

DESEMPENHO DO GIRASSOL SUBMETIDO A DOSES DE SILICATAGEM E TIPOS DE ADUBOS FOSFATADOS EM ARGISSOLO DE TEXTURA ARENOSA

Pedro Henrique da Silva^{1*}, Thiago Henrique de Souza¹, Antonio Nolla¹

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama, Estrada da Paca s/nº, Bairro São Cristóvão, Umuarama – PR, CEP: 87020-900. E-mail:

pedrohsagro@gmail.com, enriquethiago18@gmail.com, anolla@uem.br

*autor correspondente: pedrohsagro@gmail.com

RESUMO: O girassol é cultivado para extração de óleo, mas no noroeste do Paraná, solos arenosos com alta acidez e baixa fertilidade limitam sua produtividade. A interação do fósforo com óxidos de ferro reduz sua disponibilidade. A correção do solo, com silicatagem e fertilização fosfatada, é crucial para melhorar a absorção de nutrientes e aumentar a produção. Objetivou-se avaliar a eficiência das doses de silicato associada aos tipos de fertilizante fosfatado, a fim de estabelecer a dose de máxima eficiência técnica para a correção da acidez e a fonte nutricional de P para o cultivo de girassol. Cultivou-se girassol por 36 dias em vasos de 15 litros, preenchidos com Argissolo Vermelho distrófico típico. Os tratamentos consistiram em doses de silicato com PRNT= 77% (0; 763,88; 1.527,77; 3.055,55; 6.111,1 kg ha⁻¹) associadas com tipos (testemunha; PRB; ST e FNR) de fertilizantes fosfatados em DBC com 5 repetições. Na colheita, o girassol foi cortado ao nível do solo, sendo analisados parâmetros como altura, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea. Os fertilizantes fosfatados foram eficazes no desenvolvimento do girassol, destacando-se o superfosfato triplo. O pó de rocha e o fosfatado natural apresentaram menor eficiência agrônômica, de até 28,8% e 33,6%, respectivamente. A maior eficiência técnica do uso de silicato foi obtida com 4140 kg ha⁻¹, dose 1,35 vezes maior que a necessária para elevar a V% até 70%.

PALAVRAS-CHAVE: Corretivo de acidez, índices de correção de acidez, superfosfato triplo.

SUNFLOWER PERFORMANCE UNDER SILICATE DOSES AND PHOSPHATE FERTILIZER TYPES IN SANDY-TEXTURED ULTISOL

ABSTRACT: Sunflower is cultivated primarily for oil extraction; however, in the northwest region of Paraná, sandy soils with high acidity and low fertility limit its productivity. The interaction between phosphorus and iron oxides reduces its availability. Soil correction using silicate application and phosphate fertilization is essential to enhance nutrient uptake and increase crop yield. This study aimed to evaluate the efficiency of silicate doses combined with different phosphate fertilizer sources to determine the dose of maximum technical efficiency for acidity correction and the most effective phosphorus source for sunflower cultivation. Sunflower was grown for 36 days in 15-liter pots filled with a typical dystrophic Red Argisol. Treatments consisted of silicate doses with a PRNT of 77% (0; 763.88; 1,527.77; 3,055.55; and 6,111.1 kg ha⁻¹) combined with phosphate fertilizers (control; PRB; TSP; and NRF) in a completely randomized design with five replications. At harvest, plants were cut at soil level and evaluated for parameters such as height, stem diameter, and fresh and dry shoot biomass. Phosphate fertilizers were effective in sunflower development, with triple superphosphate standing out. Rock dust and natural phosphate showed lower agronomic efficiency, at 28.8%

and 33.6%, respectively. The highest technical efficiency of silicate was achieved with 4,140 kg ha⁻¹, a dose 1.35 times higher than that required to increase V% to 70%.

KEY WORDS: Acidity corrective, acidity correction indexes, triple superphosphate.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.), pertencente à família Asteraceae, é uma espécie anual originária da América do Norte e América Central. Apresenta caule ereto, espesso e pouco ramificado, com crescimento rápido e vigoroso. É cultivado principalmente para a extração de óleo comestível, ocupando a terceira posição entre as oleaginosas anuais em volume de produção. Estima-se que a cultura responda por aproximadamente 16% da produção mundial de óleo vegetal. Além do óleo, o girassol também se destaca como fonte proteica para a alimentação animal, seja na forma de farelo ou silagem (Jardine e Barros, 2021).

Os solos do noroeste do Paraná têm como material de origem o arenito da formação Caiuá, sendo classificados predominantemente como areia ou areia franca. Apresentam elevada acidez e baixo teor de matéria orgânica (<7 mg dm⁻³), gerando reduzida capacidade tampão (CTC<5 cmol_c dm⁻³). Segundo Pauletti e Motta (2019), solos ácidos normalmente possuem pH em H₂O inferior a 5,5, saturação por bases abaixo de 50% e teores elevados de alumínio (>0,3 cmol_c kg⁻¹), com saturação por Al acima de 20%. Nesse contexto, a aplicação de corretivos à base de silicato é fundamental, pois fornece Ca e Mg ao solo e contribui para a neutralização da acidez, liberando hidroxilas (OH⁻) que reagem com Al³⁺ e H⁺, neutralizando-os. Esse processo favorece a retenção de cátions essenciais, como Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e NH₄⁺, no complexo de troca catiônica, promovendo o adequado desenvolvimento das plantas (Alcarde, 2007).

A acidez e a baixa fertilidade dos solos estão entre os principais fatores limitantes à produtividade agrícola. Nessas condições, torna-se fundamental a correção da acidez para viabilizar o desenvolvimento do sistema radicular e a adequada absorção de nutrientes pelas plantas. Solos ácidos restringem o crescimento das raízes, reduzindo o volume de solo explorado e, consequentemente, a eficiência da adubação. O girassol é particularmente sensível à acidez, apresentando limitações fisiológicas quando a saturação por alumínio trocável excede 5% (Blamey et al., 1987; Castro e Oliveira, 2005). Em solos com pH em CaCl₂ inferior a 5,0, observa-se a formação de raízes curtas, espessas e com coloração bronzeada, o que compromete

a absorção de água e nutrientes. Esse cenário intensifica a suscetibilidade ao acamamento, ao estresse hídrico e às doenças, afetando o desempenho da cultura (Castro et al., 2005).

Os silicatos de cálcio e magnésio têm se mostrado eficientes na correção da acidez do solo. Quando aplicados ao solo, liberam íons silicato (SiO_3^{2-}) que, formam hidroxilas (OH^-). Estas hidroxilas neutralizam o H^+ e o alumínio trocável (Al^{3+}), íons responsáveis pela toxidez em solos ácidos. Este corretivo de acidez também fornece nutrientes como cálcio, magnésio e silício para as plantas (Sousa et al., 2007). O silicato de cálcio apresenta solubilidade significativamente maior ($0,095 \text{ g dm}^{-3}$) quando comparado ao calcário ($0,014 \text{ g dm}^{-3}$), favorecendo uma ação mais rápida e profunda no perfil do solo (Alcarde e Rodella, 2003). Essa característica é particularmente vantajosa em sistemas de cultivo conservacionistas, nos quais a correção superficial pode gerar problemas de acidez em profundidade ($>10\text{-}20 \text{ cm}$).

O fósforo (P) é considerado macronutriente essencial ao metabolismo vegetal, absorvido pelas plantas nas formas inorgânicas H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} e PO_4^{3-} . Solos tropicais, como os predominantes no Brasil, apresentam baixos teores de P disponível e elevada acidez ($\text{pH} < 5,0$), o que limita sua disponibilidade às plantas (Pauletti e Motta, 2019). Essas características decorrem do avançado grau de intemperismo, resultando na formação de solos com alta concentração de óxidos de ferro e alumínio, como Latossolos e Argissolos (Vilar e Vilar, 2013).

Os óxidos de ferro e alumínio presentes na fração argilosa possuem elevada reatividade com o ânion fosfato, promovendo sua imobilização por meio de ligações do tipo covalente. Esse processo origina formas de fósforo não-lábeis, resultantes da adsorção específica ou fixação química (Vilar e Vilar, 2013), o que reduz a absorção de P disponível. Essa retenção é particularmente acentuada em solos de textura argilosa, nos quais a superfície reativa é maior, podendo imobilizar até 90% do fósforo aplicado nas primeiras horas após a adubação (Melo e Mendonça, 2019).

A técnica de rochagem, baseada na aplicação de pós de rochas moídas como remineralizadores, surge como alternativa eficiente ou complementar à adubação química convencional no Brasil. Essa abordagem é viável regionalmente devido à ampla disponibilidade diversificada de rochas e à otimização da logística, reduzindo custos com transporte. Além disso, contribui para a reutilização de rejeitos da mineração, agregando valor a resíduos que seriam descartados (Ribeiro, 2022). Estudos conduzidos com pó de basalto, evidenciam que a rochagem pode proporcionar produtividades agrícolas semelhantes ou até superiores às obtidas

com uso de fertilizantes solúveis, especialmente em solos arenosos de baixa fertilidade (Souza, 2022).

A legislação brasileira estabelece critérios técnicos para a regulamentação e comercialização desses insumos, conforme definido pela Instrução Normativa n.º 5/2016 do MAPA. Entre os requisitos estão os limites granulométricos e os teores mínimos de nutrientes como cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^{+}), além de restrições quanto à concentração de contaminantes químicos, como metais pesados. Diferentemente dos fertilizantes solúveis, os remineralizadores promovem a liberação lenta e contínua dos nutrientes, por meio de processos físico-químicos e o intemperismo. Essa característica confere ao produto um efeito residual prolongado, sendo mais indicado para estratégias de manejo de longo prazo. No entanto, essa dinâmica pode ser limitante em sistemas que demandam resposta nutricional imediata, o que pode frustrar expectativas de curto prazo por parte de agricultores pouco familiarizados com os princípios da remineralização (Liberal, 2022).

Os fertilizantes minerais são formados predominantemente por compostos inorgânicos, embora também sejam incluídos nessa categoria aqueles originados de compostos orgânicos sintéticos, como a ureia [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], e fertilizantes na forma de quelatos, devido à sua estrutura química e comportamento no solo (Alcarde, 2007). No entanto, a eficiência agrônômica desses insumos pode ser comprometida em regiões com condições edafoclimáticas adversas, como no noroeste do Paraná, onde altas temperaturas, solos ácidos e de baixa CTC favorecem perdas por volatilização, lixiviação e adsorção específica.

Diante desse cenário, torna-se necessário buscar fontes de nutrientes mais estáveis, com liberação gradual e menor suscetibilidade às perdas, de modo a assegurar maior eficiência no aproveitamento dos fertilizantes aplicados. O trabalho foi desenvolvido com a finalidade de avaliar a eficiência das doses de silicato associada aos tipos de fertilizante fosfatado, visando estabelecer a dose de máxima eficiência técnica para a correção da acidez e os fertilizantes ricos em P com maior eficiência para o cultivo de girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em uma área experimental cercada e descoberta na Universidade Estadual de Maringá, campus Fazenda em Umuarama. As plantas de girassol foram cultivadas em vasos plásticos (15 kg de solo por vaso) que foram preenchidos com Argissolo Vermelho

distrófico típico de textura arenosa, coletado dentro do próprio campus da Universidade (coordenadas: Latitude: 23°46'13" S e Longitude: 53°12'41" W), cujas características químicas e granulométricas podem ser visualizadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química e granulométrica (0-20 cm) do Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa utilizado como base experimental, situado no município de Umuarama, 2023

pH	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	H+Al	SB	T	V	Argila	Areia	Silte
CaCl ₂	-----	cmol _c dm ⁻³	-----		mg dm ⁻³	---	cmol _c dm ⁻³	---	%	-----	g kg ⁻¹	-----
4,07	0,60	0,88	0,50	0,05	1,00	3,97	1,43	5,40	26,43	120	860	20

Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺- extrator KCl 1 mol L⁻¹; P e K⁺- Mehlich (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); H⁺ + Al³⁺- Acidez potencial; SB- Soma de bases; T- Capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V- Saturação por bases.

Os tratamentos consistiram de doses de silicato de Ca e Mg (PRNT 77%): 0; 763,88; 1.527,77; 3.055,55; 6.111,1 kg ha⁻¹, associadas com fontes de fósforo: testemunha, pó de rocha basáltica (PRB); superfosfato triplo (ST) e fosfato natural reativo (FNR) de fertilizantes fosfatados. O experimento foi conduzido com o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4 (doses de silicato x fontes de P), com cinco repetições. A aplicação do corretivo (incorporado) levou em consideração o Boletim 100 do Estado de São Paulo, onde a saturação por bases de 70% foi a referencial, sendo 3.055,55 kg ha⁻¹ (Quaggio et al., 2022). No dia 17 de novembro de 2023, ocorreu a aplicação do corretivo de acidez nos vasos (15 kg de solo por vaso). O solo dos vasos foi incubado por 17 dias, com umidade próxima à capacidade de campo, visando promover a reatividade do corretivo aplicado no solo.

Seguindo a interpretação da análise de solo, o girassol demandou no ciclo 50 kg ha⁻¹ de N; 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e; 60 kg ha⁻¹ de K₂O, de forma que a adubação foi realizada no sulco do semeadura. Semeou-se girassol cultivar Catissol, 9 sementes por vaso, perfazendo 4 plantas após o desbaste. O experimento foi conduzido em cercado telado e descoberto, no intuito de simular as condições de campo. Durante o desenvolvimento das plantas, os solos dos vasos foram mantidos úmido através da precipitação e pela rega nas épocas de estiagem. Foi realizado a aplicação do fungicida nativo (Trifloxistrobina 100 g/L e Tebuconazol 200 g/L) na dose de 0,50 L/ha, para o controle da queima das folhas e podridão no caule.

Aos 36 dias após a emergência das plântulas (DAE), procedeu-se à coleta manual da parte aérea das plantas de girassol para análise. Analisou-se a altura, o diâmetro, a matéria de

massa fresca e seca após a secagem em estufa de circulação forçada a 65 °C, por 72 horas.

Para os parâmetros de planta testados, realizou-se a análise do Índice de Eficiência Agronômica (IEA) com o auxílio da fórmula descrita a seguir:

$$\text{IEA (\%)} = \frac{\text{Produção em estudo} - \text{Produção testemunha}}{\text{Produção padrão} - \text{Produção testemunha}} \times 100$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando houve diferença significativa, as doses de corretivos foram submetidas à análise regressão e as médias das fontes fosfatadas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (SISVAR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento que se destacou foi a aplicação de superfosfato triplo (ST), apresentando aumentos significativos em todos os parâmetros analisados: 99,73% na altura de plantas, 74,26% no diâmetro do caule, 459,76% na massa fresca da parte aérea e 442,85% na massa seca, quando comparado à testemunha (Figura 1). Esses resultados corroboram os achados de

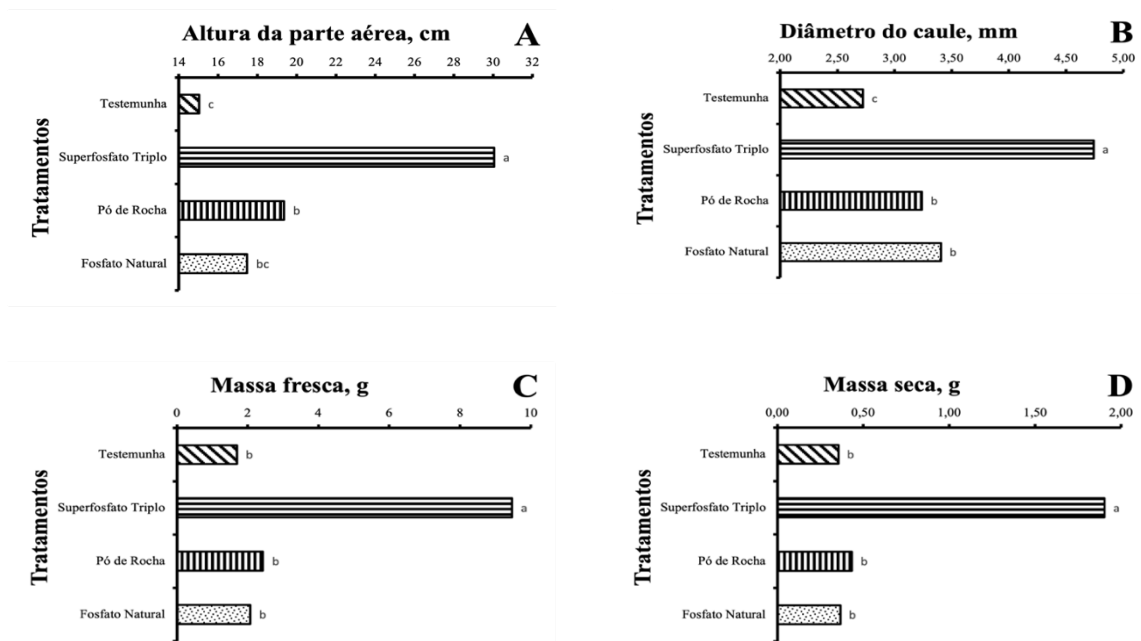


Figura 1- Altura da parte aérea (A), diâmetro (B), massa fresca (C) e seca (D) do girassol submetido a tipos de fertilizantes fosfatados em Argissolo Vermelho Distrófico, aos 36 dias após a emergência das plântulas, coletadas em Umuarama, PR.

Paiva et al. (2017), os quais apontam que o superfosfato triplo apresenta maior solubilidade e rápida disponibilidade de fósforo no solo em relação ao fosfato natural. Comportamento confirmado neste experimento, refletido no estágio inicial das plantas.

Na Tabela 2 é possível observar a baixa eficiência agronômica do pó de rocha e o fosfato natural reativo quando comparado com o superfosfato triplo (fertilizante referência). A possível superioridade do superfosfato mineral sobre o pó de rocha e o fosfato natural pode ser atribuída à prontidão dos nutrientes estarem disponíveis a planta, resultante da maior solubilidade desse fertilizante (Resende e Neto, 2007). Esta análise encontra respaldo em estudos conduzidos por Souza em 2008, que, ao comparar o superfosfato triplo com outros fosfatos naturais, observou um desempenho superior no primeiro ciclo. No decorrer de seis ciclos de cultivo anual, observou-se que os fosfatos naturais passaram a apresentar desempenho agrônômico semelhante ou superior ao de fontes solúveis, com essa tendência sendo perceptível já a partir do segundo ciclo. Tal comportamento é atribuído à baixa solubilidade desses fertilizantes, o que lhes confere maior efeito residual no solo.

Tabela 2 - Índice de eficiência agronômica dos fertilizantes fosfatados

Fontes de P	Altura	Diâmetro	Massa fresca	Massa seca
	------%-----			
Pó de Rocha Basáltica	28,80	25,24	9,52	5,16
Fosfato Natural Reativo	16,26	33,66	4,89	0,64

Superfosfato triplo= produto padrão.

Quanto à altura das de girassol, ocorreu interação entres os fatores fertilizantes, nos tratamentos com superfosfato triplo, observando-se ajuste quadrático positivo até alcançar a máxima eficiência técnica na dosagem de 5083,33 kg ha⁻¹ de silicato (37 cm). Por outro lado, nas parcelas em que foram aplicados PRB e FNR, as dosagens correspondentes foram de 2.937,50 (22 cm) e 4.833,33 (14 cm) kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 3). Da mesma forma, houve interação no parâmetro da massa fresca, com a máxima eficiência técnica sendo alcançada nas dosagens de 3.600 (13g) kg ha⁻¹ para o ST, 4.000 (3g) kg ha⁻¹ para o PRB e 5.000 (1g) kg ha⁻¹ para o FNR.

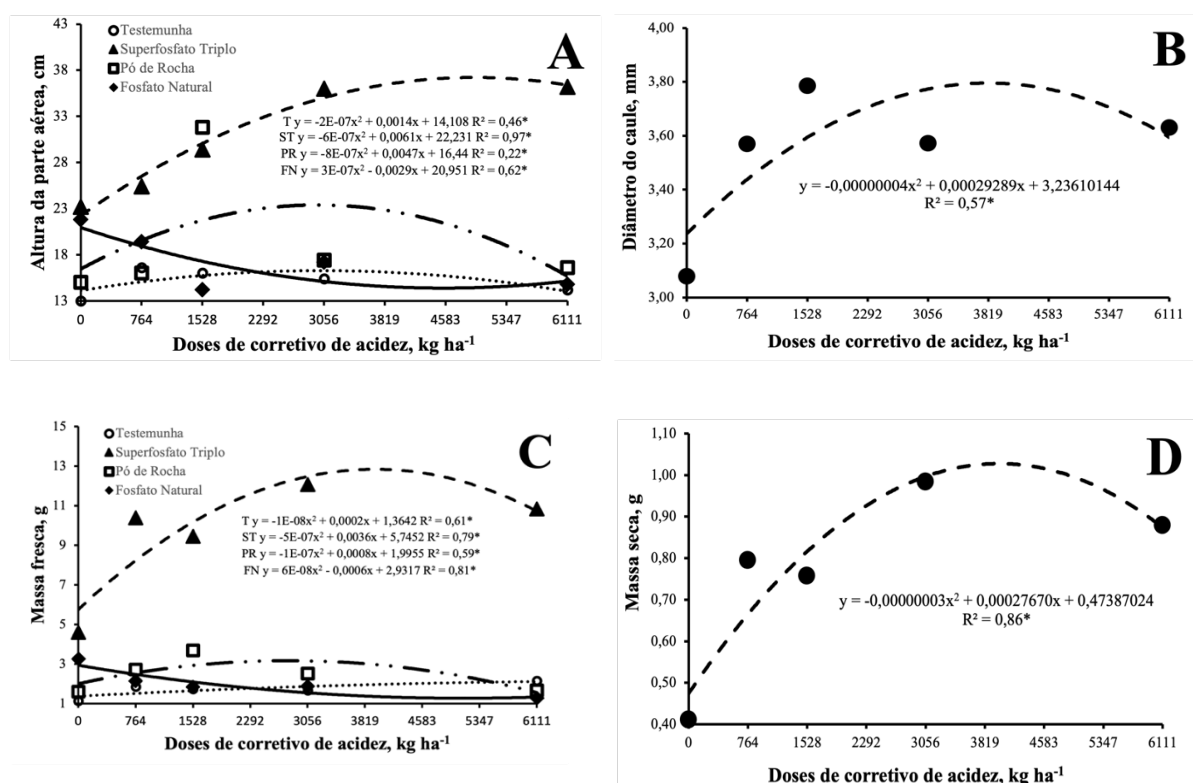


Figura 2- Altura da parte aérea (A), diâmetro (B), massa fresca (C) e seca (D) do girassol submetido a doses de silicato em Argissolo Vermelho Distrófico, aos 36 dias após a emergência das plântulas, coletadas no município de Umuarama, 2023. T: Testemunha; ST: Superfosfato triplo; PR: Pó de Rocha; FN: Fósforo Natural.

A silicatagem e a adubação fosfatada resultaram em efeito isolado no diâmetro do colmo e massa seca alcançando a máxima eficiência técnica nas dosagens de 3.661,12 e 4.611,66 kg ha⁻¹ de silicato, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados da dosagem de máxima eficiência técnica (MET) de cada parâmetro das plantas de girassol analisados

Produtos	Altura	Diâmetro	Massa fresca	Massa seca
	-----kg ha ⁻¹ -----			
Testemunha	3500	-	-	-
Superfosfato Triplo	5.083	-	3.600	-
PRB	2.937	-	4.000	-
FNR	4.833	-	5.000	-
Média	4.088	3.661	4.200	4.612

PRB= Pó de Rocha Basáltica; FNR= Fósforo Natural Reativo.

A dose ideal de máxima eficiência em todos os parâmetros variou entre 4612 a 3661 kg ha⁻¹, com média de 4140 kg ha⁻¹ de silicato de Ca e Mg (Tabela 3), 1,36 vezes superior à dose estabelecida para o estado de São Paulo (Quaggio et al., 2005). Isto equivale à dose de silicato para elevar a saturação por bases até 85,5%. O silicato corrige a acidez do solo, liberando hidroxilas (OH⁻) capazes de neutralizar os íons tóxicos de Al⁺³ e H⁺, além de disponibilizar Si, Ca⁺² e Mg⁺² essenciais para o desenvolvimento normal das plantas. Desta forma, é interessante ajustar a saturação por bases recomendada para o cultivo do girassol, justificando a necessidade de realizar novos estudos para a validação dessa dosagem, especialmente considerando que, no caso da aplicação do silicato, não houve um período de reação de 3 meses para a reação completa do corretivo aplicado.

A testemunha (Dose 0) apresentou os piores resultados em todos os parâmetros analisados, incluindo a altura (Figura 2A), diâmetro (Figura 2B), massa fresca (Figura 2C) e seca (Figura 2D). Isso ocorreu devido o uso de um solo com alta acidez potencial (3,97 cmol_c dm⁻³). A presença do Al⁺ reduz o crescimento e o desenvolvimento das raízes e diminui a absorção de nutrientes, o que é desfavorável para o desenvolvimento das plantas (Miguel et al., 2010).

Doses superiores a 5.083,33 kg ha⁻¹ houve declínio vegetativo do girassol, resultando em valores reduzidos na maioria dos parâmetros avaliados. Isso é reflexo de uma superdosagem, que impacta o equilíbrio de nutrientes dentro da CTC (Capacidade de Troca Catiônica), uma vez que o Ca e Mg fornecidos pela silicatagem competem pelo mesmo sítio de ação de outros nutrientes essenciais, impedindo que estes se liguem à CTC (Pauletti e Motta, 2019).

CONCLUSÕES

Os fertilizantes fosfatados testados foram eficientes para o desenvolvimento do girassol, destacando-se o superfosfato triplo. Os fertilizantes pó de rocha e o fertilizante fosfatado natural apresentaram índice de eficiência inferior ao fertilizante padrão, atingindo IEA de até 28,8 e 33,6%.

A máxima eficiência no desenvolvimento das plantas de girassol foi alcançada com a dosagem de 4140 kg ha⁻¹ de Silicato de Ca e Mg, 1,35 vezes superior à dosagem para elevar a V% até 70%.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J.C. Fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 2007. p.737-768.
- ALCARDE, J.C.; RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVARES V., V.H. (Ed.). **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do Solo, 2003. p.291-334.
- BLAMEY, F.P.C.; EDWARDS, D.G.; ASHER, C.J. **Nutritional disorders of sunflower**. Brisbane: University of Queensland, 1987. 72p.
- CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A. Nutrição e Adubação do Girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIOGHENTI, A.M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.317-373.
- JARDINE, J.G.; BARROS, T.D. **Agroenergia (girassol): relatório de 2021**. Campinas: Embrapa Territorial, 2021. 1p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacaotecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel/materiasprimas/girassol#:~:text=O%20girassol%20é%20uma%20planta,tem%20poucas%20ramificações%20no%20ápice>. Acesso em: 16 jan. 2024.
- LIBERAL, E. **Uso de pó de rocha exige critério, aponta IDR-Paraná**: nota técnica de 2022. Curitiba: IDR-Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, 2022. 1p. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/Noticia/Uso-de-po-de-rocha-exige-criterio-aponta-IDR-Parana>. Acesso em: 16 set. 2024.
- MELO, F.M.; MENDONÇA, L.P.C. Avaliação da disponibilidade de fósforo em solo argiloso com diferentes teores de matéria orgânica. **Humanidades e Tecnologia (FINOM)**, Paracatu, v.18, n.1, p.52-67, 2019.
- MIGUEL, P.S.B.; GOMES F.T.; ROCHA, W.S.D.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, C.A.; OLIVEIRA, A.V. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista**, Juiz de Fora, v.24, p.12-30, 2010.
- PAIVA, C.A.O.; SANTOS, F.C.; MARRIEL, I.E.; ALMEIDA, C.N.S.; GOMES, E.A.; MATTOS, B.B.; PASSOS, A.M.A.; ALBUQUERQUE, M.R.; TEIXEIRA, P.C. **Adubação fosfatada organomineral com pulverização de inoculante contendo microrganismos**

solubilizadores. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. 11p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 236).

PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.V. **Manual de calagem e adubação para o estado do Paraná.** Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-NEPAR-SBCS, 2019. 289p.

QUAGGIO, J.A.; MELLIS, E.V.; ZAMBROSI, F.C.B. Girassol (*Helianthus annuus*). In: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; MATTOS, D.; BOARETTO, R.M.; RAIJ, B.V. (Ed.). **Boletim 100: Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto agrônomo de Campinas (IAC), 2022. p.252-253.

RESENDE, A.V.; NETO, A.E.F. **Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos do Cerrado.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 32p. (Documentos, 195).

RIBEIRO, M.T. **Caracterização e aproveitamento do pó de rocha como remineralizador de solos.** 2022. 54p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Minas) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Araxá, 2022.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C. (Ed.). **Fertilidade do Solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 2007. p.205-274.

SOUZA, G.V.L. **Avaliação da eficiência agrônômica do pó de rocha basáltica como remineralizador de solos.** 2022. 45p. (Trabalho de iniciação científica) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2022.

VILAR, C.C.; VILAR, F.C.M. Comportamento do fósforo em solo e planta. **Revista Campo Digital**, Campo Mourão, v.8, n.2, p.37-44, 2013.