

## A CALAGEM NA NUTRIÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICAL DA CARAMBOLEIRA

### THE LIMING IN THE NUTRITION AND THE DEVELOPMENT OF THE RADICAL SYSTEM OF THE CARAMBOLA

Renato de Mello Prado<sup>1</sup>, William Natale<sup>2</sup>

Recebido em: 13/04/2004. Aprovado em: 24/09/2004.

#### RESUMO

A calagem pode afetar o desenvolvimento do sistema radical da caramboleira com implicações na absorção de nutrientes. Objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de calcário nas propriedades químicas do solo, na nutrição da planta e no desenvolvimento do sistema radical da caramboleira, cultivada em um Latossolo Vermelho distrófico ácido. Para isso, testaram-se diferentes doses de calcário, 3,705 e 7,410 t ha<sup>-1</sup>, em amostras de solo coletadas, na linha de plantio, a 75 cm do tronco, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade. A testemunha constou de solo sem aplicação de calcário. O calcário foi aplicado em pré-plantio, e incorporado até 30 cm de profundidade. Durante o 2º e 3º ano de cultivo da caramboleira, acompanharam-se os efeitos da calagem no solo e na nutrição da fruteira. No 3º ano de cultivo da caramboleira, além da análise química do solo e das folhas quanto ao nível de cálcio, avaliou-se a matéria seca e teor de Ca das raízes da fruteira. A determinação da concentração de Ca no solo é um indicativo para o diagnóstico do potencial de crescimento radical em caramboleira em fase de formação.

**PALAVRAS-CHAVE:** calcário, cálcio, raiz, radícula, método do trado, carambola, *Averrhoa carambola*.

#### SUMMARY

The liming can affect the development of the system root of the carambola with implications in the absorption of nutritious. It was aimed at to evaluate the effects of the limestone application in the chemical properties of the soil, in the nutrition of the plant and in the development of the system root of the carambola, cultivated in a Latosol Red acid dystrophic. For this, limestone doses were analyzed, zero (control); 3.705 and 7.410 t ha<sup>-1</sup>, in soil samples collected, in the planting line, to 75 cm of the trunk, in layers of 0-20 and 20-40

cm of depth. The limestone was applied in at planting, incorporate (0-30 cm of depth). During 2º and 3º year of culture of the carambola, the effect of the liming in the soil and the nutrition of the fruit had been accompanied by. In 3º year of culture of the carambola, beyond the chemical analysis of the soil and leaves (Ca), it was evaluated dry substance and text of Ca of the root of the fruit. The determination of the concentration of Ca in the soil is an indicative for the diagnosis of the growth potential to radical in carambola in formation phase.

**KEY WORDS:** lime, calcium, radicle, method of the trado, carambola, *Averrhoa carambola*

#### INTRODUÇÃO

O conhecimento de fatores que afetam o crescimento radical da planta é importante para o manejo da caramboleira e para a produção desta cultura. Com relação a isso, Taylor e Arkin (1981) relataram que o crescimento radical das plantas é controlado por fatores genéticos, entretanto, pode ser modificado por fatores físicos e químicos do solo.

Dentre os fatores químicos, os elementos mais estudados são o Al e o Ca, uma vez que o alumínio tóxico reduz muito o crescimento radical (ADAMS e PEARSON, 1970; PAVAN, 1982), e o cálcio é um nutriente com papel preponderante no crescimento radical da planta (RITCHIEY et al., 1982), apresentando como valor crítico para o crescimento radical de 2,5 a 8,0 mmol dm<sup>-3</sup> (ADAMS e MOORE, 1983), embora, Rosolem et al. (1995), verificaram incremento do crescimento radical com concentração de Ca de 20 mmol dm<sup>-3</sup> no solo. É importante acrescentar que estes fatores químicos que afetam o crescimento radical das plantas, revestem-se de grande importância, em regiões tropicais, uma vez que a maioria dos solos desta região apresenta reação ácida, com baixa concentração de cálcio. Assim, estes estudos sobre crescimento radi-

<sup>1</sup> Prof. Dr., Depto de Solos e Adubos, FCAV/UNESP.

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Depto de Solos e Adubos, FCAV/UNESP.

cal, mostram-se importantes, devendo ser feitos a partir da avaliação das características das raízes, como a massa seca (BOHM, 1979).

Como na literatura inexistem estudos sobre os efeitos do cálcio, via calagem, no crescimento radical da caramboleira, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de calcário nas propriedades químicas do solo, na nutrição da planta e no desenvolvimento do sistema radical da caramboleira, cultivada em um Latossolo Vermelho distrófico ácido.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, situada na rodovia Brigadeiro Faria Lima (SP 326), km 384, a 5 km do Município de Bebedouro-SP, Brasil, a 20°53'16"S de latitude e 48°28'11"W de longitude e a uma altitude de 601 metros. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa subtropical com inverno curto, moderado e seco, e verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas. O solo é um Latossolo Vermelho distrófico.

Antes da implantação do experimento, foram coletadas 20 subamostras de solo para compor a amostra contida nas camadas de 0-20 e 20-40 cm que caracterizara o local do experimento. Os resultados das análises químicas, para fins de fertilidade, encontram-se na Tabela 1.

amostrando-se a camada de 0-20; 20-30 e 30-40 cm de profundidade. Aos 42 meses após a incorporação do calcário, realizou-se a amostragem das raízes com trado cilíndrico serrilhado, com 7,4 cm de diâmetro interno e 20 cm de altura (Adaptado de FUJIWARA et al., 1994). A parcela experimental foi composta por cinco plantas de caramboleira cv. Malasia enxertada, com 36 meses de idade, em espaçamento de 7,0 m x 4,2 m, sendo consideradas as três centrais como árvores úteis para as avaliações. Assim, em cada planta, a coleta foi realizada em 4 pontos equidistantes a 75 cm do tronco, perfazendo 12 repetições, para cada profundidade de coleta (0-20 e 20-40 cm). Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório onde foram passadas em peneiras com 1 mm de diâmetro para separação de solo e das raízes. As raízes foram secas em estufa, a 70°C, até peso constante, para obtenção da massa seca de raízes total.

Optou-se pelo maior número de repetições em vista da possível alta variabilidade dos dados em estudos de raiz, aumentando a possibilidade de detecção dos efeitos dos tratamentos, uma vez que o método do trado, com baixo número de subamostras (2), resulta em alto valor do coeficiente de variação (VASCONCELLOS et al., 2003). Garland et al. (1990), observaram em estudos com Al em soja, maior correlação entre crescimento de raiz e acúmulo de matéria seca da parte aérea, com o aumento do número de plantas por repetição.

Tabela 1- Propriedades químicas do solo da área experimental

Camada	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V
	(CaCl <sub>2</sub> )		(resina)							
cm		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%
0-20	4,7	18	6	1,3	9	4	40	14,3	54,3	26
20-40	4,4	16	3	0,6	6	3	42	9,6	51,6	19

Em agosto de 1999, aplicou-se calcário calcinado, objetivando elevar a uma e duas vezes a saturação por bases igual a 70%. O calcário foi aplicado manualmente em toda a superfície do terreno, metade antes da incorporação com arado de aivecas e outra metade aplicado e incorporado com grade aradora. A incorporação do calcário foi realizada na profundidade de 0 a 30 cm. As amostragens de solo na linha de plantio da fruteira, na faixa de adubação, foram realizadas aos 12, 16, 22, 28, 34 e 40 meses após a incorporação do calcário. Para isso, utilizou-se trado holandês,

Determinou-se o teor foliar de cálcio, por meio de amostragens de folhas, conforme as recomendações de Prado e Natale (2004) que indicam a 6ª folha coletada no auge do florescimento, durante os meses de agosto a outubro. A determinação analítica da concentração de nutrientes na folha e na raiz seguiu a metodologia descrita por Bataglia et al. (1983). No solo, as análises químicas foram realizadas de acordo com as metodologias de Rajj et al. (2001).

Os resultados foram analisados pelo sistema SAS (1996), ajustando-se as variáveis em estudo segundo

equações com maior valor do coeficiente de determinação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Efeitos dos tratamentos no solo e na nutrição das plantas

Acompanhando a evolução dos efeitos da aplicação do calcário ao solo, verificou-se que o valor de pH, as concentrações iniciais de Ca e o valor da saturação por bases apresentaram aumento acentuado nas diferentes amostragens realizadas na linha da caramboleira (Figura 1). Portanto, a aplicação de calcário promoveu melhoria de forma linear na reação do solo. Assim, houve gradiente de reação do solo adequado para avaliar a resposta ao crescimento radical da caramboleira em função da calagem.

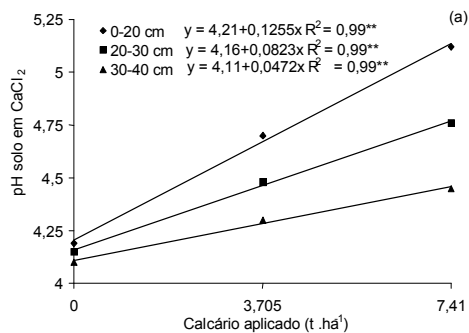


Figura 1. Efeito da aplicação de calcário no pH em  $\text{CaCl}_2$  (a), Ca (b) e saturação por bases (c), em diferentes profundidades do solo, em amostras da linha da caramboleira. Os pontos são médias de oito, seis e cinco épocas de amostragem para as camadas de 0-20; 20-30 e 30-40, respectivamente, e quatro repetições. **\*\*** Significativo  $P < 0,01$

Salienta-se que o aumento do cálcio no solo teve reflexos na nutrição da planta, uma vez que houve aumento foliar deste nutriente (Figura 2). Observou-se que o Ca foliar atingiu 8 e 10  $\text{g kg}^{-1}$  no primeiro e segundo ano de cultivo da caramboleira, respectivamente. Assim, observa-se também, que a calagem aumentou os teores de Ca com o desenvolvimento da caramboleira.

De acordo com Silva et al. (1984, apud DONADIO et al., 2001), o teor de Ca considerado adequado para a caramboleira é de 9,8  $\text{g kg}^{-1}$ , embora se deve ressaltar que este valor tenha sido obtido em pomares adultos e em área comercial.

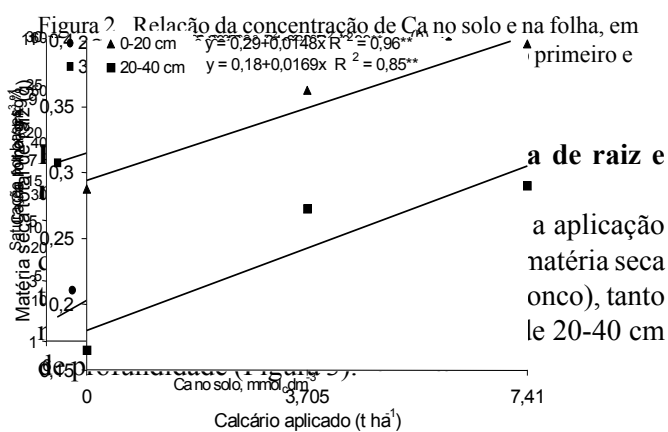


Figura 3. Efeito da aplicação de calcário na matéria seca total de raiz da caramboleira, na camada de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, a 75 cm do tronco (média de 12 repetições).

Isto poderia ser explicado pelo fato de que a aplicação de calcário levou à maior absorção de Ca pela caramboleira (Figura 4).

Figura 4. Efeito da aplicação de calcário no teor de Ca da raiz da caramboleira (camada de 0-20 cm de profundidade, a 75 cm do tronco).

Assim, nota-se que o acúmulo de matéria seca da raiz da caramboleira é beneficiado positivamente pela aplicação do calcário. Como inexitem resultados de literatura referentes à resposta do crescimento radical da caramboleira em função da calagem, a confrontação dos resultados fica limitada; entretanto, em outras culturas, os resultados foram semelhantes, a exemplo do milho (ROSOLEM et al., 1994) e do algodoeiro (ROSOLEM et al., 2000). Salienta-se que a resposta linear do crescimento radical da caramboleira, mesmo na dose mais alta de calcário demonstra que as raízes desta fruteira são responsivas a aplicação de calcário. O contrário foi verificado em soja, pois altas doses de calcário inibiram o desenvolvimento radical da planta (MARTINI e MUTTERS, 1989).

O efeito positivo da calagem no sistema radical pode ser explicado pela ação do Ca sobre o crescimento radical, visto que houve relação positiva entre o cálcio no solo e a matéria seca total de raiz da caramboleira (Figura 5a). Soma-se a isto, o fato de que a aplicação de calcário levou à maior absorção de Ca pelas raízes da caramboleira (Figura 5b). O maior crescimento radical da caramboleira na presença de Ca, pode ser explicado pela alta eficiência das raízes do grupo das dicotiledôneas na absorção deste nutriente, Melo et al. (1987) relataram que este grupo de plantas apresentam raiz com alta CTC, ou seja, alta capacidade de absorver cátions divalentes. A concentração de Ca no solo próxima de  $28 \text{ mmol dm}^{-3}$  no solo resultou em maior matéria seca total de raiz (Figura 5a) e também maiores teores de Ca foliar (Figura 2) e na raiz (Figura 5b). Observou-se também, uma relação positiva entre o Ca e a matéria seca de raiz (Figura

5c). Este maior crescimento do sistema radical da caramboleira poderá ter reflexos positivos na produção de frutos. No tocante a esta questão, Prado (2003) verificou que caramboleiras, em fase inicial de produção, com concentrações de Ca próximas de  $22 \text{ mmol dm}^{-3}$  no solo tiveram maior produção de frutos. <sup>c</sup>

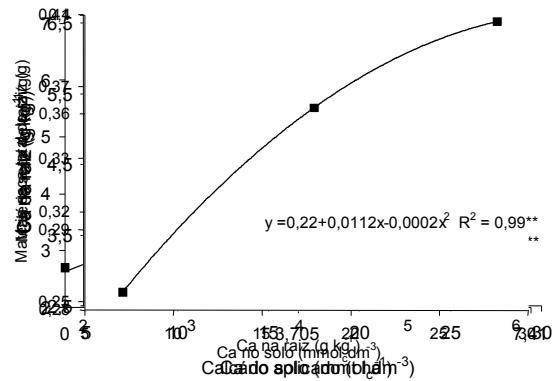


Figura 5. Efeito do cálcio no solo sobre a matéria seca total de raiz na camada de 0-20 cm de profundidade, a 75 cm do tronco (a); relação entre Ca do solo e os teores deste nutriente na raiz da caramboleira (b); relação entre Ca da raiz e a matéria seca de raiz (c) (média de 12 repetições)

Salienta-se que o efeito benéfico do Ca no crescimento radical das plantas também foi relatado em diversas culturas como soja, trigo, milho (RITCHEY et al., 1982) e algodão (ADAMS e MOORE, 1983). Rosolem et al. (1995) verificaram, em soja, incremen-

to do crescimento radical com aumento do nível de Ca, mesmo em solo com concentração deste nutriente de 20 mmol dm<sup>-3</sup> no solo. Para a caramboleira, o valor foi ainda maior (Ca=28 mmol dm<sup>-3</sup>). Ao passo que o crescimento radical da caramboleira, mostrou-se mais responsiva a concentração de Ca no solo, visto que a resposta foi positiva com concentração de Ca na faixa de 7 até 28 mmol dm<sup>-3</sup>. Portanto a presença de Ca na solução do solo em contato com as raízes é essencial para a sobrevivência das mesmas, visto que esse nutriente não se transloca da parte aérea para as porções novas das raízes em crescimento (CAÍRES et al., 2001).

É oportuno ressaltar que em fruteiras como a caramboleira, espera-se que a exigência da planta na fase de formação, como caso em questão, seja maior que na fase de produção, já que nos primeiros anos de produção, ocorre a formação da estrutura da planta, em que o Ca é requerido em maior quantidade, e após a formação da planta, a exigência desta é menor visto que a extração de Ca pelos frutos é relativamente baixa. Dentre os macronutrientes, o Ca é o menos exportado pelos frutos da caramboleira, 0,05 kg por tonelada de fruta fresca (NAKASONE e PAULL, 1998).

## CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado este experimento, pode-se concluir que:

A determinação da concentração de Ca no solo é um indicativo para o diagnóstico do potencial de crescimento radical em caramboleira em fase de formação, especialmente, quando a concentração de Ca no solo for inferior a 28 mmol dm<sup>-3</sup>.

A aplicação de calcário, em pré-plantio, promoveu neutralização da acidez do solo e incremento linearmente na concentração de Ca no solo e na folha da caramboleira.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo auxílio financeiro concedido (Processo 00/00758-0).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, F.; MOORE, B.L. Chemical factors affecting root growth in subsoil horizons of coastal plain soils. **Soil Science Society of American Journal**,

Madison, v.47, p.99-102, 1983.

ADAMS, F.; PEARSON, R.W. Differential response of cotton and peanuts to subsoil acidity. **Agronomy Journal**, Ames, v.62, p.9-12, 1970.

BATAGLIA, O.C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78)

BOHM, W. **Methods of studying root systems**. New York: Springer-Verlag, 1979. 189p.

CAIRES, E.F. et al. Crescimento radical e nutrição da soja cultivada no sistema plantio direto em resposta ao calcário e gesso na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n.4, p.1029-1040, 2001.

DONADIO, L.C. et al. **Caramboleira (*Averrhoa carambola L.*)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. v. 1. 81. p.

FUJIWARA, M. et al. **A técnica de estudo de raízes pelo método do trado**. Campinas, Instituto Agrônomico, 1994. 9p. (Boletim Técnico, 153)

MARTINI, J.A.; MUTTERS, R.G. Soybean root growth and nutrient uptake as affected by lime rates and plant age. I. Al, Mn, P and S. **Turrialba**, San José, v.389, p.1-8, 1989.

MELO, F.A.F. et al. **Fertilidade do solo**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1987. p.265-335.

NAKASONE, H.Y.; PAULL, R.E. **Tropical Fruits. Crop production Science in Horticulture**. New York: Cab International, 1998. 445p.

NATALE, W., COUTINHO, E.L.M., BOARETTO, A.E., PEREIRA, F.M. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 22p.

PAVAN, M. A. Efeito da adubação mineral na distribuição do sistema radical da macieira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.477-480, 1995.

PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T.; PRATT, P.F. Toxicity of aluminium to coffee in Ultisols and Oxisols amended with CaCO<sub>3</sub> and CaSO<sub>4</sub>. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.46, p.1201-1207, 1982.

PRADO, R.M.; NATALE, W. Leaf sampling in carambola trees. **Fruits**, v.52, n.2, 2004.

PRADO, R.M. **Efeitos da calagem no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de frutos da goiabeira e da caramboleira**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2003. 68p. (Tese de Doutorado)

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Eds.) **Análise química para**

- avaliação da fertilidade do solo.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285p.
- RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; COSTA, U.F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savanna oxisols. **Soil Science**, Baltimore, v.133, p.378-382, 1982.
- ROSOLEM, C.A.; BICUDO, S.J.; MARUBAYASHI, O.M. Soybean yield and root growth as affected by lime rate and quality. In: DATE, R.A. et al (Eds.). **Plant soil interactions at low pH: Principles and mangement.** Dordrech: Kluwer, 1995. p.543-547.
- ROSOLEM, C.A.; GIOMMO, G.S.; LAURENTI, R.L.B. Crescimento radical e nutrição de cultivares de algodoeiro em resposta à calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.827-833, 2000.
- ROSOLEM, C.A. et al. Sistema radical e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18,p.491-497,1994.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT procedure guide for personal computers.** 5. ed. Cary, 1996. 1686 p.
- VASCONCELOS, A. C. M. et al. Avaliação do sistema radical da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, n.5, p.849-858, 2003.
- TAYLOR, D.; ARKIN, G.F. Root zone modification fundamentals alternatives. In: TAYLOR, H.M.; ARKIN, G.F. (Eds.). **Modifying the root environment to reduce crop stress.** St. Joseph: ASAE, 1981. p.3-16.
- TENNANT, D. A test of a modifield line intersect method of estimating root lenght. **Journal of Ecology**, London, v.63, p.995-1001, 1975.