ha⁻¹ de N, o que correspondeu à concentração de N foliar de aproximadamente 29 g kg⁻¹.

2) Doses crescentes de K determinaram redução na produção de frutos, provavelmente associada a menores teores foliares de Ca e Mg. Contudo, verificou-se ainda um aumento linear no peso de frutos até a dose de 270 kg ha⁻¹ de K₂O. Nesta dose, o teor foliar de K foi de 14 g kg⁻¹. Com o aumento do tamanho do fruto, houve uma redução significativa no teor de sólidos solúveis totais e acidez do suco.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP (Proc. 95/6611-1), pelo suporte financeiro, e ao Eng. Agr. Edmundo E.A. Blasco, pelo apoio ao desenvolvimento do presente estudo na Fazenda Raio de Sol, em Itirapina (SP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, D.F.; NOLETO, A.Q.. Exemplos de fatoriais fracionados ($\frac{1}{2}$ 4³ e ($\frac{1}{4}$) 4⁴ para ajuste de modelos polinomiais quadráticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, p.677-680, 1986.
- 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 Agrônomo, 1983. 48p.
- COLWELL, J.D. **Computations for studies of soil fertility and fertilizer requirements**. Australia: Commonw. Agric. Bur., 1978. 297p.
- Du PLESSIS, S.F.; KOEN, T.J. The effect of N and K fertilization on yield and fruit size of Valencia. **Proceedings of the International Citrus Congress**, v.1, p.663-672, 1988.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **FAOSTAT Statistical databases: Agriculture**. 2002. Disponível em <http://apps.fao.org>. Acesso em: 14 fevereiro 2002.
- JACKSON, L.K.; ALVA, A.K.; TUCKER, D.P.H.; CALVERT, D.V. Factors to consider in developing a nutrition program. In: TUCKER, D.P.H.; ALVA, A.K.; JACKSON, L.K.; WHEATON, T.A. (Ed.). **Nutrition of Florida citrus trees**. Gainesville: Univ. of Florida, 1995. p.3-11.

- JAKOBSEN, S.T. Nutritional disorders between potassium, magnesium, calcium, and phosphorus in soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.154, p.21-28, 1993.
- JONES, W.W.; EMBLETON, T.W.; STEINACKER, M.L.; CREE, C.B. The effect of time of fruit harvest on fruiting and carbohydrate supply in Valencia oranges. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.84, p.152-157, 1964.
- KÖELLER, O.C.; SCHWARZ, S.F. Adubação do tangor 'Murcott' com fósforo e potássio. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.33-36, 1995.
- KOO, R.C.J.; McCORNACK, A.A. Effects of irrigation and fertilization on production and quality of 'Dancy' tangerine. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Winter Haven, v.68, p.10-15, 1965.
- LOPÈZ-FERNANDEZ, J. **La Naranja, composición y cualidades de sus zumos y esencias**. Valencia: Generalitat Valenciana, 1995. 414p.
- PANZENHAGEN, N.V.; KOELLER, O.C.; SARTORI, I.V.; PORTELINHA, N.V. Respostas de tangerineiras 'Montenegrina' à calagem e adubação orgânica e mineral. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v., n.4, p.527-533, 1999.
- POMPEU JR., J.; LARANJEIRA, F.F.; HARAKAWA, R.; FIGUEIREDO, J.O.; CARVALHO, S.A.; COLETTA FILHO, H.D. Detecção de sintomas de clorose variegada dos citros e *Xyllela fastidiosa* em plantas cítricas infectadas em condições de campo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.19, n.2, p.321-330, 1998.
- QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. VAN. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a base for citrus fertilization. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v.52, p.67-74, 1998.
- QUAGGIO, J.A.; MATTOS JR., D.; CANTARELLA, H.; ALMEIDA, E.L.E.; CARDOSO, S.A.B. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.96, n.1-4, p.151-162, 2002.
- QUAGGIO, J.A.; MATTOS JR., D.; CANTARELLA, H.; NOVELLO, A. **Fruit quality of two sweet orange varieties affected by NPK rates in tropical soils**. Orlando: International Society of Citriculture, 1999.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; TOLEDO PIZA, JR. Frutíferas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC. 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)
- RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J.A. Determinação de fósforo, cálcio, magnésio e potássio extraídos com resina trocadora de íons. In: RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p.189-199.
- REED, J.B.; HENDRIX JR., C.M.; HENDRIX, D.L. **Quality control manual for citrus processing plants**. Safety Harbour: Intercit, 1986. v.1. 250p.
- ROSSETTI, V.V. **Manual ilustrado de doenças dos citros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. 207p.
- SAS INSTITUTE. **The SAS System** - Release 6.12. Cary, NC. 1996.
- SMITH, P.F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.F. (Ed.) **Fruit nutrition, temperate to tropical**. Somerville: Somerset Press, 1966. p.174-207.
- SMITH, P.F. Collapse of Murcott tangerines trees. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.101, n.1, p.23-24, 1976.
- STEWART, I.; WHEATON, T.A.; REESE, R.L. Collapse of Murcott citrus trees. **HortScience**, Alexandria, v.3, n.4, p.230-231, 1968.