

Correção

# Calcário aplicado em SPD pode amenizar acidez, em camadas profundas do solo

Eduardo Fávero Caires \*



RODRIGO ALMEIDA

*Manejo da calagem no sistema de plantio direto (SPD) gera dúvidas porque aplicação de calcário é feita na superfície*

A acidez do solo limita a produção agrícola em consideráveis áreas do mundo. A deficiência de cálcio (Ca) e a toxidez causada por alumínio (Al) e manganês (Mn) são os fatores que mais limitam a produtividade de solos ácidos em regiões tropicais e subtropicais. O sistema de plantio direto (SPD) tem se destacado como uma das estratégias mais eficazes para melhorar a sustentabilidade da agricultura, em regiões tropicais e subtropicais, contribuindo para minimizar perdas de solo e de nutrientes por erosão. No Brasil, esse sistema tem apresentado rápido crescimento em área cultivada, ocupando atualmente cerca de 30 milhões de hectares. Os danos ocasionados pela acidez do solo no desenvolvimento da cultura do milho, sob SPD, podem ser visualizados na Figura 1.

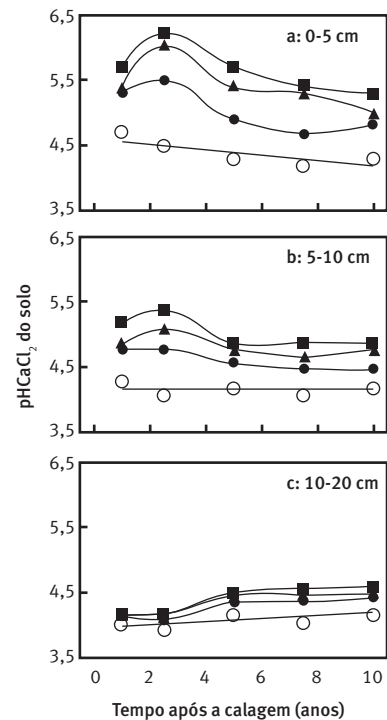
Os problemas da acidez do solo são, normalmente, corrigidos por meio da aplicação de calcário. Muitas dúvidas ainda existem com relação ao manejo da calagem no SPD, porque, neste sistema, a aplicação de calcário é feita na superfície, sem incorporação. Embora a calagem superficial, normalmente, não tenha um efeito rápido na redução da acidez do subsolo, dependendo dos critérios empregados na recomendação, a aplicação superficial de calcário pode, ao longo dos anos, amenizar os efeitos nocivos da acidez em camadas mais profundas do solo. Isso é particularmente importante, porque a acidez nas camadas subsuperficiais, em caso de níveis tóxicos de Al e/ou deficiência de Ca, pode comprometer a penetração de raízes e a nutrição das plantas, deixando as culturas susceptíveis ao estresse hídrico. No Brasil, este assunto adquire grande importância pela ocorrência generalizada de Al<sup>3+</sup> trocável na maioria dos solos.

### CORREÇÃO DA ACIDEZ POR CALAGEM

A aplicação de calcário na superfície, sem incorporação, cria uma frente de correção da acidez do solo em profundidade, proporcional à dose e ao tempo (Figura 2). A amenização da acidez, abaixo da camada de deposição do calcário, somente ocorre quando o pH, na zona de dissolução do calcário, atinge valores da ordem de 5,0 a 5,6. Em estudos que avaliaram camadas mais profundas de solo, abaixo de 20 cm, verificou-se que o calcário aplicado na superfície, em SPD, melhorou as condições de acidez não só em camadas superficiais, como, também, nas do subsolo (Caires et al., 2000; 2008). As alterações no pH e nos teores de Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis do solo, ocorridas com a aplicação superficial de calcário dolomítico, em SPD, na região Centro-Sul do Paraná, são mostradas na Figura 3.

A calagem aumentou o pH e os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, reduzindo o teor de Al<sup>3+</sup> trocável em todo o perfil do solo. Os aumentos no pH e nos teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis e a redução do Al<sup>3+</sup> trocável, nas camadas de 20 a 80 cm, mostram,

FIGURA 2 | EFEITO DO TEMPO APÓS APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NA SUPERFÍCIE, EM SPD\*



\*Calcário aplicado nas doses (○) 0, (●) 2, (▲) 4 e (■) 6 t ha<sup>-1</sup>, sobre o pH CaCl<sub>2</sub>, considerando as profundidades de (a) 0–5 cm, (b) 5–10 cm e (c) 10–20 cm.

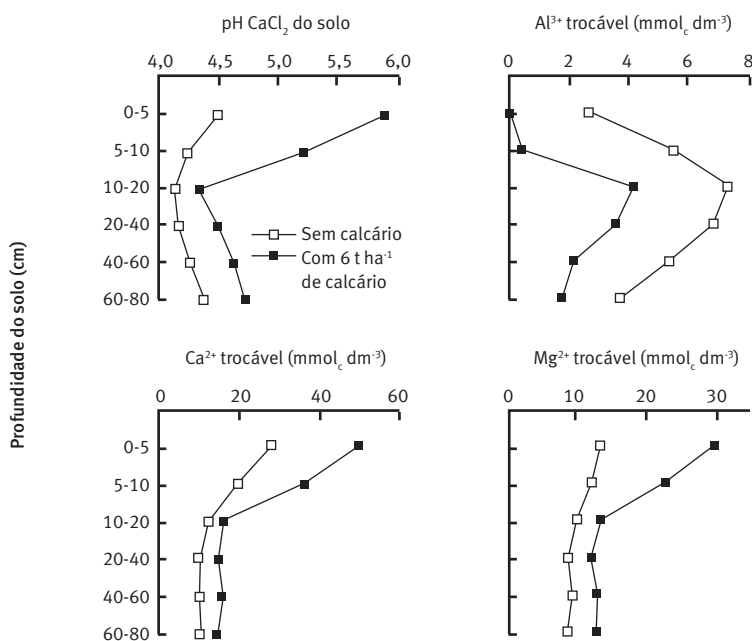
Adaptado de: Caires et al., 2005.

FIGURA 1 | DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE MILHO EM SOLO COM ALTA ACIDEZ, NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO (SPD)



E.F. CAIRES

**FIGURA 3 | ALTERAÇÕES NO pH CaCl<sub>2</sub> E NOS TEORES DE AL<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup> E Mg<sup>2+</sup> TROCÁVEIS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES DE LATOSSOLO VERMELHO (TEXTURA MÉDIA)\***



\*Considerando a calagem na superfície, em sistema de plantio direto (SPD); calcário dolomítico aplicado em 1993; pontos são médias de cinco amostragens de solo, realizadas no período de 1993 a 1998.

Adaptado de: Caires et al., 2000.

claramente, que o calcário aplicado na superfície exerceu efeito positivo na correção da acidez do subsolo. Ao longo do tempo, após a aplicação superficial de calcário em plantio direto, vai ocorrendo melhoria no gradiente de acidez da superfície em direção ao subsolo. A reaplicação superficial de calcário em solo já corrigido com calagem na superfície pode facilitar a movimentação do calcário em direção ao subsolo e proporcionar melhoria ainda mais acentuada na acidez do perfil do solo. Pouca influência da calagem superficial, abaixo de 5 cm, foi observada em até três anos após a aplicação de 3 t ha<sup>-1</sup> de calcário, em parcelas anteriormente sem calagem (Figura 4).

Na camada de 0 a 5 cm, o efeito da aplicação de 3 t ha<sup>-1</sup> de calcário, após três anos, ou da aplicação de 6 t ha<sup>-1</sup> de calcário, após dez anos, foi semelhante. No entanto, após dez anos da aplicação de 6 t ha<sup>-1</sup> de calcário, o pH foi maior e

os níveis de Al<sup>3+</sup> trocável e de saturação por Al<sup>3+</sup> foram mais baixos que o tratamento sem calagem, até a profundidade de 40 ou 60 cm – o que não aconteceu após três anos da aplicação de 3 t ha<sup>-1</sup> de calcário. Quando se realizou a calagem (3 t ha<sup>-1</sup>) sobre as parcelas que já haviam recebido calcário (6 t ha<sup>-1</sup>), a reaplicação do corretivo ocasionou aumento mais acentuado no pH (até a profundidade de 60 cm) do que o tratamento que havia recebido apenas 6 t ha<sup>-1</sup> de calcário, indicando que houve movimentação do calcário reaplicado na superfície para maiores profundidades do solo, quando a acidez na camada mais superficial era mais baixa. A reaplicação superficial do calcário (3 t ha<sup>-1</sup>) sobre as parcelas anteriormente com calagem (6 t ha<sup>-1</sup>) resultou nos mais baixos níveis de Al<sup>3+</sup> trocável ( $\leq 2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e de saturação por Al<sup>3+</sup> ( $\leq 5\%$ ) em todo o perfil do solo (0 a 60 cm).

## ACIDEZ E CRESCIMENTO DE RAÍZES

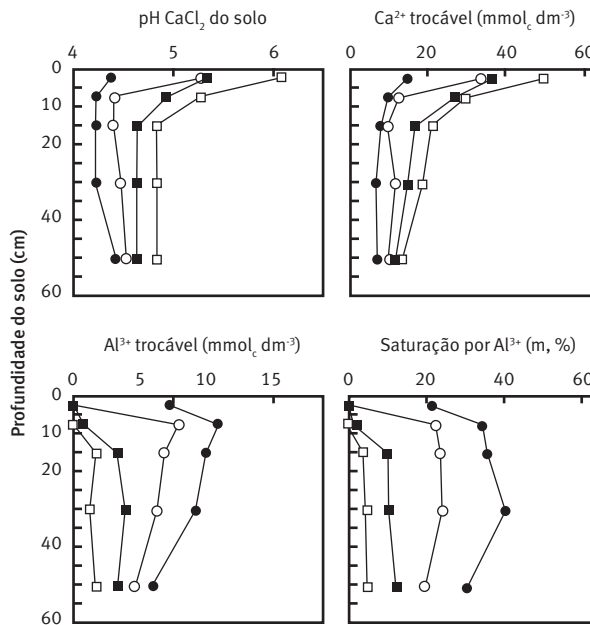
As raízes da maioria das plantas cultivadas não se desenvolvem bem em solos ácidos, devido ao excesso de Al e/ou à deficiência de Ca. Em geral, os efeitos prejudiciais do Al se refletem nas raízes, que se tornam mais lentas em alongar. Devido às interferências do Al no processo de divisão celular, elas paralisam seu crescimento e apresentam alterações morfológicas profundas. A toxicidade de Al para plantas cultivadas no SPD tem sido considerada mais baixa que no sistema convencional de preparo do solo. Tais efeitos têm sido relacionados à presença de menor concentração de espécies tóxicas de Al (Al<sup>3+</sup> e AlOH<sup>2+</sup>) e à maior concentração de Al, complexado com ligantes orgânicos, na solução do solo. A menor atividade do Al na solução do solo, em SPD, tem resultado em implicações importantes na definição de critérios ou índices para tomada de decisão de recomendação de calagem neste sistema. Porém, é preciso certo cuidado com estas informações, porque, em situações desfavoráveis de chuvas ou de umidade do solo, a fitotoxicidade de Al<sup>3+</sup> ocasionada pela acidez do solo no SPD é intensificada e compromete, seriamente, o crescimento radicular de plantas com pouca tolerância ao Al (Caires et al., 2008; Joris et al., 2013).

## CALAGEM NA SUPERFÍCIE, EM SPD

O cálculo da necessidade de calagem com base na análise química do solo e a frequência de aplicação de calcário na superfície, em SPD, são assuntos polêmicos. Estudos recentes e de longo prazo, realizados no estado do Paraná (Caires et al., 2000; 2005; 2006), têm mostrado que o método da elevação da saturação por bases para 70%, em amostra de solo coletada na profundidade de 0 a 20 cm, apresenta estimativa adequada para a recomendação de calcário na superfície em SPD. A dose de calcário calculada por esse método pode ser distribuída sobre a superfície do solo em uma única




FIGURA 4 | VALORES DE pH CaCl<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup> TROCÁVEL, Al<sup>3+</sup> TROCÁVEL E SATURAÇÃO POR Al<sup>3+</sup> NO PERFIL DO SOLO \*



\* Para os tratamentos sem calcário (●), com 3 t ha<sup>-1</sup> de calcário na superfície em 2000 (○), com 6 t ha<sup>-1</sup> de calcário na superfície em 1993 (■) e com 6 t ha<sup>-1</sup> em 1993 + 3 t ha<sup>-1</sup> em 2000 (□), em sistema plantio direto. As amostras de solo foram coletadas em 2003.

Adaptado de: Caïres et al., 2008.

aplicação ou de forma parcelada, durante até três anos. Entretanto, para evitar supercalagem, a aplicação superficial de calcário em SPD deve ser recomendada somente para solo com pH (CaCl<sub>2</sub>) < 5,6 ou saturação por bases < 65%, na camada de 0 a 5 cm. O monitoramento da acidez na camada superficial do solo (0 a 5 cm) auxilia a avaliação da frequência da aplicação de calcário, uma vez que o tempo de duração da calagem é variável em diferentes solos e sistemas de produção. 

**Eduardo Fávero Caïres** é bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq e professor associado do Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) (efcaïres@uepg.br).

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CAIRES E. F.; ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; BARTH, G. Surface application of lime for crop grain production under a no-till system. *Agronomy Journal*, Madison, v. 97, p. 791-798, 2005.

CAIRES, E. F.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. da. Calagem na superfície em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 24, p. 161-169, 2000.

CAIRES, E. F.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J. Lime application in the establishment of a no-till system for grain crop production in Southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 89, p. 3-12, 2006.

CAIRES, E. F.; GARBUIO, F. J.; CHURKA, S.; BARTH, G.; CORRÊA, J. C. L. Effects of soil acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. *European Journal of Agronomy*, v. 28, p. 57-64, 2008.

JORIS, H. A. W.; CAIRES, E. F.; BINI, A. R.; SCHARR, D. A.; HALISKI, A. Effects of soil acidity and water stress on corn and soybean performance under a no-till system. *Plant and Soil*, v. 365, p. 409-424, 2013.