Eficiência do resíduo de basaltos no fornecimento de magnésio para gramíneas

Robert Alves Tavares[1], Mariana Clemente de Andrade[2], Thays Mendonça Oliveira[2], Givanildo Zildo da Silva[3], June Faria Scherrer Menezes[3], Ricardo de Castro Dias[4]

[1]PIBIC/CNPq, graduando do curso de Agronomia, Universidade de Rio Verde, robert.a.tavares@academico.unirv.edu.br .
[2]Mestrandos no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade de Rio Verde, marianacandrade@academico.unirv.edu.br, thays-mo@outlook.com
[3]Docentes Doutores da Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, [4]Orientador, Docente Doutor da Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, givanildo@unirv.edu.br, june@unirv.edu.br,
[4]Orientador, Docente Doutor da Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, ricardodias@unirv.edu.br

.

Reitor:
Prof. Dr. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:
Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:
Prof. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada

Editores de Seção:
Profa. Dra. Ana Paula Fontana
Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva
Prof. Dr. Fábio Henrique Baia
Pra. Dra. Muriel Amaral Jacob
Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza
Prof. Dr. Warley Augusto Pereira

Fomento:
Programa PIBIC/PIVIC UniRV/CNPq 2023-2024

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do pó de basaltos no fornecimento de Mg para plantas de milho. O experimento foi implementado em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 2 x 3 + 1 com três fontes de Mg (T1 - resíduo de Basalto proveniente de Diamantino - MT; T2 – resíduo de Basalto proveniente de Caçu - GO; T3 – Sulfato de magnésio), aplicados de maneira incorporada ou em superfície, além de um tratamento adicional, sem a aplicação de Mg. A planta indicadora utilizada foi o milho (*Zea mays*), no primeiro cultivo, e a braquiária ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*) no segundo e no terceiro cultivo com duração de 45 dias cada. Não foram verificadas diferenças significativas entre as fontes de Mg e modos de aplicação para as variáveis avaliadas. A altura das plantas e a produção de massa seca da parte aérea das plantas de milho foram significativamente maiores quando foi realizada a aplicação das fontes de Mg, em relação ao tratamento controle. Os resíduos de basalto foram eficientes no fornecimento de Mg para a cultura do milho.

Palavras-Chave: Nutrição Mineral. Agrominerais. Sustentabilidade.

Efficiency of basalt residue in providing magnesium to grasses

Abstract: *The objective of this study was to evaluate the efficiency of basalt powder in providing Mg to corn plants. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 2 x 3 + 1 factorial scheme, with three Mg sources (T1 - basalt residue from Diamantino - MT; T2 - basalt residue from Caçu - GO; T3 - magnesium sulfate), applied either incorporated into the soil or on the surface, in addition to an extra treatment without Mg application. The*

indicator plant used was corn (Zea mays) in the first cultivation, and brachiaria ruziziensis (Urochloa ruziziensis) in the second and third cultivations, each lasting 45 days. No significant differences were observed between Mg sources and application methods for the evaluated variables. Plant height and dry mass production of corn were significantly higher when Mg sources were applied compared to the control treatment. The basalt residues were effective in providing Mg to the corn crop.

Keywords: *Mineral Nutrition. Agrominerals. Sustainability.*

Introdução

O Mg é essencial para a estabilização conformacional de macromoléculas como ácidos nucléicos, proteínas, membranas e paredes celulares, manutenção da atividade de enzimas como H^+-ATPase, quinases e polimerases e homeostase de espécies reativas de oxigênio (EROs) sob estresse por Al. É particularmente importante para as plantas, com cerca de 75% do Mg foliar envolvido na síntese proteica e 15–20% do Mg total associado aos pigmentos da clorofila, atuando principalmente como cofator de uma série de enzimas envolvidas na fixação e metabolismo fotossintético de carbono (Guo et al., 2016).

Os basaltos são rochas ígneas de composição máfica, portanto ricas em silicatos de magnésio (Mg) e ferro (Fe). Uma das principais razões para o uso do pó de rocha basáltica na agricultura é devido à necessidade de obter-se fontes alternativas aos fertilizantes convencionais. Estudos relataram economia de custos de produção de até 50% pelo uso de pó de basalto (Melo et al., 2012). A maioria das regiões brasileiras possui reservas rochosas basálticas ricas em Ca e Mg. Além disso, estudos recentes têm avaliado a aplicação pó de basalto na agricultura e demonstrado uma série de efeitos benéficos, como redução de custos e potencial aproveitamento de resíduos na agricultura (Luchese et al. 2021; Conceição et al., 2022).

Outra pesquisa conduzida por Luchese et al. (2023) avaliou os efeitos da aplicação de pó de basalto na disponibilidade de Mg e no desenvolvimento de plantas de soja e milho. Os resultados indicaram que o pó de basalto aumentou a produção de matéria seca e melhorou parâmetros de fertilidade do solo, como pH e concentrações de Ca e P.

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do pó de basalto como fonte de Mg no solo, buscando fornecer subsídios para a utilização dessa prática como estratégia de manejo nutricional sustentável em sistemas agrícolas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em vasos, em casa de vegetação. Cada unidade experimental consistiu em vasos plásticos contendo 3 kg de solo coletado na camada de 0-20 cm de um LATOSSOLO-VERMELHO, localizado no município de Rio Verde – GO. O solo foi devidamente analisado, física e quimicamente, seguindo as orientações de Teixeira et al. (2017) (Tabela 1). Foram realizadas as correções e adubações necessárias de acordo com as recomendações descritas por Dias et al. (2022). Todos os nutrientes essenciais foram aplicados, exceto o Mg. Para tanto, a correção do pH do solo foi realizada com calcário calcítico (44% de CaO, 2% de MgO e PRNT de 72,5%).

Tabela 1. Propriedades físicas e químicas do solo utilizado no experimento antes da correção com calcário e aplicação da solução nutritiva.

pH	M.O.	P[1/]	K[2/]	Ca[2/]	Mg[2/]	H+Al	Al[2/]	S.B.	T
$CaCl_2$	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	----------	----------	----------	mmol$_c$ dm^{-3}	----------	----------	----------
4,3	27	1	1,7	8	4	67	2	13,7	80,7
V	**B[3/]**	**Cu[4/]**	**Fe[4/]**	**Mn[4/]**	**Zn[4/]**	**S[5/]**	**Areia**	**Silte**	**Argila**
%	----------	----------	mg dm^{-3}	----------	----------	----------	----------	g kg^{-1}	----------
17	0,09	0,8	36	10,3	0,9	3	530	100	370

[1/] Resina; [2/]NH_4Cl; [3/] Água quente; [4/] DTPA; [5/] Fosf. de cálcio.

Os pós de basalto utilizados foram devidamente caracterizados em termos de composição química Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) (Tabela 2). As fontes de pó de basalto foram obtidas de jazidas localizadas na região Centro-Oeste, especificamente nos municípios de Caçu – GO e Diamantino – MT.

Tabela 2. Teores totais de óxidos obtidos pela fluorescência de raios X (FRX).

Óxido	Basalto Diamantino - MT	Basalto Caçu - GO
K_2O	0,64	1,18
P_2O_5	0,14	0,39
CaO	10,6	9,32
MgO	6,67	5,18
Na_2O	2,18	0,35
SiO	50,08	48,40
Al_2O_3	13,4	12,40
Fe_2O_3	12,4	15,70

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo do tipo 3 x 2 + 1 com quatro repetições. Foram aplicadas três fontes de magnésio, conforme descrito a seguir: T1 – Pó de Basalto proveniente de Diamantino - MT; T2 – Pó de Basalto proveniente de Caçu - GO; T3 – Sulfato de magnésio), duas formas de aplicação (em superfície ou incorporado) e um tratamento adicional sem aplicação de Mg. Foram utilizadas um total de 28 unidades experimentais. Os resíduos foram peneirados com peneira com abertura de malha de 300 µm. A dose de Mg aplicada foi determinada com base na análise de solo e com objetivo de elevar o Mg a 1,5 cmolc dm^{-3}.

A planta indicadora utilizada no primeiro cultivo foi o milho (*Zea mays* L.) híbrido 9602 – 20 VIP3. Antes da semeadura, os tratamentos foram aplicados de maneira incorporada ou na superfície do solo. Foram semeadas 5 sementes por parcela, e após oito dias da semeadura, foi realizado o desbaste, deixando duas plantas por parcela. A umidade dos vasos foi mantida em 70% da capacidade de campo, e a reposição da água evapotranspirada foi feita diariamente através da pesagem das parcelas. Quinzenalmente, o desenvolvimento das plantas foi acompanhado por meio da determinação da altura da planta e do diâmetro do colmo. Para a determinação da altura, foi tomada como referência a última folha completamente expandida em relação ao nível do solo. O diâmetro de colmo foi determinado próximo ao nível do solo, sendo considerado o valor médio do maior e do menor diâmetro. O cultivo teve duração de 45 dias. Após esse período, a parte aérea das plantas foi coletada, colocada em saco de papel e transferida para estufa de circulação forçada de ar a 65ºC. Após atingir peso constante, foi realizada a determinação da produção de massa seca.

Após o término do primeiro cultivo, o experimento foi conduzido por dois cultivos sucessivos, utilizando como planta indicadora a Braquiária rusisiensis (*Urochloa ruziziensis*) para avaliar o efeito residual dos tratamentos. Foram semeadas oito sementes por vaso. O período e os métodos de condução foram os mesmos descritos no primeiro cultivo após a semeadura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o teste F com nível de significância de 5%. Foram avaliados os pressupostos de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Em caso de diferença significativa entre os tratamentos de acordo com a ANOVA, foi realizado o teste de Tukey com 5% de probabilidade para comparação das médias.

Resultados e Discussão

Houve diferença significativa entre a altura do tratamento adicional e a média dos tratamentos fatoriais na primeira, segunda e quinta avaliação. Não houve diferença significativa entre as fontes e métodos de aplicação de Mg.

Foi verificado que, na primeira, na segunda e na quinta avaliação, o tratamento adicional, sem aplicação de Mg, proporcionou menores alturas às plantas de milho em comparação aos tratamentos que receberam aplicação de Mg (Figura 1).

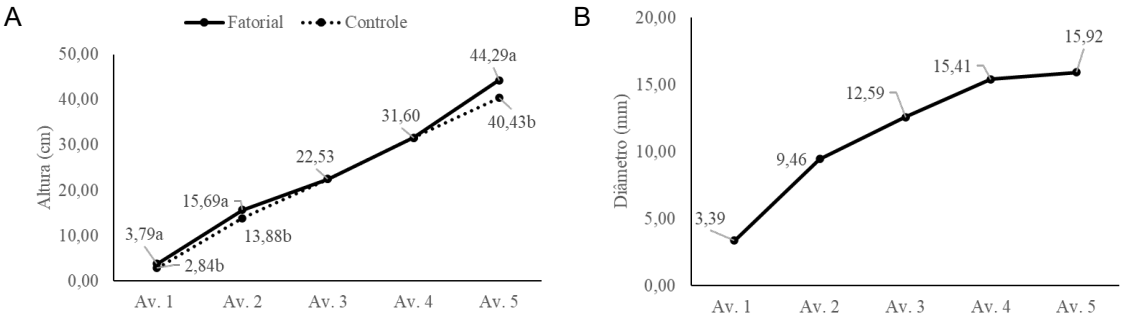

Figura 1. Altura de inserção da última folha completamente expandida (A) e diâmetro médio de colmo (B) de plantas de milho obtidas nas cinco avaliações em função da aplicação de diferentes fontes de Mg. Letras seguidas de médias iguais não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos para o diâmetro médio do colmo de plantas de milho em função da aplicação dos tratamentos. Diferentemente do comportamento da altura, o aumento do diâmetro foi mais pronunciado durante as primeiras avaliações e tendeu a estabilização nas últimas avaliações (Figura 1). Não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos para esta variável.

No primeiro cultivo, com milho, foi observada a interação significativa entre a média de MSPA do tratamento controle e a média dos tratamentos fatoriais que receberam aplicação de Mg, sendo tratamento controle significativamente inferior (Figura 2). Não foi verificada diferença significativa entre as fontes ou modos de aplicação.

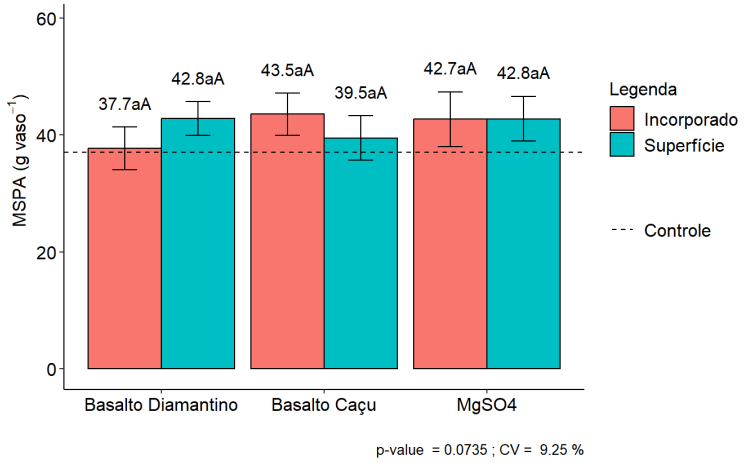

Figura 2. Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de milho em função da aplicação de diferentes fontes de Mg em diferentes formas de aplicação. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma fonte e minúscula no mesmo modo de aplicação não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não foi observada nenhuma diferença significativa entre os tratamentos para a variável MSPA nos cultivos posteriores (Figura 3). Assume-se, portanto que não houve efeito residual das fontes pois não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos fatoriais e o tratamento controle, sem aplicação de Mg.

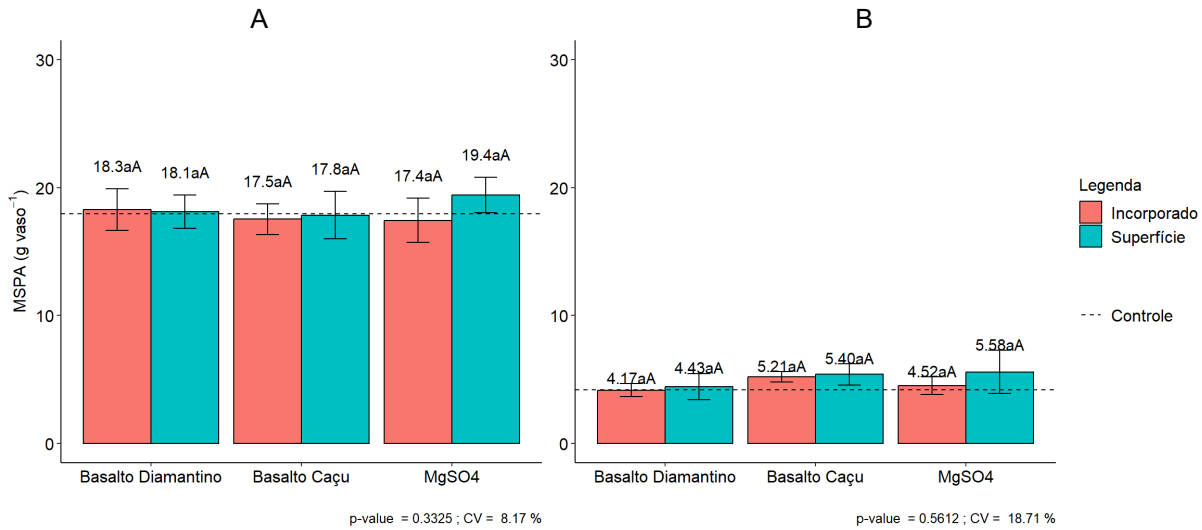

Figura 3. Produção de massa seca da parte aérea de plantas de braquiária (MSPA) no segundo (A) e terceiro (B) cultivos em função do efeito residual da aplicação de diferentes fontes de Mg e diferentes modos de aplicação. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma fonte e minúscula no mesmo modo de aplicação não diferem pelo teste de Tukey ($p< 0,05$).

De modo geral, a resposta à aplicação dos tratamentos foi pouco pronunciada para todas as variáveis analisadas, mesmo o solo apresentando baixa disponibilidade inicial de Mg (5 $mmol_c$ dm^{-3}). A correção do solo, antes da aplicação dos tratamentos, foi realizada com calcário calcítico, com 2% de MgO. Mesmo apresentando baixa concentração de Mg, a quantidade deste nutriente aplicada às parcelas via calcário pode ter sido suficiente para atender à demanda das plantas, minimizando assim o efeito da aplicação dos tratamentos. Além disto, não foi verificado efeito residual de nenhuma das fontes, indicando que a Braquiária ruziziensis é menos exigente em Mg quando comparada à cultura do milho.

Ramezanian et al. (2013) constataram não haver alteração das propriedades químicas ou conteúdo elementar mensurável (nutrientes e elementos tóxicos potenciais) de três solos contrastantes em decorrência da aplicação de Basalto. Também não houve melhora no crescimento ou qualidade de trigo e espécies forrageiras cultivadas no primeiro ou terceiro anos após a aplicação, respectivamente (Luise et al., 2020). Também Dias (2022) verificou que, apesar de haver maior acúmulo de Mg em plantas de milho em função da aplicação do pó de basalto, não houve aumento na produção de massa seca da parte aérea.

Conclusão

Os resíduos proporcionaram boa eficiência quanto a altura de plantas e produção de matéria da parte aérea de plantas de milho, não diferindo da fonte solúvel. Entretanto, a resposta das plantas à aplicação de Mg foi pouco pronunciada durante os três cultivos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade de Rio Verde (UniRV), à Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação (PRPI), ao Programa de Pós-Graduação de Produção Vegetal da UniRV e ao Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC) pelo suporte a execução do projeto.

Referências Bibliográficas

CONCEIÇÃO, L. T., SILVA, G. N., HOLSBACK, H. M. S., OLIVEIRA, C. de F., MARCANTE, N. C., MARTINS, É. de S., SANTOS, F. L. de S., & SANTOS, E. F. (2022). Potential of basalt dust to improve soil fertility and crop nutrition. **Journal of Agriculture and Food Research**, v.10, e-100443. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100443

DIAS, R.C., TEIXEIRA, P.C., PEREIRA, R.N., LOIOLA, J.A.D., PEREIRA, M.G., ZONTA, E. (2022). Curvas de resposta do milho à adubação potássica obtidas através de experimento fatorial. **Revista Agrária Acadêmica**, v.5, n.2. https://doi.org/10.32406/v5n2/2022/35-49/agrariacad

GUO, W., NAZIM, H., LIANG, Z., & YANG, D. Magnesium deficiency in plants: An urgent problem. **Crop Journal**, v.4, n.2, p.83–91, 2016. https://doi.org/10.1016/j.cj.2015.11.003

LUCHESE, A. V., GUTZ, C. L., I. J., GIARETTA, A. P.S., ALVES, M. L., PIVETTA, L. A., & MISSIO, R. F.. Use of quarry waste basalt rock powder as a soil remineralizer to grow soybean and maize. **Heliyon**, v.9, n.3, 2023. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14050

LUCHESE, A. V., PIVETTA, L. A., BATISTA, M. A., STEINER, F., GIARETTA, A. P. da S., & CURTIS, J. C. D. (2021). Agronomic feasibility of using basalt powder as soil nutrient remineralizer. **African Journal of Agricultural Research**, v.17, n.3, p.487–497. https://doi.org/10.5897/ajar2020.15234

LUISE, L. K.; PAZ, S. P. A.; ANGÉLICA, R. S.; VALADARES, L. F.; SOUSA-SILVA, J. C.; MARCHI, G.; MARTINS, E. S. Successive off take of elements by maize grown in pure basalt powder. **African Journal of Agricultural Research**, v. 15, n. 2, p. 229-239, 2020.

MELO, V. F., UCHÔA, S. C. P., DIAS, F. de O., & BARBOSA, G. F. (2012). Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima. **Acta Amazonica**, v.42, n.4, p.471–476, 2012. https://doi.org/10.1590/S0044-59672012000400004

RAMEZANIAN, A; DAHLIN, A. S.; CAMPBELL, C. D.; HILLIER, S.; MANNERSTEDT - FOGELFORS, B. ÖBORN, I. Addition of a volcanic rockdust to soils has no observable effects on plant yield and nutrient status or on soil microbial activity. **Plant and Soil**, v. 367, n. 1-2, p. 419-436, 2013