ADEQUAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO USO DE CORRETIVOS DE ACIDEZ DO SOLO PARA PHASEOLUS VULGARIS EM ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO

João Víctor Pinho Nunes (PIBIC/CNPq-FA/UEM), Antonio Nolla (Orientador). E-mail: anolla@uem.br.
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus Regional de Umuarama, Umuarama, PR.

Área e subárea do conhecimento: Ciências Agrárias / Agronomia.

Palavras-chave: acidez do solo; calagem; silicatagem.

RESUMO

O feijoeiro comum é uma cultura de importância alimentar e apresenta elevada sensibilidade às condições de acidez do solo, especialmente em ambientes com baixa saturação por bases e presença de alumínio trocável. O presente trabalho teve como objetivo avaliar eficiência de doses de calcário dolomítico e escória siderúrgica na correção da acidez e no desenvolvimento de Phaseolus vulgaris cultivado em Argissolo Vermelho Distrófico Típico. O experimento foi conduzido a campo no Campus Regional de Umuarama da Universidade Estadual de Maringá, em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 × 4, com quatro repetições. Foram avaliados calcário dolomítico, com doses de 0; 0,75; 1,50 e 3,00 t ha^{-1}, e silicato, com doses de 0; 0,85; 1,70 e 3,40 t ha^{-1}. Na parte aérea, foram avaliadas altura, diâmetro do caule, massa fresca e massa seca. No solo, foram determinados pH em água, pH em $CaCl_2$, pH SMP, alumínio, fósforo e potássio. Aplicação dos corretivos favoreceu o crescimento do feijoeiro, principalmente nas doses intermediárias, com maior resposta do silicato para a produção de biomassa. O pH do solo aumentou e os teores de alumínio diminuíram com o aumento das doses dos dois materiais. Os resultados indicam que a escória siderúrgica apresentou comportamento semelhante ao calcário e potencial para utilização como corretivo alternativo, desde que suas características e doses sejam previamente avaliadas.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro possui grande importância para a alimentação e para a agricultura brasileira. Entretanto, a produtividade da cultura pode ser limitada por condições químicas desfavoráveis do solo, principalmente pela acidez, baixa saturação por bases e presença de alumínio em formas potencialmente tóxicas. A correção da acidez é uma das principais práticas de manejo da fertilidade, pois promove a neutralização da acidez, elevação do pH e aumento da participação de bases como cálcio e magnésio no complexo de troca (PAULETTI; MOTTA, 2019).

Em solos ácidos, a presença de Al^{3+} pode restringir o desenvolvimento radicular e prejudicar a absorção de água e nutrientes. Análises recentes mostram que a calagem tende a elevar o pH, reduzir limitações associadas à acidez e aumentar a produtividade de diferentes culturas, embora a resposta dependa do tipo de solo, da cultura e da dose empregada (ENESI et al., 2023; ZHANG et al., 2023). Por isso, a definição de doses adequadas é importante para evitar tanto a subcorreção, que

mantém limitações químicas, quanto a aplicação excessiva, que pode apresentar baixo retorno agronômico.

Além do calcário, materiais silicatados podem atuar na correção da acidez e fornecer cálcio e silício. A utilização de escórias siderúrgicas como corretivos apresenta interesse agronômico e ambiental, desde que o material apresente características adequadas para uso agrícola. Barbosa Filho et al. (2001) demonstraram que a aplicação de silicato de cálcio pode elevar o pH e os teores de cálcio e magnésio do solo, além de aumentar a disponibilidade de silício. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar diferentes doses de calcário dolomítico e escória siderúrgica sobre o desenvolvimento do feijoeiro e sobre atributos químicos de um Argissolo Vermelho Distrófico Típico.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no Campus Fazenda da Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama, Paraná (23°47'21,42" S; 53°15'31,04" W), em uma área de 768 m² (48 × 16 m). O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico, com aproximadamente 20% de argila. As parcelas apresentaram 24 m² (6 × 4 m).

Os tratamentos foram constituídos por dois corretivos e quatro doses. Para o calcário dolomítico, com PRNT de 84,5%, foram utilizadas doses de 0; 0,75; 1,50 e 3,00 t ha^{-1}. Para a escória siderúrgica, com PRNT de 72,0%, foram utilizadas doses de 0; 0,85; 1,70 e 3,40 t ha^{-1}. As doses foram estabelecidas visando à elevação da saturação por bases, conforme recomendações para o Estado do Paraná (PAULETTI; MOTTA, 2019). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 × 4, com quatro repetições, totalizando 32 parcelas.

O feijão foi semeado em 22 de dezembro de 2025, utilizando espaçamento de 0,45 m entre linhas e 12 plantas por metro, na profundidade de aproximadamente 3 cm, buscando população de 260 mil plantas ha^{-1}. A adubação foi realizada conforme a recomendação descrita no projeto, com 500 kg ha^{-1} de superfosfato simples, 75 kg ha^{-1} de ureia na semeadura, 150 kg ha^{-1} de ureia em cobertura no estádio V4 e 100 kg ha^{-1} de KCl em cobertura.

Ao final do ciclo, foram coletadas plantas das parcelas para avaliação da altura, diâmetro do caule, massa fresca e massa seca da parte aérea. Também foram coletadas amostras de solo para avaliação de pH em água, pH em $CaCl_2$, pH SMP, fósforo, potássio e alumínio, seguindo a metodologia de Tedesco et al. (1995). As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos e Plantas da UEM. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e, quando pertinente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aplicação dos dois corretivos promoveu resposta positiva no desenvolvimento vegetativo do feijoeiro, principalmente nas doses intermediárias. Para a altura das plantas, o silicato aumentou o valor aproximado de 69,0 cm na ausência de corretivo para 79,0 cm na dose de 1,70 t ha^{-1}. No calcário, a altura passou aproximadamente de 61,5 para 77,0 cm entre a ausência e a maior dose. Esses resultados indicam que a melhoria das condições químicas do solo favoreceu o crescimento da cultura.

Para o diâmetro do caule, os dois materiais apresentaram comportamento semelhante, com aumento nas doses iniciais e posterior estabilização. No silicato, o valor aproximado passou de 5,0 cm na ausência de corretivo para 6,0 cm nas doses intermediárias, enquanto o calcário apresentou tendência semelhante. A resposta está relacionada à melhoria do ambiente radicular proporcionada pela correção da acidez e pela maior disponibilidade de bases. A redução da toxicidade do alumínio é particularmente relevante porque concentrações elevadas de Al podem restringir o crescimento das raízes e, consequentemente, a absorção de água e nutrientes (PAULETTI; MOTTA, 2019; ENESI et al., 2023).

A massa fresca da parte aérea apresentou uma das respostas mais marcantes. Com o silicato, a massa aumentou de aproximadamente 105 g planta^{-1} na ausência de corretivo para 180 g planta^{-1} na dose de 1,70 t ha^{-1}, seguida de redução para cerca de 120 g planta^{-1} na maior dose. Para o calcário, o aumento foi mais gradual, de aproximadamente 103 para 132 g planta^{-1}. A massa seca acompanhou a mesma tendência: no silicato, passou de cerca de 14,5 para 29,8 g planta^{-1} na dose de 1,70 t ha^{-1}, enquanto no calcário aumentou de aproximadamente 10,7 para 18,8 g planta^{-1}. Enesi et al. (2023) destacam que respostas produtivas à calagem podem atingir um platô, reforçando a importância da definição da dose adequada para cada condição de solo e cultura.

Para o calcário, o pH em água aumentou de aproximadamente 6,06 no tratamento sem corretivo para 6,57 na dose de 3,00 t ha^{-1}, enquanto o silicato elevou o valor de cerca de 6,23 para 6,53. O pH em $CaCl_2$ também apresentou aumento, passando de aproximadamente 4,60 para 5,50 com calcário e de 4,90 para valores próximos de 5,50 com silicato. A elevação do pH é um dos principais efeitos esperados da aplicação de corretivos, pois reduz a acidez ativa e a atividade de formas tóxicas de alumínio. Resultados de abrangência mundial também indicam aumento do pH após a aplicação de corretivos, com efeitos positivos sobre atributos da fertilidade e de produtividade (ZHANG et al., 2023).

O alumínio apresentou redução consistente com o aumento das doses. No calcário, o teor passou aproximadamente de 0,85 para 0,25 cmolc kg^{-1}, enquanto no silicato reduziu de cerca de 0,67 para 0,25 cmolc kg^{-1}. Essa resposta confirma a eficiência dos materiais na redução da acidez do solo. A redução da atividade do Al é importante para o feijoeiro, uma vez que a toxicidade desse elemento pode limitar o crescimento radicular. A literatura também mostra que a calagem aumenta o pH e reduz a toxicidade associada ao Al em solos ácidos (ENESI et al., 2023).

O pH SMP apresentou redução nas primeiras doses, seguida de estabilização e pequeno aumento nas maiores doses. Esse atributo deve ser interpretado em conjunto com o pH, o alumínio e a acidez potencial, pois o método SMP é utilizado como indicador da acidez potencial e auxilia na estimativa da necessidade de calagem (TEDESCO et al., 1995). O fósforo apresentou aumento nas doses iniciais, seguido de redução nas maiores doses, comportamento que pode estar relacionado à alteração da disponibilidade do nutriente com a correção da acidez. Em condições muito ácidas, parte do P pode ser retida por óxidos e hidróxidos de Fe e Al; a elevação do pH pode reduzir essa retenção, embora a resposta dependa da condição do solo e da dose do corretivo (PAULETTI; MOTTA, 2019).

Para o potássio, observaram-se aumentos nas doses intermediárias, principalmente com o silicato, seguidos de redução nas maiores doses. Como os corretivos não têm o K como principal componente, essa variação deve ser interpretada como consequência das mudanças na dinâmica do nutriente no sistema solo-planta. De maneira geral, os resultados mostram que calcário e silicato foram eficientes na

correção da acidez do Argissolo, com comportamento semelhante entre os materiais. O potencial do silicato é reforçado pelo fato de materiais silicatados poderem atuar na correção da acidez e fornecer Ca, Mg e Si; Barbosa Filho et al. (2001) observaram aumento do pH e dos teores de Ca e Mg com a aplicação de silicato de cálcio.

CONCLUSÕES

A aplicação de calcário dolomítico e escória siderúrgica favoreceu o desenvolvimento do feijoeiro. Os dois corretivos aumentaram o pH e reduziram os teores de alumínio do solo, demonstrando eficiência na correção da acidez. O silicato apresentou comportamento semelhante ao calcário e maior resposta para algumas variáveis de crescimento, indicando potencial de utilização como corretivo alternativo, desde que a qualidade do material e a dose sejam adequadamente avaliadas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Araucária, pelo apoio à realização do projeto de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, M. P.; SNYDER, G. H.; FAGERIA, N. K.; DATNOFF, L. E.; SILVA, O. F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 325-330, 2001. DOI: 10.1590/S0100-06832001000200009.

ENESI, R. O.; DYCK, M.; CHANG, S.; THILAKARATHNA, M. S.; FAN, X.; STRELKOV, S.; GORIM, L. Y. Liming remediates soil acidity and improves crop yield and profitability: a meta-analysis. Frontiers in Agronomy, v. 5, 1194896, 2023. DOI: 10.3389/fagro.2023.1194896.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. Revista Brasileira de Biometria, Jaboticabal, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: 10.28951/rbb.v37i4.450.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. Recomendação de adubação e calagem para o estado do Paraná. 2. ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2019. 289 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).

ZHANG, S.; ZHU, Q.; DE VRIES, W.; ROS, G. H.; CHEN, X.; MUNEER, M. A.; ZHANG, F.; WU, L. Effects of soil amendments on soil acidity and crop yields in acidic soils: a world-wide meta-analysis. Journal of Environmental Management, v. 345, 118531, 2023. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.118531.