

## Efeito da calagem na saturação por bases, alumínio do solo e na produção de frutas do morangueiro.

**Anderson Lemiska<sup>(1)</sup>; Volnei Pauletti<sup>(2)</sup>; Gabriel Demetrios Ternoski<sup>(3)</sup>; Letícia de Pierri<sup>(1)</sup>.**

<sup>(1)</sup>Mestrando em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, anderson\_lemi@ufpr.br e lepietri@ufpr.br; <sup>(2)</sup>Prof. Dr. Eng. Agrônomo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, vpauletti@ufpr.br. <sup>(3)</sup>Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, gabrielternoski@ufpr.br;

**RESUMO:** Nos sistemas de produção do morangueiro é comum a recomendação e realização da calagem, porém poucos são os trabalhos realizados com a espécie, especialmente no Brasil. O objetivo da presente pesquisa foi avaliar os efeitos da aplicação de calcário no solo (0, 3600, 7560 e 11500 kg ha<sup>-1</sup>) sobre a saturação por bases e alumínio do solo e na produção das frutas do morangueiro. A aplicação de calcário promoveu aumento da saturação por base e diminuiu a saturação de alumínio. A calagem reduziu a produção de frutas com maior diâmetro e a máxima produção de frutas do morangueiro foi alcançada com a aplicação de calcário de até 5410 kg ha<sup>-1</sup> ou saturação por bases do solo próximo a 60%, inferior à recomendada atualmente pelos manuais de adubação no Brasil.

**Termos de indexação:** Acidez, calcário, *Fragaria x ananassa*.

### INTRODUÇÃO

No cultivo do morangueiro, a adubação está entre as práticas culturais mais utilizadas para o aumento da produção, bem como é um dos fatores pré-colheita que condicionam os atributos de qualidade pós-colheita das frutas do morangueiro como a cor, textura, aroma, açúcar e acidez (Cantillano et al., 2003). O cálcio é um dos nutrientes mais recomendados e utilizados pelos produtores devido sua essencialidade às plantas, pois é importante para a divisão celular, promovendo o crescimento radicular das plantas, além de estimular a germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico (Lee et al., 2009) e consequentemente para a formação das frutas. O nutriente tem importante função no fornecimento de resistência mecânica da parede celular (Taiz & Zeiger, 2009), fator fundamental para a firmeza das frutas, além de aumentar o seu período de conservação.

Na solução do solo o cálcio pode ser encontrado complexado ao carbono orgânico ou na forma livre principalmente como Ca<sup>+2</sup> (Zambrosi et al., 2008) o qual entra em contato com as raízes por fluxo de massa. No entanto, apenas 25% do cálcio absorvido pelo morangueiro desloca-se para as frutas, enquanto mais de 50% aloca-se nas folhas (Tagliavini et al., 2005), uma vez que este órgão

apresenta maior taxa de transpiração. Por este comportamento, o cálcio é considerado um nutriente pouco móvel na planta (Marschner, 2012). O morangueiro é exigente em cálcio, pois é o terceiro macronutriente mais absorvido pela planta, apresentando maior demanda a partir do início do período reprodutivo (Tagliavini et al., 2005). Do florescimento até o ponto de colheita, o morango necessita em média de 36 dias (Antunes et al., 2006), sendo que o período reprodutivo pode variar de 3 a 6 meses (Cantillano et al., 2003), logo deficiências de cálcio nesta fase podem comprometer a produção e qualidade das frutas.

A calagem é a prática mais utilizada para reduzir os efeitos negativos da acidez do solo e fornecer cálcio às plantas. A aplicação de calcário reduz a concentração de alumínio e manganês tóxicos do solo, além de fornecer cálcio, magnésio e aumentar a disponibilidade de outros nutrientes como o nitrogênio e fósforo (Pauletti et al., 2000).

Atualmente vários métodos têm sido utilizados no Brasil para determinar a necessidade de calagem para a cultura do morangueiro. No Estado de Minas Gerais a aplicação de calcário visa à neutralização do alumínio e o fornecimento de cálcio e magnésio. Nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a calagem baseia-se no índice SMP para elevar o pH (H<sub>2</sub>O) do solo a 6,0 que normalmente corresponde a saturação por bases do solo próximo de 80%. O método da saturação por bases é o mais utilizado pelos Estados de São Paulo e Paraná, sendo que a referência para o morangueiro é elevar a saturação por bases do solo a 80 %.

Apesar da unanimidade dos manuais de adubação quanto à necessidade da realização da calagem e fornecimento de cálcio para o morangueiro, poucos trabalhos foram feitos, especialmente no Brasil, para definir os critérios de recomendação e comprovar os efeitos da aplicação de cálcio na parte aérea. Desta forma, a presente pesquisa objetivou avaliar os efeitos da calagem sobre a saturação por base e alumínio do solo, bem como na produção de frutas do morangueiro.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR em Curitiba – PR durante o ano

de 2011. A caracterização química do solo antes do experimento apresentou os seguintes valores  $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)}$ : 4,4;  $\text{Al}^{+3}$ :  $1,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{+2}$ :  $3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}$ :  $1,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K}$ :  $0,07 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{P}$ :  $0,4 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{B}$  (água quente):  $0,28 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{V}\%$ : 31 e matéria orgânica: 5,67%. Foi realizada a interpretação da análise química e a adubação de plantio conforme CQFS-RS SC (2004). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Foram aplicadas ao solo quatro doses de calcário 0, 3600, 7560 e  $11500 \text{ kg ha}^{-1}$  buscando atingir a saturação por bases de 30, 50, 70 e 90 %, respectivamente. Utilizou-se um calcário dolomítico com PRNT de 72% o qual foi incorporado ao solo peneirado trinta dias antes do plantio, realizando revolvimento semanal. Após 30 dias de incubação do solo com o calcário nas doses relativas a cada tratamento, foi realizada a adubação e o plantio no dia três de maio. Foram selecionadas mudas da cultivar Camarosa com mesmo diâmetros da coroa e alocado uma muda por vaso com capacidade de cinco quilogramas que representou as unidades experimentais. Durante a condução do experimento buscou-se manter a umidade do solo a 70 % da capacidade de campo. As colheitas das frutas foram realizadas de agosto a novembro, adotando como ponto de colheita, quando as frutas apresentavam-se com mais de 75% da coloração externa avermelhada. Em cada planta avaliou-se a produção de frutas, as quais foram pesadas e classificadas em categorias de acordo com a presença de defeito externo grave (DG), leve (DL) e sem defeito (SD). Esta última categoria foi separada em classes <15 mm, 15-35 mm e >35 mm, conforme o diâmetro equatorial das frutas, segundo PBMH & PIMO (2009). Na avaliação das frutas comerciais foram excluídas a categoria DG e a classe <15 mm.

Para calcular a saturação por bases e alumínio ao término do experimento, o solo de cada vaso foi homogeneizado e determinado os teores de cálcio, magnésio, potássio e alumínio segundo Silva (2009). Realizou-se o teste de Bartlett para verificar a homogeneidade entre os dados e em seguida os mesmos foram submetidos à análise de variância. Os efeitos das doses de calcário foram avaliados por regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de calcário implicou em aumento na saturação por bases do solo (**Figura 1 A**). No entanto, somente a saturação por bases de 50% foi obtida com a dosagem teórica calculada de calcário ( $3600 \text{ kg ha}^{-1}$ ). As dosagens de calcário calculadas para atingir a saturação por bases de 70% ( $7560 \text{ kg$

$\text{ha}^{-1}$ ) e 90% ( $11500 \text{ kg ha}^{-1}$ ) proporcionaram V% de 63 e 66 %, respectivamente, valores inferiores ao esperado. Resultados semelhantes também foram obtidos por Neto et al. (2000) e Heinrichs et al. (2008). Esta diferença entre o V% esperado e o ocorrido é atribuída ao efeito de tamponamento do solo, ou seja, a capacidade que o solo tem de manter estável a concentração de nutrientes na solução, à medida que estes são adicionados ou retirados do sistema. O teor de matéria orgânica, teor e tipo da argila e o pH solo afetam este efeito tamponante (Novais & Mello, 2007). A elevação do pH do solo induz à complexação do cálcio e alumínio nos sítios de troca da matéria orgânica (Mendonça et al., 2006), enquanto solos com presença de minerais com elevada capacidade de troca catiônica, como as vermiculitas e esmectitas que são frequentes em Cambissolos, apresentam grande poder de tamponamento (Silva et al., 2008). O solo utilizado no presente experimento é um Cambissolo com elevado teor de matéria orgânica, o que justifica as menores saturações por bases obtidas em relação às calculadas.

Do ponto de vista da nutrição vegetal, o alumínio constitui um importante componente da acidez do solo e um dos principais limitantes para o crescimento radicular das culturas. Com a aplicação do calcário houve redução na saturação por alumínio ou M% do solo (**Figura 1 A**), concordando com resultados obtidos por Heinrichs et al. (2008). Para neutralizar todo o alumínio foi necessário a aplicação de  $7500 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário ou pH do solo próximo de 6,6. Este efeito ocorre porque a elevação do pH acima de 4,8 promove a insolubilização do alumínio trocável ( $\text{Al}^{+3}$ ) levando a precipitar-se na forma de óxido e reduzindo a sua concentração na solução do solo, favorecendo o desenvolvimento das plantas (Raij, 2010).

Os tratamentos não afetaram a produção de frutas comerciais ( $141,00 \text{ g planta}^{-1}$ ), <15 mm ( $5,10 \text{ g planta}^{-1}$ ), DL ( $25,60 \text{ g planta}^{-1}$ ) e DG ( $35,30 \text{ g planta}^{-1}$ ). A máxima produção total de frutas foi obtida com a aplicação de até  $5410 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário, resultando em produção de 206 gramas por planta, enquanto a máxima produção da classe de frutas 15-35 mm foi obtida com a aplicação de até  $5434 \text{ kg ha}^{-1}$  (**Figura 1 B**). A produção de frutas da classe >35 mm reduziu linearmente com a aplicação de calcário (**Figura 1 B**). Apesar do teor inicial de cálcio do solo apresentar-se em nível médio ( $3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), o morangueiro respondeu a calagem em aumento no número e produção de frutas, resultado semelhante foi observado por Faria & Carrijo (2004) na cultura do meloeiro. A calagem gera vários efeitos benéficos ao solo e conseqüentemente para as plantas, no entanto observa-se que elevar a saturação por bases do solo a 80% como



recomendam Raij et al. (1996) e CQFS RS-SC (2004) ou neutralizar totalmente o  $Al^{+3}$  pode ser muito prejudicial para o morangueiro, visto que a elevação da saturação por bases acima 58% resultou em redução na produção de frutas.

## CONCLUSÕES

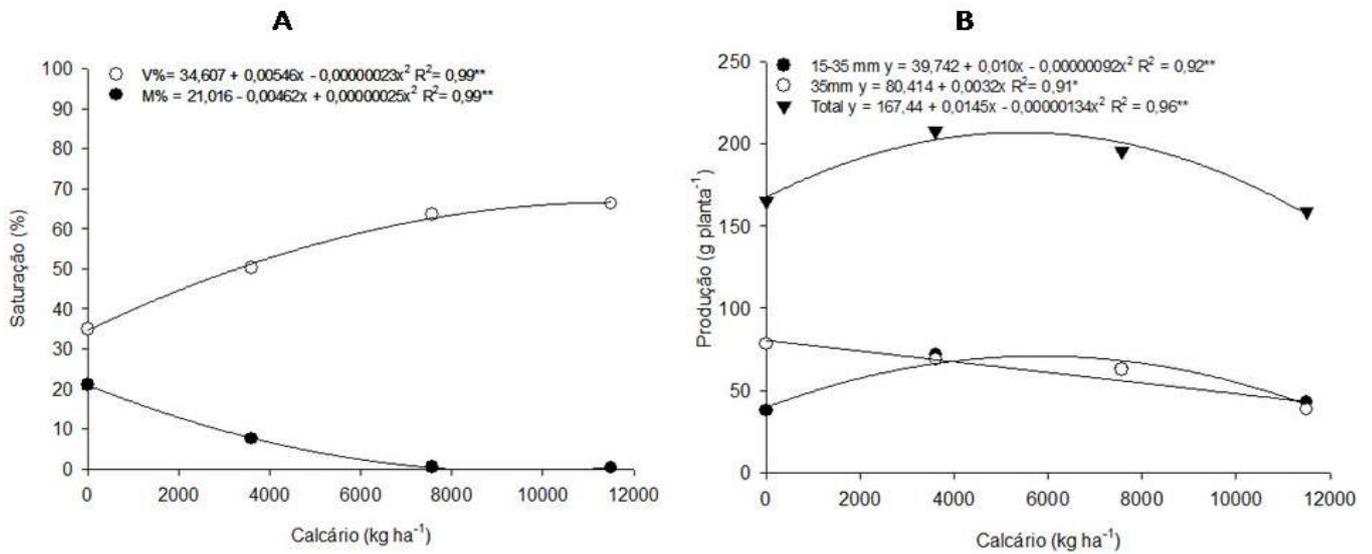
A aplicação de calcário reduziu a produção de frutas com maior diâmetro. A máxima produção total de frutas foi obtida com a aplicação de calcário de até 5410 kg ha<sup>-1</sup> ou saturação por bases do solo próximo a 60%, sendo inferior à recomendada atualmente pelos manuais de adubação no Brasil.

## AGRADECIMENTOS

Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFPR; REUNI e Bioagro.

## REFERÊNCIAS

- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.
- CANTILLANO, F.F.; MARTINS, C.R.; MADAIL, J.C.M.; FORTES, J.F.; REICHERT, L.J.; LAGOS, L.L. & BENDER, R.J. Morango Pós-Colheita. 1.ed. Pelotas. Embrapa Clima Temperado, 2003. 28p.
- FARIA, E. C. D. & CARRIJO, O.A. Formas de aplicação de cálcio na cultura do melão rendilhado sob cultivo protegido. Horticultura Brasileira, 22:213-216, 2004.
- HEINRICH, R.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A. M. & MALAVOLTA, E. Atributos químicos do solo e produção do feijoeiro com a aplicação de calcário e manganês. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32: 1157-1162, 2008.
- LEE, S.H.; KIM, W. & HAN, T. Effects of post-harvest foliar boron and calcium applications on subsequent season's pollen germination and pollen tube growth of pear (*Pyrus pyrifolia*). Scientia Horticulturae, 122:77-82, 2009.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 3.ed. London, Elsevier, 2012. 651.p.
- MENDONÇA, E. S.; ROWELL, D. L.; MARTINS, A.G. & SILVA, A.P da. Effect of pH on the development of acidic sites in clayey and Sandy loam Oxisol from the Cerrado Region, Brazil, Geoderma, 132:131-142, 2006.
- NETO, P. H. W.; CAIRES, E.F. & JUSTINO, A. & DIAS, J. Correção da acidez do solo em função de modos de incorporação de calcário. Ciência Rural, 30:257-261, 2000.
- NOVAIS, R.F. & MELLO, J.W.V. Relação solo-planta. IN: NOVAIS, R.F. Fertilidade do Solo, Viçosa-MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.134-204.
- PAULETTI, V.; PREVEDELLO, B.M.S.; PISSAIA, A. & SCOPEL, A. Evaluation of Nutrient Status and Grain Yield of Two Corn Cultivars Under Different Soil Aluminum Levels After Liming. Arquivos de Biologia e Tecnologia, 43:275-279, 2000.
- PBMH & PIMO. Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Morango: Normas de Classificação de Morango. CEAGESP, 2009.
- RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. Recomendação de calagem e adubação para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. 285p.
- RAIJ, B. V. Melhorando o ambiente radicular em subsuperfície. IN: PROCHNOW, L. I.; SILVA, V.C. & STIPP, R. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: contexto mundial e técnicas de suporte, 2010. p.351-382.
- SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.
- SILVA, V. da.; MOTTA, A. C. V.; MELO, V. F. & LIMA, V.C. Variáveis de acidez em função da mineralogia da fração argila do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:551-559, 2008.
- TAGLIAVINI, M.; BALDI, E.; LUCCHI, E.; ANTONELLI, M.; SORRENTI, G.; BARUZZI, G. & FAEDI, W. Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants (*Fragaria x Ananassa* Dutch.) grown in soil and soilless culture. European Journal of Agronomy, 23:15-25, 2005.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 4.ed. Porto Alegre, 2009, 848p.
- ZAMBROSI, F. C.B; ALLEONI, L. R. F. & CAIRES, E. F. Liming ionic speciation of na oxisol under no-till system. Scientia Agrícola, 65:190-203, 2008.



**Figura 1** – Efeito da aplicação de calcário na saturação por bases (V%) e na saturação por alumínio (M%) do solo (A). Efeito da aplicação de calcário na produção de frutas do morangueiro com diâmetro > 35 mm, 15- 35 mm e produção total (B).