

EFEITOS DA ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO E CÁLCIO SOBRE A PRODUÇÃO DE FRUTOS DA LIMA ÁCIDA TAHITI

THIAGO F. MILANEZE¹; DIRCEU MATTOS JR.²; FERNANDO A. AZEVEDO³;
JOSÉ A. QUAGGIO³; HEITOR CANTARELLA³

Nº 0800027

1. RESUMO

As exportações brasileiras de Tahiti *in natura* aumentaram significativamente na última década e tem demandado frutas de qualidade superior. Estudo desenvolvido no programa PIBIC/IAC 06-07 deu subsídios para a continuidade do trabalho sobre o manejo nutricional da cultura. O presente experimento avaliou efeitos da adubação com nitrogênio e cálcio, sua influência no estado nutricional das plantas e na produção de frutos do Tahiti, em esquema fatorial 4 x 3, com 3 repetições. Os tratamentos foram misturas de fertilizantes N e Ca, como segue: (i) 40, 110, 180 e 250 kg ha⁻¹ de N, como nitrato de amônio, e (ii) 0, 150 e 300 kg ha⁻¹ de Ca, como gesso agrícola. Avaliou-se análises químicas de solo e folhas e produção de frutos. As doses de N influenciaram a produção do pomar. Houve aumento da produção de frutos com o aumento da adubação N. Também, houve efeito significativo da interação N e Ca, cujas respostas da produção de frutos ocorreu com o suprimento de Ca apenas nas menores doses de N. As doses de N acidificaram o solo; ainda, verificou-se houve aumentos do teor foliar de N e de Mn.

Palavras-chave: *Citrus latifolia*, manejo da fertilidade do solo, análises químicas, adubaçã.

2. ABSTRACT

Effects of nitrogen and calcium fertilization on fruit yield of Tahiti acid lime

The Brazilian exports of Tahiti lime fruits increased during the past decade. A study conducted during the PIBIC/IAC 06-07 pointed out to the continuity of research work on nutrition management of this crop. This experiment evaluated the effects of nitrogen and

¹ BOLSISTA CNPq: Graduação em Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Araras – SP, ✉ tfmilaneze@yahoo.com.br.

² ORIENTADOR: Pesquisador Dr., Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC. Cordeirópolis – SP.

³ COLABORADORES: Pesquisador. Dr., Instituto Agrônomo. Campinas e Cordeirópolis – SP.

calcium fertilization on nutritional status of trees and fruit production using a 3 x 4 factorial designs with 3 replicates. The treatments were composed by mixtures of N e (40, 110, 180 and 250 kg ha⁻¹ of N as ammonium nitrate) and (0, 150 and 300 kg ha⁻¹ of Ca as phosphogypsum). Nitrogen and Ca rates, and N*Ca interaction affected fruit yield, which increased with increased N fertilization. A significant effect of the N*Ca interaction demonstrated that fruit yield increased with increased Ca rates with lower N rates. Nitrogen rates caused soil acidification; Leaf N and Mn concentrations increased with N rates.

Keywords: *Citrus latifolia*, soil fertility management, chemical analyses, fertilization.

3. INTRODUÇÃO

A lima ácida 'Tahiti' é mais popularmente conhecida no Brasil como limão. Sua classificação botânica refere à família Rutaceae e espécie *Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka. Dentro do grupo das limas ácidas, o Tahiti é caracterizado por frutos de tamanho grande e quase totalmente desprovido de sementes (Webber, 1943); apresenta porte médio a grande; a floração ocorre ao longo de todo o ano; o período de maturação é de até 170 dias após a floração; os frutos pesam em média 70 a 100 g, sendo que 50% da massa do fruto é de suco, com teores de Brix = 9, acidez titulável = 6% (Donadio et al., 1995).

As regiões mais importantes de produção do Tahiti no mundo encontram-se no México, Brasil (destacando-se o estado de São Paulo), e Costa Rica. A produção anual brasileira é estimada em 14 milhões de caixas, as quais são direcionadas ao mercado interno e exportadas, de forma crescente, *in natura* para o Canadá, Europa e EUA.

O valor da produção de limões e limas ácidas no Brasil situa-se entre as dez variedades de frutas mais importantes, como banana, laranja, maçã e maracujá e uva (IBGE, 2005). As exportações brasileiras de Tahiti *in natura* aumentaram significativamente na última década. Em São Paulo, a produção encontra-se em cerca de 35 mil ha com 9 milhões de árvores distribuídos em 8 mil propriedades rurais (Luchetti et al., 2003).

A produção de frutos dos citros é largamente influenciada pela disponibilidade de nitrogênio (Alva & Paramasivam, 1998) por afetar diretamente taxas de fotossíntese e alocação de carbono nos componentes da biomassa das árvores (Kato, 1986; Lea-Cox et al., 2001). Assim, o uso eficiente de fertilizantes deve, basicamente, atender a demanda da cultura e também levar em conta a reserva do nutriente no substrato ou meio de desenvolvimento.

Contudo, como não se dispõe de métodos efetivos para determinação da disponibilidade de N no solo para culturas perenes, a determinação da concentração foliar do nutriente torna-se uma importante ferramenta diagnóstica para otimizar o manejo nutricional dos citros (Quaggio et al., 1998). As recomendações mais recentes sobre o manejo da fertilidade do solo para a lima ácida Tahiti tomam por base algumas dessas informações e a experiência de técnicos no campo, e sugerem a faixa adequada para a cultura entre 17-22 g N kg⁻¹ (Mattos Jr. et al., 2003). Contudo, essa informação deve ser verificada a partir de resultados de pesquisa desenvolvidos no campo com a cultura.

Outro importante aspecto que demanda informações relaciona-se ao fornecimento de cálcio (Ca) para o Tahiti durante o florescimento e frutificação. O pegamento de frutos e a sua qualidade têm aumentado em pomares comerciais com a aplicação adicional de fonte solúvel de Ca no solo no começo da primavera. Cerca de 60% do Ca celular total encontra-se localizado na parede celular (lamela média), onde exerce função estabilizante (Tobias et al., 1993), o que pode influenciar a textura, a firmeza e a maturação dos frutos (Hanson et al., 1993), reduzindo a taxa de degradação da vitamina C, a produção de etileno e CO₂ e a incidência de doenças pós-colheita (Conway & Sams, 1983).

Essas relações foram estudadas num trabalho de pesquisa desenvolvido *a priori*, inserido no programa PIBIC/IAC 2006-2007. A presente proposta de pesquisa focaliza o estudo do suprimento de nitrogênio e cálcio no pomar de lima ácida Tahiti e a resposta da cultura quanto à produção e qualidade de frutos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi desenvolvido em pomar comercial com 7 anos de idade da variedade de Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] IAC-5 enxertada sobre limão 'Cravo' (*C. limonia* Osb.), plantado na Fazenda Barreirão, município de Urupês - SP. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média e apresentou características químicas iniciais na camada de 0 a 20 cm, destacando-se: pH de 5,1; P = 31 mg dm⁻³, V% = 76% e CTC = 102,6 mmol_c dm⁻³.

O experimento foi arranjado em esquema fatorial do tipo 4 x 3, com 3 repetições. Os tratamentos foram compostos por misturas de 4 doses de fertilizantes N e 3 doses de Ca como segue: (i) 40, 110, 180 e 250 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, como nitrato de amônio, e (ii) 0, 150 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de Ca, como gesso agrícola. As misturas dos fertilizantes foram aplicadas

manualmente na superfície do solo, numa faixa entre 100 e 200 cm distante do tronco, nos dois lados da árvore, com suas doses anuais divididas em 3 aplicações entre a primavera – no pré-florescimento, e o verão. As parcelas experimentais foram constituídas por 4 árvores centrais separadas por bordaduras na linha e na entrelinha de plantio. Cada tratamento foi então composto por 3 linhas de plantio e 6 plantas/linha; resultando em um total de 18 plantas.

Amostras de solo foram coletadas nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade (14 de maio de 2008) para determinação de MO, pH (CaCl_2), P, K, Ca, H+Al e S-SO_4^{-2} usando os métodos descritos por Rajj et al. (2001).

As amostras de folhas, posição +3 e +4 com 6-8 meses de idade, foram coletadas em ramos não-frutíferos, no dia 14 de maio de 2008, para determinação da concentração total de macro e micronutrientes segundo Bataglia et al. (1983).

Os frutos maduros foram colhidos periodicamente, realizando assim o controle da produção em quilos de frutos por árvore, com auxílio de uma balança de campo. Os dados relativos às parcelas experimentais representaram o total acumulado na safra e foram transformados em t ha^{-1} de frutos para análises estatísticas. Foram realizadas seis colheitas de frutos, sendo elas: 06/11/07; 03/01/08; 11/02/08; 13/03/08; 23/04/08; e 09/06/08, obtendo-se uma média de frutos colhidos por parcela.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação nitrogenada causou a acidificação nas duas camadas avaliadas, com redução do pH de 5,0 para 4,2 na camada de 0-20 cm de profundidade quando aplicou-se 40 e 250 kg ha^{-1} de N respectivamente, (dados para camada de 20-40 cm de profundidade não são apresentados); também verificou-se aumento da acidez potencial, perdas de Ca e Mg no perfil do solo e diminuição da saturação por bases de 69% para 34% na mesma camada.

Os teores de enxofre (S-SO_4^{-2}) e cálcio no solo aumentaram com a aplicação do ou gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); assim como os de magnésio diminuíram (Tabela 1).

A produção de frutos aumentou em função das adubações realizadas com N (Tabela 2). Embora, o efeito significativo da interação N e Ca tenha demonstrado que as doses de Ca promoveram aumento da produção de frutos somente na menor dose de N estudada.

Os teores de nutrientes nas folhas mostraram que houve aumentos para N e Mn, à medida que as doses aplicadas de nitrogênio se intensificavam (dados não mostrados).

TABELA 1. Características químicas do solo na camada de 0-20 cm de profundidade da área experimental. Faz. Barreirão, Abril 2008.

N	Ca	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	V	SO₄⁻²
kg/ha			mg/dm³		mmol/dm³			%	mg/dm³
40	0	5,0	17	1,3	23	7	18	63	4
	150	5,0	18	1,5	26	9	17	67	11
	300	4,9	14	1,2	26	4	19	62	23
110	0	4,7	19	1,6	19	5	19	57	5
	150	4,8	20	1,6	24	5	22	57	8
	300	4,8	17	1,4	22	4	19	57	20
180	0	4,4	22	1,3	15	3	28	42	7
	150	4,3	14	1,2	16	3	27	42	15
	300	4,6	19	1,3	21	3	24	52	18
250	0	4,4	25	1,7	17	4	27	46	6
	150	4,1	18	1,2	13	2	31	34	14
	300	4,1	22	1,2	15	2	32	36	18

Teste F									
N		25,4**	0,9 ^{ns}	0,58 ^{ns}	14,55**	7,93**	22,6**	26,77**	0,24 ^{ns}
Ca		0,6 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,51 ^{ns}	3,19 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,27 ^{ns}	23,33**
N*Ca		1,4 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,49 ^{ns}	1,65 ^{ns}	1,11 ^{ns}	1,84 ^{ns}	0,85 ^{ns}

^{ns}, *, **: não significativo, e significativo aos níveis de 5% e de 1%, respectivamente.

TABELA 2. Produção de frutos da lima ácida Tahiti fertilizada com diferentes doses de nitrogênio e cálcio. Nov. 2007 a Jun. 2008.

N	Ca	Prod.
kg/ha		t ha⁻¹
40	0	30,8
	150	46,8
	300	45,2
110	0	49,9
	150	52,6
	300	53,5
180	0	51,9
	150	54,9
	300	50,3
250	0	56,9
	150	50,0
	300	55,7

Teste F		
N		21,20**
Ca		3,57*
N*Ca		5,25**

^{ns}, *, **: não significativo, e significativo aos níveis de 5% e de 1%, respectivamente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVA, A.K.; PARAMASIVAM, S. Nitrogen management for high yield and quality of citrus in sandy soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.62, p.1335-1342. 1998.
- 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. (Boletim Técnico, 78)
- CONWAY, W.S.; SAMS, C.E. Calcium infiltration of Golden Delicious apples and its effect on decay. **Phytopathology**, v.73, p.1068-1071, 1983.
- DONADIO, L.C.; FIGUEIREDO, J.O.; PIO, R.M. **Variedades cítricas brasileiras**. Jaboticabal: FUNEP. 1995. 228p.
- HANSON, E.J.; BEGGS, J.L.; BEAUDRY, R.M. Applying calcium chloride postharvest to improve highbush blueberry firmness. **HortScience**, v.28, p.1033-1034, 1993.
- IBGE. **Banco de dados agregados**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 13 fev. 2005.
- KATO, T. Nitrogen metabolism and utilization in citrus Nitrogen metabolism and utilization in citrus. **Hort. Reviews**, v.8, p.181-216. 1986.
- LEA-COX, J.D.; SYVERTSEN, J.P.; GRAETZ, D.A. Springtime ¹⁵Nitrogen uptake, partitioning, and leaching losses from young bearing Citrus trees of differing nitrogen status. **J. Am. Soc. Hort. Sci.**, v.126, p.242-251. 2001.
- LUCETTI, M.A.; MATTOS Jr., D.; DE NEGRI, D.; FIGUEIREDO, J.O. Aspectos egrais e distribuição de cultivo. In: Mattos, Jr., D. et al. (Eds.). **Lima ácida Tahiti**. Campinas: IAC. 2003. p.1-12.
- MATTOS Jr., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo. In: Mattos, Jr., D. et al. (Eds.). **Lima ácida Tahiti**. Campinas: IAC. 2003. p.67-80.
- QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. VAN. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a basis for citrus fertilization. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.52, p.67-74. 1998.
- RAIJ, B. van, ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.
- TOBIAS, R.B.; CONWAY, W.S.; SAMS, C.E. Cell wall composition of calcium-treated apples inoculated with *Botrytis cinera*. **Phytochemistry**, v.32, p.35-39, 1993.
- WEBBER, H.J. Cultivated varieties of Citrus. In: Webber, H.J.; Batchelor, L.D. (Ed.). **The citrus industry - history, botany, and breeding**. v.1. Berkely: Univ. California. p.475-668. 1943.