



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

PRODUÇÃO DE GRÃOS PELO MILHO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO AGRÍCOLA EM LATOSSOLO AMARELO DO OESTE PARAENSE

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho⁽¹⁾; Carlos Alberto Costa Veloso⁽¹⁾; Edilson Carvalho Brasil⁽¹⁾; Vinícius Ide Franzini⁽¹⁾; Alysson Roberto Baizi e Silva⁽¹⁾; Arystides Resende Silva⁽¹⁾; Samara da Silva Souza⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Eneas Pinheiro S/N, Caixa Postal, 48, Belém, PA, CEP: 66095-100
veloso@cpatu.embrapa.br; ⁽²⁾ Estudante de Graduação em Agronomia - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Paragominas, Caixa Postal 284, Paragominas, PA, CEP: 68628-451

Resumo – A calagem, por meio de corretivos à base de carbonatos, é prática cultural essencial, independente do sistema de cultivo, para a neutralização e correção da acidez dos solos em regiões de clima tropical, onde, observam-se baixos valores de pH e bases trocáveis, e teores elevados de H+Al. Entretanto, o calcário apresenta baixa solubilidade em água e baixa reatividade, exigindo incorporação para o máximo contato com os colóides do solo.

No sistema de plantio direto praticamente não há revolvimento do solo e o conseqüente acúmulo de resíduos vegetais e fertilizantes na superfície aceleram o processo de acidificação, contínuo e acentuado que ocorre naturalmente em solo de regiões úmidas, existindo a necessidade de aplicação de insumos em superfície, especialmente, materiais corretivos de acidez. Dentro deste enfoque, o trabalho foi desenvolvido em um Latossolo Vermelho distrófico de Belterra-PA, no ano agrícola 2009/2010, com o objetivo de avaliar o efeito residual da aplicação superficial de corretivos na cultura do milho na microrregião do oeste paraense. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos num esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas foram constituídas por cinco níveis de calcário (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg ha⁻¹) e as subparcelas por três níveis de gesso agrícola (0; 500 e 1000 kg ha⁻¹). A distribuição do calcário e do gesso foi aplicado à lanço, sendo metade de cada dose antes da aração e metade antes da gradagem, procurando-se uma incorporação a pelo menos 30 cm.

Foram avaliados os componentes da produção e a produtividade. A calagem e a gessagem aumentaram a produtividade de grãos, e a associação de gesso com calcário nas maiores doses proporcionou maior produtividade de grãos.

Palavras-Chave: Zea mays, calagem, gessagem.

INTRODUÇÃO

O oeste do Pará, onde se localiza o município de Santarém, é uma importante região produtora de grãos, na qual a soja ocupa a maior área plantada, o arroz, a segunda maior, e o milho, uma pequena parcela (~ 2%) da área total de cultivo.

Apesar da pequena expressão do milho na agricultura da região, a expectativa é de que a cultura experimente uma fase de franca expansão nos próximos anos, ancorada principalmente no crescimento da sojicultura.

A melhoria do porto de Santarém e a pavimentação da rodovia BR 163, obras conduzidas com o objetivo principal de escoar para o exterior a soja de Mato Grosso, irão facilitar também a exportação da soja produzida no oeste paraense, razão central para se acreditar na expansão da sojicultura na região.

Em fronteiras agrícolas, a ampliação da área de soja geralmente promove o aumento da área cultivada com milho, devido aos benefícios gerados pelo cereal em rotação ou sucessão com a oleaginosa, que vão desde a quebra de ciclos de pragas e doenças até a otimização da estrutura produtiva da propriedade rural.

A calagem, por meio de corretivos à base de carbonatos, é prática cultural essencial, independente do sistema de cultivo, para a neutralização e correção da acidez dos solos em regiões de clima tropical, onde, observam-se baixos valores de pH e bases trocáveis, e teores elevados de H+Al. Entretanto, o calcário apresenta baixa solubilidade em água e baixa reatividade, exigindo incorporação para o máximo contato com os colóides do solo.

No sistema plantio direto, a correção da acidez do solo é feita por meio da aplicação de calcário na superfície, sem incorporação. Como a reação do calcário é, geralmente, limitada ao local de sua aplicação, a acidez em camadas subsuperficiais, no caso de níveis tóxicos de alumínio (Al) e/ou deficiência de cálcio (Ca), pode comprometer a penetração de raízes e a nutrição das plantas, deixando as culturas susceptíveis ao estresse hídrico.

O gesso agrícola, um subproduto da indústria de ácido fosfórico que contém principalmente sulfato de cálcio e pequenas concentrações de fósforo (P) e flúor (F), é largamente disponível em muitas partes do mundo. A eficiência do gesso na melhoria dos efeitos da acidez no subsolo tem sido demonstrada na literatura (Oates & Caldwell, 1985; Carvalho & Raij, 1997). A aplicação de gesso na superfície seguida por lixiviação para subsolos ácidos resulta em melhor desenvolvimento radicular e maior absorção de água e nutrientes pelas raízes das plantas, em decorrência do aumento da concentração de Ca, da formação de espécies menos tóxicas de Al(AlSO₄⁺)

e da precipitação de Al^{3+} . Os benefícios do uso de gesso para a produção de milho têm sido demonstrados em vários trabalhos (Raij et al., 1998; Bataglia & Kondo; Farina et al., 2000; Caires et al., 2004) por causa do maior crescimento de raízes em profundidade ocasionado pela melhoria das condições químicas do subsolo. Em outros estudos observou-se efeito favorável do gesso na absorção de N pelas culturas de milho (Sousa & Ritchey, Quando o milho é cultivado em um sistema de produção que tem a soja como cultura principal, muita atenção precisa ser dada ao suprimento de potássio para a gramínea, porque essa leguminosa é uma planta que exporta quantidade considerável do nutriente (Coelho, 2008).

A calagem ou calagem e gessagem (interesse desta pesquisa) são importantes para o desenvolvimento das culturas, pois repõem as necessidades nutricionais de Ca, Mg e S, melhorando a disponibilidade destes nutrientes não só na camada superficial, bem como na camada subsuperficial do solo o que facilita o crescimento radicular (no caso da gessagem). Já a calagem, tem a finalidade de corrigir a acidez do solo e aumentar a disponibilidade de Ca e Mg para as plantas, atuando nas camadas superficiais do solo. No entanto, existem poucas referências a sobre os efeitos desses corretivos para milho na microrregião do oeste do Pará, pelo que, necessita-se de estudos que mostrem as quantidades a serem recomendadas, para determinada cultivar e conseqüentemente para aumento do rendimento desta cultura.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de doses de calcário dolomítico e gesso agrícola em alguns atributos químicos em profundidade no solo e na produtividade de grãos do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental, no município de Belterra, próximo à Santarém, Estado do Pará. O solo do local foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico textura muito argilosa, segundo critérios da Embrapa (1999). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade, que depois foram submetidas a análises químicas e de textura, conforme Embrapa (1997). A análise química revelou: pH (H_2O) 4,9; MO = 31 g kg^{-1} ; P = 6 mg dm^{-3} (Mehlich 1); K = 0,14 $cmol_c dm^{-3}$; Ca = 1,6 $cmol_c dm^{-3}$; Mg = 0,8 $cmol_c dm^{-3}$; Al = 0,6 $cmol_c dm^{-3}$; H + Al = 7,2 $cmol_c dm^{-3}$; SB = 2,54 $cmol dm^{-3}$; V = 26,08% e CTC = 9,74 $cmol_c dm^{-3}$. A análise textural mostrou 27 g kg^{-1} de areia grossa, 12 g kg^{-1} de areia fina, 261 g kg^{-1} de silte e 700 g kg^{-1} de argila.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos num esquema de parcelas subdivididas, com três repetições onde, nas parcelas foram constituídas de 5 doses de calcário dolomítico baseados na elevação da saturação de bases (0; 1.000; 2.000; 3.000 e 4.000 $kg ha^{-1}$).

corrigidas para PRNT de 100%. A aplicação foi à lanço e nas subparcelas, 3 doses de gesso agrícola (0; 500 e 1.000 $kg ha^{-1}$) com 15% de S e 26% de CaO. A distribuição do calcário e do gesso foi aplicado à lanço, sendo metade de cada dose antes da aração e metade antes da gradagem, procurando-se uma incorporação a pelo menos 30 cm.

O preparo do solo consistiu em uma aração com grade aradora e duas gradagens com grade niveladora, sendo ambas as operações realizadas em sentidos transversais.

O corretivo foi distribuído em área total, metade da dose aplicada antes da aração e a outra metade após a aração e antes da gradagem. Procurou-se incorporar o insumo na camada de 0-20 cm de profundidade.

A parcela experimental tinha 5,6 × 8,0 m, com oito linhas de milho, espaçadas em 0,7 m, tendo cinco plantas por metro linear. As sementes de milho híbrido (*Zea mays* L. cv. BRS 1030) foram semeadas em janeiro de 2010.

Todas as parcelas receberam o equivalente a 90 $kg ha^{-1}$ de N; 90 $kg ha^{-1}$ de P_2O_5 e 100 $kg ha^{-1}$ de K_2O , usando como fontes a uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. O fertilizante fosfatado foi aplicado no sulco de semeadura. Os fertilizantes nitrogenado e potássico foram parcelados em duas aplicações, uma na semeadura (30 $kg ha^{-1}$ de N e 30 $kg ha^{-1}$ de K_2O), ao lado do sulco, e outra em cobertura (60 $kg ha^{-1}$ de N e 70 $kg ha^{-1}$ de K_2O), aos 35 dias após a semeadura.

A colheita foi efetuada manual aos 120 dias após o plantio. A produção de grãos foi avaliada após a maturação fisiológica em área útil de 22,4 m^2 e a massa de grãos foi corrigida para 13% de umidade.

Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aplicações de calcário e gesso aumentaram conjuntamente a produtividade de grãos de milho (Figura 1). Aumentos de produtividade de milho em resposta à calagem e à gessagem também foram verificados por Raij et al. (1998).

Pelos modelos ajustados aos dados, as produtividades máximas estimadas 6.139, 6.026 e 6.186 $t ha^{-1}$ foram obtidas com as respectivas combinações de calcário e gesso de 2,1 e 0, 1,4 e 500 e 1,3 $t ha^{-1}$ e 1.000 $kg ha^{-1}$.

Nota-se nessas combinações que a aplicação de gesso tornou menor a necessidade de calcário para alcance de produtividades máximas próximas. Porém, essa menor necessidade não deve ser interpretada como uma oportunidade para substituição de um insumo pelo outro mas, sim, como uma diminuição do efeito do calcário e aumento do efeito do gesso.

É provável que esse efeito aditivo do gesso tenha ocorrido devido à presença de enxofre em sua composição. Embora não tenha sido feita análise de $S-SO_4^{2-}$, acredita-se que o solo tinha baixo teor de enxofre antes da instalação do experimento. Os problemas com deficiência de enxofre relatados na região e o uso de fórmulas concentradas em NPK, que têm baixo teor de enxofre, em cultivos anteriores na área experimental reforçam essa possibilidade.

Outra observação que torna factível a resposta ao

enxofre é o aumento da produtividade com aplicação de gesso na ausência da calagem. Considerando os valores estimados pelas equações de regressão apresentadas na Figura 1, em relação ao tratamento sem gessagem, a produtividade aumentou em 633 e 1.051 kg ha⁻¹ com a aplicação de 500 e 1.000 kg ha⁻¹ de gesso, respectivamente. As quantidades de enxofre adicionadas por essas duas doses de gesso foram de 75 e 150 kg ha⁻¹, respectivamente. Miranda e Miranda (2008) constataram aumento de produtividade do milho em função da aplicação de até 45 kg ha⁻¹ de enxofre no sulco de semeadura, que foi a máxima dose testada. A possível resposta a doses maiores de enxofre neste experimento pode estar associada à distribuição a longo do gesso.

Os possíveis efeitos do gesso na melhoria do ambiente radicular em subsuperfície e, conseqüentemente, no aumento da produtividade do milho podem ter sido minimizados neste estudo. Os benefícios do gesso nas culturas são mais pronunciados em regiões onde é comum a ocorrência de déficit hídrico (Sousa et al., 2005). Os registros de precipitação durante o período experimental (dados não apresentados) indicam que não houve escassez de chuva e, portanto, a cultura não sofreu com déficit hídrico. Por essa razão, acredita-se que o efeito indireto do gesso no aumento da tolerância da planta a veranico não tenha sido evidente neste trabalho.

CONCLUSÕES

1. A aplicação de calcário e gesso aumenta a produtividade do milho no oeste paraense.

REFERÊNCIAS

- BATAGLIA, O.C. & KONDO, J.I. Efeitos do calcário e do gesso nas características químicas do solo e na cultura do algodão. *Bragantia*, 56:389-401,1997.
- CAIRES, E.F.; KUSMAN, M.T.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J. & PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. *Bras. Ci. Solo*, 28:125-136, 2004.
- CARVALHO, M.C.S. & RAIJ, B. van. Calcium sulphate, phosphogypsum and calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth. *Plant Soil*, 192:37-48, 1997.
- CRAVO, M.S.; SILVEIRA FILHO, A.; RODRIGUES, J.E.L.; VELOSO, C.A.C. Milho. In: CRAVO, M.S.; VIÉGAS, I.J.M.; BRASIL, E.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p.153-155.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212p.
- FARINA, M.P.W.; CHANNON, P. & THIBAUD, G.R. A comparison of strategies for ameliorating subsoil acidity: I. Long-term growth effects. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64:646-651, 2000.
- MIRANDA, L.N.; MIRANDA, J.C.C. Adubação de enxofre para a cultura do milho sob plantio convencional e plantio direto em solo de cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 4p. (Comunicado Técnico, 143)
- OATES, K.M. & CALDWELL, A.G. Use of by product gypsum to alleviate soil acidity. *Soil Sci.Soc. Am. J.*, 49:915-918, 1985.
- RAIJ, B. van; FURLANI, P.R.; GUAGGIO, J.A. & PETTINELLI JÚNIOR, A. Gesso na produção de cultivares de milho com tolerância diferencial a alumínio em três níveis de calagem. *R. Bras. Ci.Solo*, 22:101-108, 1998.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T.A. Uso de gesso agrícola nos solos do cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. 19p. (Circular Técnica, 32)
- SOUSA, D.M.G. & RITCHEY, K.D. Uso de gesso no solo de cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., Brasília, 1986. Anais. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1986. p.119-144.
- VELOSO, C.A.C.; BOTELHO, S.M.; RODRIGUES, J.E.L.F. Correção da acidez do solo. In: CRAVO, M.S.; VIÉGAS, I.J.M.; BRASIL, E.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p.93-103.

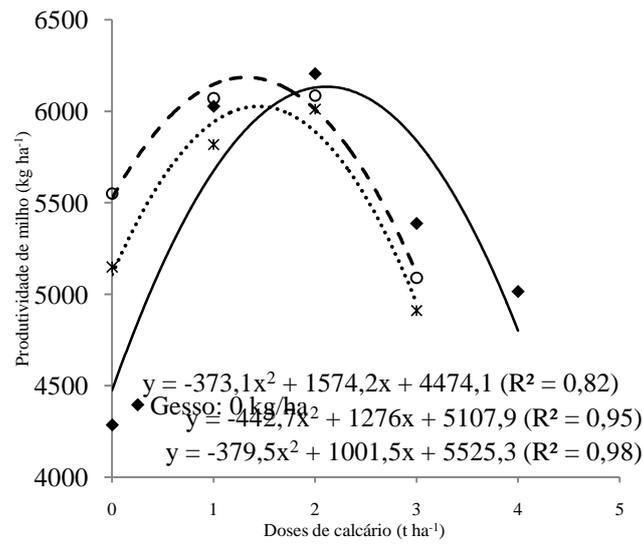


Figura 1. Produtividade de milho em função de doses de calcário e gesso, região do Oeste Paraense.