

Anais

III CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM

Editores

Adilson Luis Bamberg

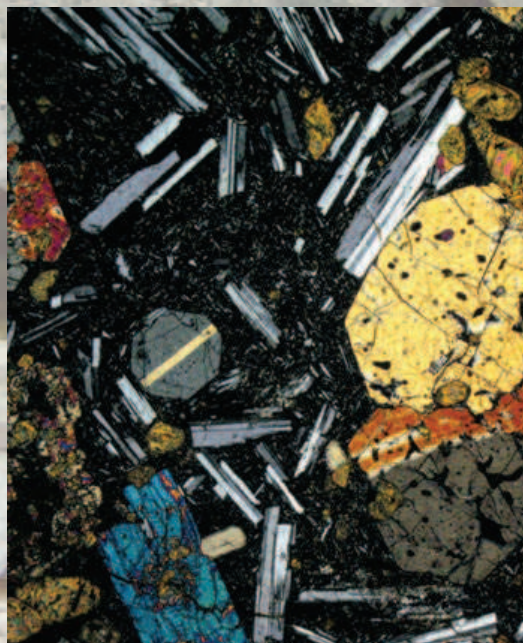
Carlos Augusto Posser Silveira

Éder de Souza Martins

Magda Bergmann

Rosane Martinazzo

Suzi Huff Theodoro



EFEITO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E SUBPRODUTO DA EXPLORAÇÃO DE CALCÁRIO SOBRE O pH, Ca E Mg DO SOLO E NA PRODUÇÃO DE MASSA SECA DO MILHO

Marlon Rodrigues¹; Carlos Augusto Posser Silveira²; Ledemar Carlos Vahl³

¹ Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água (PPG MACSA) pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel) - marlonr.faem@ufpel.edu.br; ² Pesquisador, Doutor, Embrapa Clima Temperado; ³ Professor, Doutor, Departamento de solos, FAEM/UFPel

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de um calcário e de um subproduto da exploração de calcário sobre o pH do solo, no fornecimento de Ca e Mg e na produção de massa seca do milho. O estudo foi conduzido em casa de vegetação e utilizou-se um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico. As doses utilizadas de calcário e de subproduto foram equivalente a 0; 0,5; 1; 2 e 4 vezes a dose do calcário recomendada pela CQFS-RS/SC, com base no pH SMP, para correção do solo até pH 6. O experimento foi implantado em vasos contendo 3,5 kg de solo seco mantidos a uma umidade próxima da capacidade de campo. Inicialmente foi realizada a determinação semanal do pH do solo até a sua estabilização. Após um período de 4 meses de incubação foi realizada a determinação dos teores disponíveis de Ca e Mg do solo juntamente com a aplicação de fertilizante NPK e semeadura do milho. As plantas foram colhidas no estágio V7 e tiveram sua massa seca da parte aérea (MSPA) avaliada. A aplicação do calcário e do subproduto elevaram o pH do solo. Os teores de Ca e Mg aumentaram com a aplicação do calcário e do subproduto. A elevação do pH e a disponibilização de Ca e Mg pelas fontes proporcionaram maior produção de MSPA.

Palavras-chave: calcário, subproduto, milho

INTRODUÇÃO

A maioria dos solos do Brasil são ácidos. Grande parte dos nutrientes (K, Ca, Mg, N, S, B e P) estão menos disponíveis em valores baixos de pH. A calagem é uma prática que corrige a acidez do solo e colabora para que o sistema radicular das culturas explore maior volume de solo, de maneira que a planta absorva água e nutrientes para seu crescimento e desenvolvimento. Dessa forma, é efetuada a aplicação de substâncias capazes de neutralizar prótons da solução do solo. Os materiais empregados como corretivo de acidez são basicamente os carbonatos, óxidos, hidróxidos e silicatos (Alcarde, 1992).

A mineração é uma exploração de recurso natural que pode causar impactos ambientais tanto na área minerada, como também nas áreas próximas. Normalmente os subprodutos do processo de mineração do calcário são pouco explorados na agricultura e muitas vezes descartados em aterros ou depositados no meio ambiente, sem qualquer processo de tratamento (Machado et al., 2014). Segundo o IPEA (2012) 263 milhões de toneladas de subprodutos de mineração de calcário serão produzidas de 2016 até 2030. Nesse sentido, promover um

destino adequado aos subprodutos de mineração é fundamental para um ganho econômico e ambiental.

A aplicação de materiais secundários ao solo caracteriza-se pelos diversos efeitos benéficos proporcionados. Minerais provenientes de rochas contêm a maior parte dos nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas. De forma geral, dentre os nutrientes fornecidos pelas rochas estão: potássio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre, além de alguns micronutrientes, elementos benéficos às plantas, como silício e elementos-traços (Melo et al., 2009).

O desenvolvimento e produtividade das culturas agrícolas em solos ácidos e dessaturados por bases pode ser limitado em virtude da deficiência de elementos como Ca e Mg, que são macronutrientes secundários absorvidos pelas plantas como cátions divalentes (Ca^{2+} e Mg^{2+}). O primeiro estimula o desenvolvimento das raízes e das folhas, forma compostos que fazem parte da parede celular, reforçando a estrutura das plantas. Já o magnésio é um mineral constituinte da clorofila e conseqüentemente está envolvido ativamente na fotossíntese. Ambos podem ser fornecidos ao solo com a aplicação do calcário e materiais que contenham Ca e Mg em sua composição, como os subprodutos da mineração denominados materiais secundários.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de um calcário e um subproduto da exploração de calcário sobre o pH do solo, no fornecimento de Ca e Mg e na produção de massa seca do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento em casa de vegetação do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no Campus Capão do Leão-RS. O solo, procedente da camada arável (0-20 cm) foi coletado no Centro Agropecuário da Palma – CAP/UFPel, e classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico.

As fontes utilizadas foram um calcário dolomítico e um subproduto encontrado na forma de ritimito calcário/folhelho pirobetuminoso, ambos oriundos de uma mineração de calcário. A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH em água (1:1) = 5,1; pH SMP = 6,3; Ca = 1,1 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; Mg = 1,0 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Os teores de CaO e MgO do calcário foram 25,8% e 18,4% respectivamente, proporcionando um PN de 92%. Já os teores de CaO e MgO do subproduto foram 13,8% e 12,3% respectivamente, proporcionando um PN de 55%. O tamanho de partículas foi 100% < 0,3 mm, o que confere uma reatividade teórica de 100% e PRNT de 92% para o calcário e 55% para o subproduto. As diferentes dosagens utilizadas foram baseadas na dose recomendada pela CQFS (2004), com base no pH SMP do solo e PRNT do calcário para correção do solo até pH 6. O delineamento experimental foi blocos casualizados com 3 repetições. As doses utilizadas de calcário e de subproduto foram: 0; 0,489; 0,978; 1,956 e 3,912 g por kg de solo. Estas doses equivalem a 0; 0,5; 1; 2 e 4 vezes a dose do calcário recomendada para correção do solo até pH 6.

O experimento foi implantado em vasos contendo 3,5 kg de solo (massa seca). O controle de umidade do solo no período experimental visou manter valores próximos à capacidade de campo. Inicialmente foi realizada a determinação semanal do pH do solo até a sua estabilização, que ocorreu aos 28 dias. O período de incubação do solo com o calcário e com o subproduto foi de 4 meses. Após a incubação foi realizada a análise de Ca e Mg do solo seguindo

metodologia desenvolvida por Tedesco et al. (1995). Paralelamente foi realizada a aplicação de fertilizantes NPK e semeadura da cultivar de milho SHS 4080. A fonte nitrogenada foi a ureia na dose de 20 mg de N por kg de solo na semeadura e o restante (80 mg) dividido de forma igual nos estádios V3 e V5, totalizando assim 100 mg de N por kg de solo. Para a correção de P foi utilizado super fosfato triplo na dose de 100 mg de P por kg de solo na semeadura. Já para a correção de K foi utilizado KCl na dose de 100 mg de K por kg de solo na semeadura. Quando a planta atingiu o estágio V2 foi realizado o raleio, deixando 4 plantas por vaso. A colheita do milho foi realizada no estágio V7, 30 dias após a semeadura.

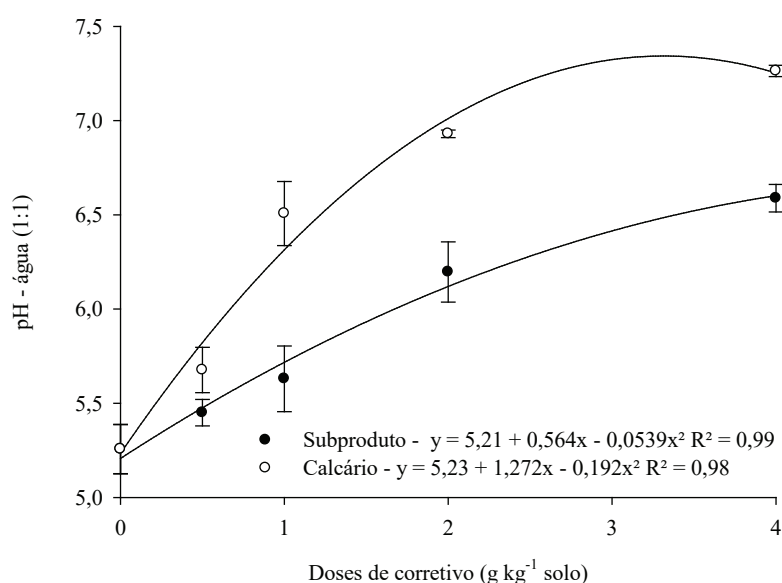
Ao término do experimento foi avaliada a massa seca da parte aérea do milho. Os resultados foram submetidos ao teste de regressão até 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH do solo (água - 1:1) aumentou com as doses do calcário e do subproduto, sendo os maiores valores encontrados no calcário e nas maiores doses (**Figura 1**). Os maiores teores de CaO e MgO do calcário, contribuíram para um maior PN e consequente aumento do pH. Já o menor PN do subproduto fez com que as doses necessárias para elevar o pH do solo fossem maiores que as do calcário. Para o solo atingir pH 6, valor recomendado para o milho, foram necessárias aproximadamente 2 g do subproduto por kg de solo, diferentemente do calcário, que exigiu entre 0,5 e 1 g por kg de solo. A aplicação tanto do calcário, como do subproduto geram íons OH^- e HCO_3^- que reagem com os H^+ presentes no solo liberando água e gás carbônico, aumentando assim o pH.

A acidez do solo é um dos fatores que mais restringem a produtividade de diversas culturas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Os solos ácidos apresentam problemas de deficiência e/ou toxidez nutricional, baixa capacidade de retenção de água e baixa atividade dos micro-organismos. Para incorporação desses solos ao processo produtivo é imprescindível o uso adequado de materiais com potencial de elevação do pH (Fageria, 2001).

Figura 1 – Variação do pH em água aos 28 dias de incubação em função das doses de calcário e subproduto aplicadas.

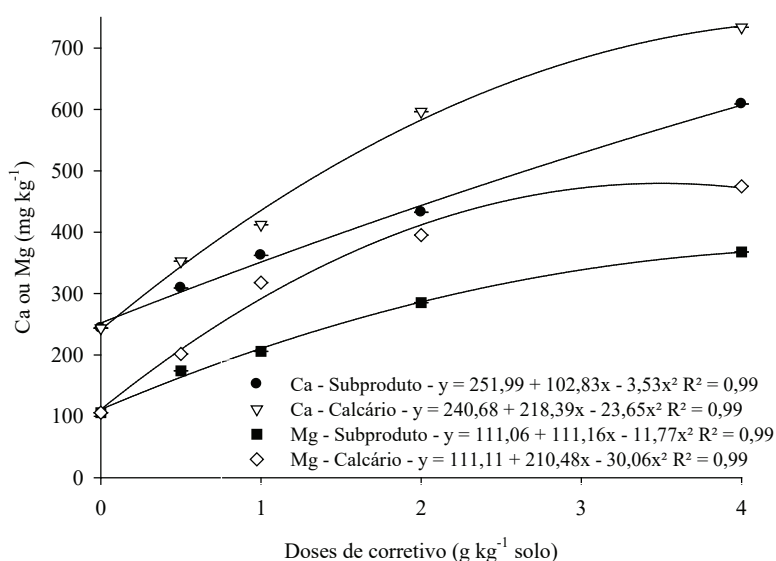


A aplicação do calcário e do subproduto, além de corrigir o pH do solo, elevaram os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis no solo (**Figura 2**). Os maiores teores de CaO em comparação ao MgO, tanto no calcário, como no subproduto, resultaram em maior incremento nos teores de Ca no solo em ambos materiais.

Segundo a CQFS (2004), solos que apresentam teores de Ca entre 420 e 800 mg kg^{-1} e Mg entre 72 e 120 mg kg^{-1} são considerados satisfatórios. Para os teores de Ca, a aplicação do calcário nas doses próximas ou maiores que 1 g kg^{-1} de solo atingiram valores considerados satisfatórios. Já com a aplicação do subproduto, em virtude dos menores teores de Ca, os valores considerados satisfatórios foram encontrados em doses iguais ou maiores que 2 g kg^{-1} de solo. Diante disso, observa-se que para elevar os teores de Ca para níveis satisfatórios, há necessidade de utilizar maiores doses de calcário e subproduto do que para atingir o pH considerado satisfatório para o milho (pH 6) – (**Figura 1**). Já para o Mg, os valores foram considerados satisfatórios em todas as doses.

Tanto o Ca como o Mg, são considerados macronutrientes secundários essenciais para as plantas. Seu fornecimento normalmente é realizado por meio da aplicação de calcário, que pode ser calcítico, magnesiano ou dolomítico quando apresenta menos de 5% de MgO, de 5-12% de MgO e acima de 12% de MgO, respectivamente.

Figura 2 – Teores de Ca e Mg no solo submetidos a aplicação de calcário e subproduto.

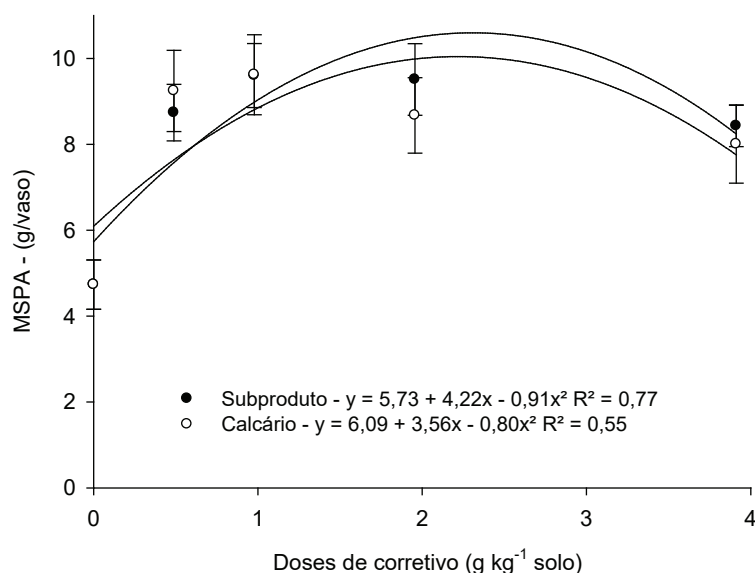


Nota-se (**Figura 3**) aumento na massa seca da parte aérea (MSPA) com a aplicação do calcário e do subproduto. As doses 0,5 e 1 g de calcário por kg de solo e 1 e 2 g de subproduto por kg de solo proporcionaram as maiores produções de MSPA. O pH do solo (**Figura 1**) nas doses anteriormente citadas encontrava-se entre 5,5 e 6,5, faixa considerada aceitável para o milho expressar um bom potencial de produtividade.

A correção da acidez do solo traz vários benefícios, tais como: fornecimento de Ca e Mg como nutrientes; diminuição dos efeitos tóxicos do Al, Mn e Fe; diminuição da “fixação” de P; aumento da disponibilidade do N, P, K, Ca, Mg, S e Mo no solo; aumento da eficiência dos fertilizantes; aumento da atividade microbiana e a liberação de nutrientes, tais como N, P, S e B, pela decomposição da matéria orgânica. Os resultados dos efeitos anteriormente citados podem ter colaborado para os maiores valores de MSPA. Observa-se ainda que a MSPA mes-

mo em doses acima do recomendado (2 e 4 g de calcário por kg de solo), foram maiores que a dose 0. Silva et al. (2005) estudando uma super calagem no milho, chegaram à conclusão que a calagem excessiva, mesmo não sendo recomendada, é menos prejudicial às plantas do que não fazê-la. Oliveira et al. (1997) mostraram efeito positivo da aplicação de calcário na produção de milho em um Latossolo Vermelho Escuro, cuja produtividade máxima foi obtida com a aplicação 6,6 Mg ha⁻¹ de calcário.

Figura 3 – Produção de massa seca da parte aérea (MSPA) em função das doses de calcário e subproduto aplicadas.



CONCLUSÕES

A aplicação do calcário e do subproduto elevam o pH do solo, sendo o primeiro mais eficiente no aumento.

Os teores de Ca e Mg aumentam com a aplicação do calcário e do subproduto, sendo o primeiro mais eficiente no aumento.

A elevação do pH e a disponibilização de Ca e Mg pelas fontes proporcionam maior produção de MSPA.

AGRADECIMENTOS

A FAPEG pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez dos solos**: Características e interpretações técnicas. 2 ed. São Paulo, ANDA, 1992. 26p. (Boletim Técnico, 6)

CQFS - Comissão de química e fertilidade do solo - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400 p.

FAGERIA, N. K. **Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 36, n. 11, p. 1419- 1424, nov. 2001

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Caderno de Diagnóstico: **Resíduos Sólidos da Atividade de mineração.** IPEA, Brasília, 41p. 2012.

MACHADO, A.F; LUCENA, G.N.; CARNEIRO, J.S.S.; NEGREIROS NETO, J.V.; SANTOS, A.C.; SILVA, R.R. **Aproveitamento de rejeito de mineração na blendagem de calcário comercial para correção do solo.** Amazon Soil – I Encontro de Ciência do Solo da Amazônia Oriental, 2014, p. 17-27.

MELO, V. F.; CASTILHOS, R. M. V.; PINTO, L. F. S. Reserva mineral do solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Ed.). **Química e mineralogia do solo: conceitos básicos.** Viçosa, MG: SBCS, 2009. v. 1, p. 251-332.

OLIVEIRA, E. L. de; PARRA, M. S.; COSTA, A. Resposta da cultura do milho, em um Latossolo VermelhoEscuro álico, à calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 65-70, 1997.

SILVA, P. A.; RIGATO, L. I.; JALES, L de. L.; POLESSA, M. F.; SATHER, M.; BERGER NETO, R.; PASSOS, J. L.; SOUZA, C. M de; SANTOS, J. N. B dos; AMARAL, J. A. T do. **Estudo Mineral de uma super calagem no milho.** CCA-UFES/Fitotecnia. Alto universitário, Alegre, ES. 2005.

TEDESCO M. J.; GIANELLO C.; BISSANI C. A.; BOHNEN H.; VOLKWEISS S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2a ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1995. (Boletim técnico, 5).