

EFEITOS DO FÓSFORO SOBRE OS TEORES DE MACRONUTRIENTES DO LIMOEIRO 'CRAVO' DESENVOLVIDO EM VASOS¹

AMANTINO MARTINS NICOLI² e MAURÍCIO DE SOUZA³

RESUMO - Com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de fósforo sobre os teores de macronutrientes do limoeiro 'Cravo', *Citrus limonia* Osbeck desenvolvido em vasos até a repicagem, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG. Foram testados 17 tratamentos em seis repetições, utilizando-se o superfosfato simples (SS), o superfosfato triplo (ST), o ácido fosfórico (AF) e a apatita-de-araxá (AA), nas doses de 0,08, 0,16, 0,32 e 1,28 mg/ml de P_2O_5 de solo. Determinou-se o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), na matéria seca total dos limoeiros aos seis meses após sementeira. Dentre as quatro doses aplicadas, a de 1,28 mg de P_2O_5 /ml de solo diminuiu o teor de N e aumentou os teores de P, Ca, Mg e S.

Termos para indexação: *Citrus limonia*, nutrição.

EFFECTS OF PHOSPHORUS ON CONTENT OF MACRONUTRIENTS OF RANGPUR LIME GROWING IN POTS

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of phosphorus on content of macronutrients of Rangpur lime (*Citrus limonia* Osbeck) growing in pots until transplanting time. The experiment was conducted in a greenhouse at the Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG, Brazil. Seventeen treatments were used with six replications. The treatments were four phosphorus sources: ordinary superphosphate (OS), concentrated superphosphate (CS), phosphoric acid (PA), and a rock phosphate (RP). Each one used 0.08, 0.16, 0.32 and 1.28 mg/ml P_2O_5 of soil. Macronutrients content (N, P, K, Ca, Mg and S) was determined on a dry matter basis, six months after sowing. Among the four levels, the level of 1.28 mg P_2O_5 /ml of soil decreased the content of N and increased the contents of P, Ca, Mg and S.

Index terms: *Citrus limonia*, nutrition.

INTRODUÇÃO

A cultura dos citros, de alto valor econômico para o País, apresenta-se em expansão, e requer estudos especializados. Dentre as técnicas desenvolvidas para esta exploração, salienta-se como de fundamental importância a obtenção das mudas, das quais depende seu êxito.

No Brasil, 97% das mudas formadas têm o limoeiro 'Cravo' como porta-enxerto, por apresentar as vantagens de precocidade de crescimento, tolerância às variações da umidade disponível na área da rizomassa, e afinidade com a maioria das cultivares. Entretanto, para se obter limoeiros vigorosos

durante o crescimento inicial, torna-se indispensável o uso de fertilizantes, entre os quais se destaca o fósforo, segundo Black (1967).

Para ser fornecido às plantas, o fósforo (P) é encontrado sob diversas formas, segundo Malavolta (1980). Há formas totalmente solúveis, como o ácido fosfórico, embora pouco usado como fertilizantes, e os superfosfatos simples e triplo, mais comumente usados. Os fosfatos insolúveis em água, porém solúveis em ácido cítrico, como os termofosfatos e os fosfatos naturais, são, também, fontes fornecedoras de P.

Tentando estabelecer um nível ótimo de P para as plantas cítricas na fase inicial de crescimento, Bingham et al. (1958) obtiveram respostas positivas com aplicação de 450 g de superfosfato simples por m^2 de solo. Por outro lado, verificou-se que 625 mg de superfosfato simples/100 g de solo eram tóxicos para plântulas de laranja-doce.

A aplicação de doses de P implica, direta e/ou indiretamente, absorção de outros macronutrien-

¹ Aceito para publicação em 11 de março de 1986.

Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre.

² Eng. - Agr., M.Sc., (DPCPOV/SEAGRI), Rua Sinval de Sá, 190, CEP 30000 Belo Horizonte, MG.

³ Eng. - Agr., Dr., Prof. Titular, Dep. de Agric. de Lavras, MG.

tes. Segundo Chapman & Brown (1941) doses excessivas de P reduzem a eficiência da fertilização nitrogenada, ao passo que teores ótimos de P estão associados com teores ótimos de cálcio (Ca) na matéria seca das plantas cítricas.

Yamamoto & Saito (1970), trabalhando com diferentes suplementações de P em solução nutritiva, verificaram que aumentando a disponibilidade de P na solução, os teores de P, Ca e magnésio (Mg) das folhas eram aumentados, o contrário ocorrendo com os teores de nitrogênio (N) e potássio (K).

O objetivo do presente trabalho foi determinar o efeito de algumas fontes e doses de P sobre os teores de macronutrientes do limoeiro 'Cravo' desenvolvido em vasos, até o ponto de repicagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação na Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG, no período de setembro de 1979 a março de 1980.

Utilizou-se um Latossolo Roxo não cultivado anteriormente, de textura argilosa, acidez classificada como elevada (pH = 4,57), alumínio trocável alto (1,3 meq/100 cm³ de solo), cálcio + magnésio baixo (0,5 meq/100 cm³) e teores de P e K baixos (1 ppm e 17 ppm, respectivamente). Foram utilizadas sementes de limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), tiradas de frutos plenamente maduros e de uma mesma planta.

As fontes de P empregadas foram o superfosfato simples (SS), o superfosfato triplo (ST), o ácido fosfórico (AF) e a apatita-de-araxá (AA), usadas nas doses de 0,08; 0,16; 0,32 e 1,28 mg/ml de P₂O₅ de solo - que compuseram os níveis 1, 2, 4 e 16 - mais o tratamento-testemunha (T).

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com 17 tratamentos em seis repetições, sendo as parcelas compostas por dois vasos. O material do solo utilizado foi coletado da camada superficial de 0 cm - 30 cm de profundidade.

Os vasos, com capacidade para 2.360 cm³ (2,6 kg) de solo, foram revestidos internamente por um saco de polietileno, para evitar a perda de nutrientes e auxiliar no controle de irrigação. Os fertilizantes de cada tratamento foram adicionados ao solo antes de ser realizado o enchimento dos vasos.

Realizou-se a semeadura colocando-se oito sementes por vaso. Após 40 dias efetuou-se o desbaste, deixando-se três plantas por vaso.

Seis meses após a semeadura, fez-se o desplântio dos limoeiros, que, depois de secos em estufa à temperatura de 60°C, foram triturados em moinho próprio e submetidos às análises com base na matéria seca (MS) total, in-

cluídas as raízes. O N foi determinado pelo método de Kjeldahl; o P, por colorimetria com molibdato e vanadato de amônio; o K, por fotometria de chama; o Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica, segundo técnica descrita por Sarruge & Haag (1974), e o enxofre, (S) determinado por metodologia descrita por Stewart & Porter (1969).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aplicações de diferentes fontes e níveis de P apresentaram diferenças significativas nos teores de N, P, Ca, Mg e S determinados na MS dos limoeiros, quando testados pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; não ocorreu o mesmo com o K (Tabela 1).

Quando o P foi aplicado ao solo na forma de SS, de AF, de ST e de AA, os teores de N na MS diminuíram com o aumento das doses aplicadas, e apresentaram, na maior dose, diferença significativa com relação à testemunha, o que concorda com resultados obtidos por Chapman & Brown (1941) e Yamamoto & Saito (1970). Comparando a maior dose de cada fonte com as três menores, somente o AF não mostrou diferença significativa entre suas médias.

O maior teor de P na MS dos limoeiros foi verificado quando se aplicou o AF na maior dose, que foi superior ao das aplicações de SS, ST e AA em igual dose, em 176%, 220% e 161%, respectivamente. A maior concentração de P nos limoeiros adubados com o AF deve-se ao fato de o fósforo ser o seu principal componente, tornando-se prontamente absorvido pelas plantas, o que não ocorre com as demais fontes testadas, quando o nutriente é lentamente liberado para a solução do solo.

Bingham et al. (1958) e Souza (1976) constataram diminuição nos teores de K na MS de plantas cítricas com a aplicação de doses elevadas de P ao solo. Os resultados obtidos neste trabalho não apresentaram diferença significativa entre as diferentes doses e nem mesmo em comparação com a testemunha, o que revela que as doses de P aplicadas não foram elevadas o suficiente para interferir na absorção do K.

A elevação dos teores de Ca e Mg na MS de plantas cítricas, provocada por aplicações crescentes de P no solo, foi constatada por Yamamoto & Saito (1970) e Souza (1976), em plantas crescendo

em sementeira e no campo, respectivamente. No caso do Ca, obteve-se diferença significativa apenas para a dose mais elevada de AA. As demais fontes usadas, apesar de terem apresentado tendência de aumentar o teor de Ca nos limoeiros com aumento da dose aplicada, mostraram-se estatisticamente iguais. A partir do nível 2 (0,16 mg/ml de P_2O_5 de solo), o SS e AA apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha, enquanto para o

ST esta diferença foi constatada apenas com a dose mais elevada (1,20 mg/ml de P_2O_5 de solo). Esse maior teor de Ca obtido deve-se à sua concentração nas referidas fontes.

Com relação aos teores de Mg, observaram-se pequenas variações com a aplicação das fontes de P, e só o AF na maior dose apresentou diferença significativa em comparação com as três doses menores.

TABELA 1. Teores médios de macronutrientes determinados nos limoeiros 'Cravo' colhidos seis meses após a semeadura, fertilizados com diferentes fontes e doses de P. Lavras, 1981¹.

Tratamentos	Macronutrientes (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
SS ₁	4,608	0,039	1,028	0,425	0,084	0,126
SS ₂	4,983	0,042	1,121	0,511	0,084	0,135
SS ₄	4,418	0,048	1,040	0,579	0,098	0,143
SS ₁₆	3,551	0,051	0,858	0,693	0,106	0,217
AF ₁	4,561	0,052	0,880	0,252	0,086	0,069
AF ₂	4,591	0,071	1,123	0,266	0,091	0,079
AF ₄	3,955	0,084	1,025	0,230	0,098	0,074
AF ₁₆	4,076	0,141	1,435	0,370	0,125	0,074
ST ₁	4,385	0,047	0,717	0,318	0,091	0,071
ST ₂	4,335	0,047	0,873	0,343	0,081	0,053
ST ₄	4,096	0,052	0,913	0,417	0,083	0,061
ST ₁₆	2,926	0,044	0,936	0,607	0,084	0,077
AA ₁	4,050	0,044	1,201	0,483	0,075	0,082
AA ₂	4,156	0,044	1,120	0,656	0,074	0,096
AA ₄	3,590	0,061	1,143	0,756	0,077	0,097
AA ₁₆	3,166	0,054	1,258	0,921	0,074	0,108
T	4,961	0,048	0,741	0,230	0,099	0,057
DMS (Tukey 5%)	0,682	0,016	0,573	0,278	0,026	0,038

¹ Médias obtidas de seis repetições.

Alguns autores, como Chapman & Brown (1941), Bingham et al. (1958), Souza (1976) e Silva (1981), constataram certo sinergismo na absorção de Mg (aumento deste nutriente) quando da aplicação de superfosfato simples em plantas cítricas. Por outro lado, Decken et al. (1981) observaram deficiência de Mg em folhas de citros em consequência da adubação fosfatada.

Com relação ao S, sabe-se que são poucos casos de deficiência deste nutriente em plantas, e que ele pode ser fornecido através de pulverizações com defensivos e alguns adubos. Segundo Mascarenhas

(1977), aplicações de superfosfato simples aumentam o teor de S no solo. Os maiores teores de S nos limoeiros foram determinados quando se usou o SS, sendo a maior dose estatisticamente diferente das três menores, e, por sua vez, todas as doses foram superiores à testemunha. As demais fontes não apresentaram variação do teor de S nas plantas com aumento da dose aplicada, à exceção da AA, que, a partir da dose 2, apresentou teores estatisticamente superiores aos da testemunha. Os maiores teores de S obtidos foram devidos à sua concentração no SS.

CONCLUSÃO

Dentre as doses aplicadas, a de 1,28 mg/ml de P_2O_5 do substrato, determinou a diminuição do teor de N e o aumento de P, Ca, Mg e S na MS total do limoeiro 'Cravo'.

REFERÊNCIAS

- BINGHAM, F.T.; MARTIN, I.P.; CHASTAIN, J.A. Effects of phosphorus fertilization of California soils on minor element nutrition of citrus. *Soil Sci.*, 86(1): 24-31, 1958.
- BLACK, C.A. *Soil plant relationships*. 2. ed. New York, J. Wiley, 1967. 792p.
- CHAPMAN, H.D. & BROWN, S.M. The effects of phosphorus deficiency on citrus. *Hilgardia*, 14(4):161-81, 1941.
- DECKEN, A.R.; RODRIGUEZ, O.; HIROCE, R.; RAIJ, B. van; TEÓFILO SOBRINHO, J. Efeito de 27 anos de adubação de laranjeira-baianinha com NPK, nos teores de K, Ca e Mg no solo e nas folhas e na produção de frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., Recife, 1981. *Anais. Recife, Soc. Bras. Frutic.*, 1981. v. 2., p.607-14.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, Ceres, 1980. 254p.
- MASCARENHAS, H.A.A. *Cálcio, enxofre e ferro no solo e na planta*. Campinas, Fund. Cargill, 1977. 95p.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análise química em plantas*. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
- SILVA, J.H.B. *Efeitos do superfosfato simples e de seus nutrientes principais no crescimento do limoeiro 'Cravo' (Citrus limonia Osbeck) em vasos, até a repicagem*. Lavras, ESAL, 1981. 100p. Tese Mestrado.
- SOUZA, M. de. *Efeito de P, K e Ca no crescimento da parte aérea da laranjeira 'Pera Rio' (Citrus sinensis L. Osbeck), em Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado*. Piracicaba, ESALQ, 1976. 132p. Tese Doutorado.
- STWART, B.A. & PORTER, L.K. Nitrogen-sulfur relationships in wheat, corn and beans. *Agron. J.*, 61(2): 267-71, 1969.
- YAMAMOTO, S. & SAITO, Y. Effect of differential supplies of nitrogen, phosphorus and potassium on growth of citrus stock seedlings in sand culture. V. *Citrus junos* Tanaka. *Bull. Fac. Agric. Univ. Miyazaki*, 17:74-83, 1970.