

ROCHAGEM COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A FERTILIZAÇÃO DE SOLOS

DOI: 10.19177/rgsa.v9e0l2020918-932



Alessandra Mayumi Tokura Alovisi¹

Meriane Melissa Taques²

Alves Alexandre Alovisi³

Luciene Kazue Tokura⁴

João Augusto Machado da Silva⁵

Cleidimar João Cassol⁶



RESUMO

O estudo de fontes alternativas de nutrientes às plantas é de extrema importância, com vistas à redução dos impactos sociais, econômicos e ambientais. Diante da importância de encontrar fontes alternativas de fertilizantes para a agricultura, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adição de pó de basalto associado ou não a bioativo sobre os atributos químicos do solo, após períodos de incubação. O experimento foi desenvolvido em delineamento experimental inteiramente casualizado, distribuídos em esquema fatorial (5x2x3). Foram avaliados cinco doses de pó de basalto (0, 2, 4, 8 e 16 Mg ha⁻¹), associados ou não a bioativos

¹ Docente. Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados. E-mail: alessandraalovisi@ufgd.edu.br

^{2, 3, 5} Discente. Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados. E-mail: meriane.taques@gmail.com; alves.snpconsultoria@gmail.com; joaomachado@ufgd.edu.br

⁴ Docente. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia na Agricultura. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. E-mail: lucienetokura@gmail.com

⁶ Discente. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Universidade Federal da Grande Dourados. E-mail: cleidimar_cassol@hotmail.com

(0 e 0,1 g recipiente⁻¹) e três tempos de incubação do solo com o pó de basalto (30, 90 e 120 dias), com quatro repetições. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação, na Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Grande Dourados. Após os períodos de incubação, determinaram-se os valores de acidez ativa, acidez potencial, K, Ca, Mg e P dos solos incubados. Os resultados foram submetidos à análise de variância. O uso de pó de basalto no solo resultou em aumento significativo nos teores de Ca e Mg e nos valores de SB e V% aos 90 dias da incubação do solo. Aos 90 dias da reação do pó de basalto no solo, a dose de 12 Mg ha⁻¹ de pó de basalto proporcionou a máxima redução da acidez ativa. O pó de basalto pode ser considerado como uma fonte alternativa de fertilizante e corretivo do solo de baixo custo, o que resulta, ainda, em prática agrícola de menor impacto ambiental. Entretanto, a baixa solubilidade do pó de basalto indica que tal material não pode ser utilizado como a principal fonte de nutrientes às plantas.

Palavras-chave: Remineralização. Basalto. Incubação

STONEMEAL AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE FOR SOIL FERTILIZATION

ABSTRACT

Given the importance of finding alternative sources of fertilizers for agriculture, this study aimed to evaluate the effect of bioactive-associated basalt dust on soil nutrient availability during three incubation periods. The experiment was developed in a completely randomized experimental design, distributed in factorial scheme (5x2x3). Five doses of basalt powder (0, 2, 4, 8 and 16 Mg ha⁻¹) were evaluated, associated or not with bioactive (0 and 0.1 g sac⁻¹) and three incubation times of the soil with the basalt powder (30, 90 and 120 days), with four repetitions. The experiment was carried out in a greenhouse at the Faculty of Agricultural Sciences of the Federal University of Grande Dourados. After incubation periods, the K, Ca, Mg, pH, H + Al and P values of the incubated soils were determined. The use of basalt dust in the soil results in a significant increase in Ca and Mg contents and BS and V% values at 90 days of application. Basalt dust can be considered as an alternative source of low cost fertilizer and soil improver, which also results in lower environmental impact agricultural practice. However, the low nutrient release from basalt powder indicates that such material cannot be used as the main source of plant nutrients. The study of alternative sources of nutrients to plants is extremely important in order to reduce social, economic and environmental impacts. Given the importance of finding alternative sources of fertilizers for agriculture, this study aimed to evaluate the effect of the addition of bioactive or non-biobased basalt dust on soil chemical attributes after incubation periods. The experiment was developed in a completely randomized experimental design, distributed in factorial scheme (5x2x3). Five doses of basalt powder (0, 2, 4, 8 and 16 Mg ha⁻¹) were evaluated, associated or not with bioactive (0

and 0.1 g container⁻¹) and three times of soil incubation with the powder. basalt (30, 90 and 120 days), with four repetitions. The experiment was carried out in a greenhouse at the Faculty of Agricultural Sciences of the Federal University of Grande Dourados. After incubation periods, active acidity, potential acidity, K, Ca, Mg and P values of the incubated soils were determined. The results were submitted to analysis of variance. The use of basalt dust in the soil resulted in significant increase in Ca and Mg contents and SB and V% values at 90 days of soil incubation. At 90 days after basalt powder reaction in the soil, the 12 Mg ha⁻¹ dose of basalt powder provided the maximum reduction of active acidity. Basalt dust can be considered as an alternative source of low cost fertilizer and soil improver, which also results in lower environmental impact agricultural practice. However, the low solubility of basalt powder indicates that such material cannot be used as the main source of plant nutrients.

Key words: Remineralization. Basalt. Incubation

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma área estimada de 60 milhões de hectares sob cultivo agrícola (CONAB, 2019), porém, nessas áreas prevalecem solos ácidos e com baixa fertilidade. Mato Grosso do Sul possui metade de sua área composta por Latossolos e Neossolos, com a presença de solos de baixa fertilidade (MATO GROSSO DO SUL, 1990). Sendo o solo um recurso de extrema importância para a sobrevivência humana, torna-se necessário buscar alternativas que possam proporcionar o melhor aproveitamento desse recurso, em especial na produção de alimentos. Para que esses solos sejam empregados na produção agropecuária, as práticas da correção e fertilização dos solos são fundamentais para obter boas produtividades. Uma alternativa para complementação da fertilização é o uso de pó de rocha, que é um fertilizante natural, com solubilidade mais lenta, rico em macro e micronutrientes.

O pó de rocha promove a remineralização do solo, o que se deve ao seu amplo conteúdo mineral e à sua composição química potencialmente apropriada para o enriquecimento de solo de baixa fertilidade ou para a recuperação de solo empobrecido por lixiviação. Segundo Osterroht (2003) a dissolução dos pós de rochas é um processo lento e complexo e, que depende muito da composição química e mineralógica da rocha, granulometria do material, tempo de reação, assim como do pH e da presença de microrganismos no solo atuando em sua degradação.

Para esse tipo de fertilização é essencial combinar a mineralogia e geoquímica da rocha selecionada com as exigências do solo e das plantas (SOUZA, 2014). Em função de variações na composição das rochas, pode haver disponibilidade de vários nutrientes a curto, médio e longo prazo (DUARTE, 2013).

A eficácia da utilização do pó de rocha como fonte de nutrientes é questionada por Bolland e Baker (2000), em razão da baixa solubilidade desse material. Apesar da liberação dos nutrientes do pó de rocha para a solução do solo, na forma adequada para serem absorvidos pelas plantas serem lentos (THEODORO e LEONARDOS, 2006), há uma tendência de maximizar a liberação dos elementos químicos mediante a utilização de microrganismos capazes de promover a solubilização das rochas, acelerando o processo de liberação dos nutrientes para o solo (LOPES-ASSAD *et al.*, 2006; LIMA *et al.*, 2007).

Pesquisas realizadas por Theodoro e Leonardos (2006), demonstram que o uso de pó de rocha na agricultura vantagens econômicas, ambientais e produtivas significativas em culturas de milho, arroz, mandioca, cana-de-açúcar em comparação à adubação convencional.

Em estudo com mármore moído, Novelino *et al.* (2008) observaram incrementos no pH, cálcio, magnésio e na saturação por bases. Resultados semelhantes foram obtidos por Theodoro e Leonardos (2006); Dias *et al.* (2007) e Pinheiro *et al.* (2008) com a utilização de pó de rocha em amostras de solos.

A utilização do pó de basalto como fonte de nutrientes para o feijoeiro em Cambissolo Húmico foi avaliado por Nichele (2006) que verificou que todos os tratamentos que receberam o produto, a produtividade do feijoeiro foi similar aos tratamentos com calcário e calcário com adubo convencional. Groth *et al.* (2017) ao estudarem o efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos fitófagos, verificaram que o pó de basalto supre as necessidades minerais dos solos e também favorece a diminuição populacional de insetos fitófagos na cultura de alface.

Assim, a busca por fontes alternativas de nutrientes às plantas é essencial, com vistas à redução dos impactos ambientais, econômicos e sociais gerados pelas fontes minerais solúveis. Neste conteúdo, um segmento da pesquisa que vem

avançando é o da utilização de pó de rochas, como alternativas ou complementação ao uso de fertilizantes minerais.

Desta forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da adição crescente de pó de basalto associado ou não a bioativo, sobre os atributos químicos do solo, após três períodos da reação do pó de basalto no solo.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, município de Dourados, latitude 22°14'S, longitude de 54°49'W e altitude de 458 metros. O clima é do tipo Am, monçônico, com inverno seco, precipitação média anual de 1500 mm e temperatura média de 22°C (ALVARES *et al.*, 2013). O solo utilizado no experimento foi um Latossolo Vermelho Distroférico, argiloso. O solo foi coletado na profundidade de 0,0-0,2 m, sendo seco ao ar, destorroado e passado em peneira de 2 mm de abertura.

Anterior à aplicação do pó de basalto foi realizada a caracterização química do solo, por meio da coleta de amostras de solo da camada de 0-0,2 m de profundidade e os resultados avaliados de acordo com a metodologia de Claessen (1997) estão apresentados na Tabela 1.

O pó de basalto aplicado foi oriundo de uma mineradora localizada no município de Itaporã (MS) e apresentava as seguintes características: SiO₂ (49,35%), Al₂O₃ (12,17%), FeO₂ (15,45%), CaO (7,74%), MgO (3,67%), K₂O (1,60%), N₂O (2,62%), TiO₂ (3,67%), MnO (0,23%), P₂O₅ (0,61%). O bioativo utilizado era constituído de: SiO₂ (56%), Al₂O₃ (16%), Fe₂O₃ (4,0%), CaO (4,0%), MgO (4,0%), K₂O (2,0%), Na₂O (0,4%), micronutrientes (3,5%).

Tabela 1: Atributos químicos do solo, determinadas em amostras de solo coletadas na camada de 0-0,2 m, antes da implantação do experimento.

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
----	-----	---	---	----	----	------	----	----	-----	---

H ₂ O	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol.dm ⁻³ -----						%	
5,7	5,0	27	4,9	2,7	36	19	61	0	58	119	48

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, distribuídos em esquema fatorial (5x2x3), tendo como unidades experimentais, 0,2 kg de solo seco ao ar mantido em sacos de polietileno, sem drenos. Os solos foram incubados com o pó de basalto com granulometria <0,05 mm, nas seguintes doses (0, 2, 4, 8 e 16 Mg ha⁻¹), associados ou não a bioativos (0 e 0,1 g saco⁻¹), em três tempos de incubação do solo com o pó de basalto (30, 90, 120 dias), com quatro repetições. Os materiais foram homogeneizados com o solo. Durante o período de incubação, manteve-se a umidade do solo com o teor de água suficiente para ocupar 60% do volume total de poros de cada solo, de acordo com metodologia de Freire *et al.* (1998).

Após cada período de incubação, os solos foram secos ao ar para posterior análise química, onde foram determinados: pH em água, pH CaCl₂, cálcio, magnésio, alumínio trocáveis, fósforo extraído por Melich-1 e potássio, segundo metodologia descrita em Claessen (1997). Os valores de CTC, soma de bases (SB) e saturação por bases (V%) foram obtidos por cálculo.

Os dados obtidos de cada variável foram submetidos às análises de variância. Para as doses de pó de rocha, empregou-se análise de regressão, quando constatada significância das doses. Os efeitos obtidos com os fatores qualitativos foram comparados através da aplicação do teste t de Student a 0,05 de probabilidade. Para a análise estatística utilizou-se o pacote computacional ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação doses de pó de basalto e período de incubação foi significativa para pH em água, P, K, Ca, Mg, SB e V% (Figuras 1 A, B, C, D, E, F e G), enquanto as interações entre doses e bioativo e entre período de incubação e bioativo não foram significativas para nenhum dos atributos avaliados. Houve interação tripla entre os tratamentos apenas para pH em CaCl₂ (Tabela 2). Com o desdobramento da interação tripla entre doses de pó de basalto dentro de tempo de incubação e

bioativo, observou-se que, os maiores valores de pH em CaCl₂ foram encontrados nos solos que ficaram incubados com o pó de basalto, a partir de 90 dias, independente da adição do bioativo. Resultados semelhantes observados por Inocêncio *et al.* (2009).

Tabela 2: Desdobramento da interação significativa doses de pó de basalto dentro de tempo de incubação e bioativo, em relação ao pH em CaCl₂. Dourados-MS, UFGD.

Doses de pó de basalto (Mg ha ⁻¹)	Período de incubação (dias) x bioativo (com e sem)					
	30 dias	30 dias	90 dias	90 dias	120 dias	120 dias
	com bioativo	sem bioativo	com bioativo	sem bioativo	com bioativo	sem bioativo
0	5,05 b	5,11 b	5,49 a	5,42 a	5,27 ab	5,42 a
2	5,11 c	5,07 c	5,37 ab	5,46 a	5,31 abc	5,19 bc
4	5,12 b	5,12 b	5,51a	5,36 ab	5,21b	5,54 a
8	5,14 b	5,16 b	5,53 a	5,43 a	5,37 ab	5,31 ab
16	5, 17 b	5,17 b	5,49 a	5,51 a	5,20 b	5,19 b

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na horizontal, não diferem entre si, pelo teste de t de Student a 0,05 de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Os valores de pH em água do solo diminuíram de forma linear após 30 dias de incubação do solo (Figura 1A), o que indica um processo de acidificação do solo durante esse período de incubação. Possivelmente, pela hidrólise, resultante da adição de água no solo e pela decomposição da matéria orgânica. Segundo Melo *et al.* (2012), na fase inicial da reação do pó de rocha com a solução do solo, há liberação de Al³⁺ a partir do intemperismo dos silicatos.

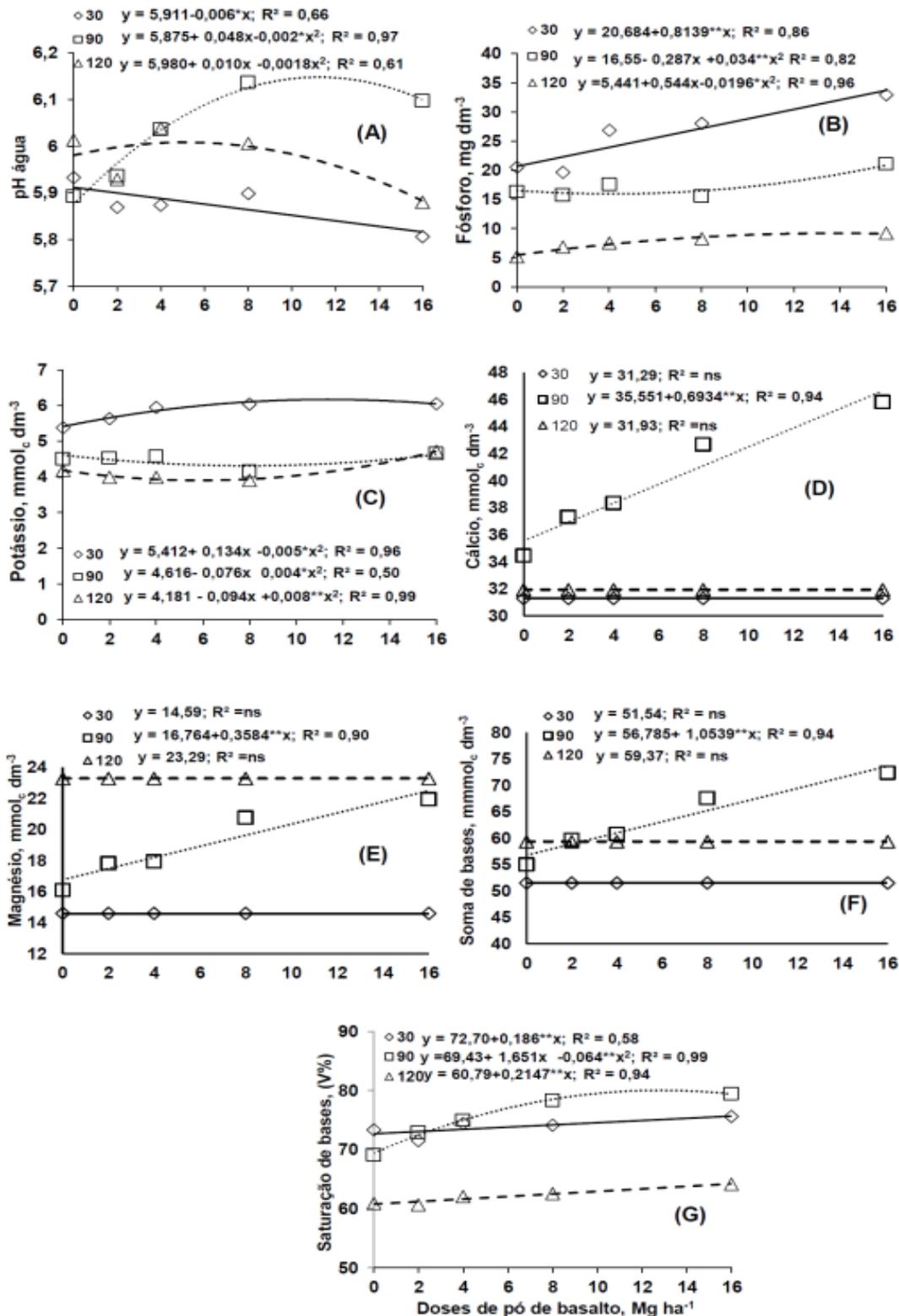
Os maiores acréscimos de pH proporcionados pela adição do pó de basalto no solo foram observados aos 90 dias de incubação (Figura 1A). O ponto de máxima

neutralização da acidez deu-se com 12 Mg ha⁻¹, com pH de 6,4. E aos 120 dias de incubação o ponto de máximo pH foi obtido com a dose de 8,48 Mg ha⁻¹ de pó de basalto, com pH de 5,9. O que sugere a lenta solubilização do pó de basalto. Tal desempenho também pode ser explicado pelo poder tampão do solo.

O teor de fósforo no solo aumentou de forma linear com o acréscimo das doses aplicadas de pó de basalto, aos 30 dias de incubação. A partir do período de 30 dias de incubação, observa-se uma redução nos teores. As condições típicas dos Latossolos, com predomínio de óxidos de Fe e Al na fração argila, favorecem a intensa imobilização do P. Aos 90 dias de incubação observa-se um ponto de mínima de 15,94 mg dm⁻³ de P, com a dose de 4,22 Mg ha⁻¹ e um teor máximo de 9,33 mg dm⁻³ de P, com a dose de 14,32 Mg ha⁻¹ do pó de basalto, aos 120 dias de incubação do solo.

Esse aumento dos teores de fósforo, no entanto, deve ser interpretado com cautela, segundo Motta *et al.* (1993), grandes acréscimos são dependentes do método de extração utilizado, onde os de composição ácida extraem quantidades superior ao das resinas trocadoras de íons. Assim, esse efeito possivelmente ocorreu pela dissolução do fósforo ocluso e que estava adsorvido por ligações químicas fortes, pelo uso de ácidos fortes foi solubilizada, não representando o P disponível para as plantas. A superestimava desse elemento, também foi constatado por Escosteguy e Klamt (1998), em solos que receberam pó de basalto.

Figura 1: Atributos químicos do solo: pH em água (A), teor de fósforo (B), teor de potássio (C), teor de cálcio (D), teor de magnésio (E), soma de bases (F) e saturação por bases (G), em função de doses de pó de basalto e tempo de incubação dos solos.



Semelhante ao P, os teores de K foram maiores no solo incubado até 30 dias (Figura 1C), com teor máximo de $6,31 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$, na dose de $13,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ de pó de basalto. E com teores mínimos de $4,26$ e $3,91 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$, nas doses de $9,5$ e $5,87 \text{ Mg ha}^{-1}$ de pó de basalto, aos 90 e 120 dias de incubação, respectivamente.

Os teores de Ca e Mg no solo aumentaram linearmente com as doses aplicadas de pó de basalto, somente no período de 90 dias de incubação (Figuras 1D e 1E). A utilização de 16 Mg ha^{-1} de pó de basalto, proporcionou incremento de $11,09$ e $5,73 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$ nos teores de Ca e Mg, respectivamente.

Apesar dos acréscimos e decréscimo nos valores de pH, K, P, Ca e Mg, com o tempo de incubação do solo, as doses de pó de basalto testadas não modificaram a interpretação desses nutrientes no solo, mantendo-se nos teores adequados para as culturas anuais (SOUSA e LOBATO, 2004).

Os incrementos nos teores de K, Ca e Mg foram relativamente baixos (Figuras 1C, 1D e 1E), indicando que esses elementos devem estar presentes em minerais de baixa solubilidade e de lenta alteração. No entanto, estes valores tornam-se de grande importância, em solos com baixos teores nesses elementos. A baixa liberação desses cátions também foi constatada por Melo *et al.* (2012), em solos tratados com doses de até 100 Mg ha^{-1} . Segundo Von Wilbert e Lukes (2003) essa lenta liberação não impede um impacto significativo sobre a nutrição das culturas em longo prazo, especialmente as de ciclo longo.

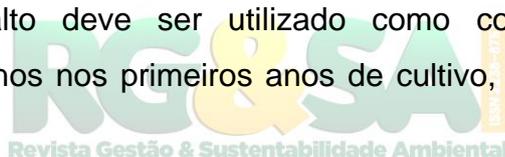
Os valores de soma de bases aumentaram de forma linear com o acréscimo das doses de pó de basalto, somente no período de 90 dias de incubação (Figura 1F). Esse efeito está de acordo com as variações observadas para os teores de Ca e Mg. A redução do valor de SB, observada no período de 120 dias de incubação, e o aumento da acidez nesse período (Figura 1A) foram suficientes para influenciar os valores da saturação por bases (Figura 1G). Ainda que os valores de saturação por bases tenham diminuídos no período de 120 dias de incubação do solo, os teores são considerados adequados para as culturas anuais (SOUSA e LOBATO, 2004). Isso se deve aos altos valores de V% ($>60\%$) previamente existentes nesse solo, conforme indicam os valores obtidos nos tratamentos sem adição do pó de basalto (Figura 1G).

A diminuição dos teores dos íons solúveis, com o tempo de incubação, num sistema fechado pode ser atribuída a processos de sorção, tanto por parte de ácidos orgânicos presentes na matéria orgânica quanto por parte de novas fases minerais produzidas em função de processos de alteração de minerais contidos no pó de rocha (LOPES, 2013).

Do ponto de vista da geoquímica de fertilidade do solo, o pó de basalto pode disponibilizar de forma rápida os macronutrientes necessários para as plantas, isto é evidenciado pelos aumentos nos teores de P e K, no período de 30 dias, e de Ca, Mg, SB e V%, aos 90 dias. Resultados semelhantes obtidos por Sousa (2014) e Toscani e Campos (2017).

Vale lembrar que o basalto apresenta óxidos de silício em sua composição (49,35%). Assim, o uso do pó de basalto pode disponibilizar o ânion silicato que concorre pelo mesmo sítio de adsorção do ânion fosfato, aumentando a disponibilidade do P para as plantas (SANDIM *et al.*, 2014).

O pó de basalto deve ser utilizado como complemento à adubação convencional, pelo menos nos primeiros anos de cultivo, dadas as quantidades de nutrientes fornecidas.



4 CONCLUSÕES

A dose de 12 Mg ha⁻¹ de pó de basalto proporcionou a máxima redução da acidez ativa, elevando o pH em água de 5,9 para 6,4, aos 90 dias da reação do pó de basalto no solo.

O uso de pó de basalto no solo resulta em aumento significativo nos teores de cátions fundamentais ao desenvolvimento da planta, principalmente Ca e Mg, SB e V%, com o aumento das doses do pó, aos 90 dias da aplicação.

O pó de basalto pode ser considerado como uma fonte alternativa viável de fertilizante e corretivo do solo, dependendo da composição da rocha, granulometria do material e condições do solo.

A pequena liberação dos nutrientes do pó de basalto indica que tal material não pode ser utilizado como a principal fonte de nutrientes às plantas.

A técnica da rochagem apresenta vantagem econômica na dependência brasileira de importação de fontes externas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.

BOLLAND, M. D. A.; BAKER, M. J. Powdered granite is not an effective fertilizer for clover and wheat in sandy soils from Western Australia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.56, p.59-68, 2000.

CLAESSEN, M.E.C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. (2 ed.). Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997.

CONAB. **Indicadores de Agropecuária**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2019. 92p.

DIAS, F. O.; MELO, V. F.; UCHÔA, S. C. P.; CARVALHO, K. S.; SILVA, S. M. Pó de basalto apoteri nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo Distrófico. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. **Anais**. Porto Alegre, 2007.

DUARTE, W. M.; MAFRA, A. L.; FORESTI, M. M.; PICCOLLA, C. D.; ALMEIDA, J. A. Potencial de olivina melilito, granito e sienito na disponibilização de potássio em solos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 12, p. 68-77, 2013.

ESCOSTEGUY, P. A.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p.11-20, 1998.

FREIRE, J. C.; RIBEIRO, V. A.; BAHIA, V. G.; LOPES, A. S.; AQUINO, L. H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.4, p. 5-8, 1998.

GROTH, M. Z.; BELLÉ, C.; BERNARDI, D.; BORGES FILHO, R. C. Pó-de-basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 4, p. 433-440, 2017.

INOCENCIO, M. F.; NOVELINO, J. O.; PAIM, L. R.; GUTIERREZ, R. S. Efeito da aplicação de basalto triturado nas características químicas de amostras de solo do estado de mato grosso do sul. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.145- 151, out.-dez. 2009.

LIMA, R. C. M.; STAMFORD, N. P.; SANTOS, E. R. S.; DIAS, S. H. L. Rendimento da alface e atributos químicos de um Latossolo em função da aplicação de biofertilizantes de rochas com fósforo e potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 224-229, 2007.

LOPES-ASSAD, M. L. L.; ROSA, M. M.; ERLER, G.; ANTONINI, S. R. C. Solução de pó-de-rocha por *Aspergillus Niger*. **Espaço e Geografia**, v.9, p. 1-17, 2006.

LOPES, O. M. M. **Efeito de argilomineral e vinhaça em atributos químicos de dois tipos de solos**. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente). São Carlos: UFSCar, 2013.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas multirreferencial**. Campo Grande: Convenio Governo do Estado/ Fundação IBGE, 1990. 29p.

MELO, V. F.; UCHOA, C. P.; DIAS, F. O.; BARBOSA, G. F. Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima. **Acta Amazônica**, v. 42, p.471-476, 2012.

MOTTA, A. C. V.; KUDLA, A. P.; FEIDEN, A. Efeito da aplicação do pó de basalto sobre algumas características químicas dos solos e crescimento de planta em um LE e LR. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v. 12, p.173-178, 1993.

NICHELE, E.R. **Utilização de minerais no desenvolvimento de plantas e na mitigação de odores em criações animais confinadas**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Lages: UDESC, 2006.

NOVELINO, J. O.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; MAUAD, M.; HOFFMANN, N. T. K. Cálcio e magnésio trocáveis pH e saturação em bases de amostras de solos submetidas a aplicação de mármore triturado. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo de Nutrição de Plantas. **Anais**. Londrina, 2008.

OSTERROHT, M. V. Rochagem Para Quê? **Revista Agroecologia Hoje**, n. 20, p. 12-15, 2003.

PINHEIRO, C. M.; SOUZA JUNIOR, J. O.; GROSS, E.; MENEZES, A. A. Efeito do pó de rocha MB-4 nas características químicas de um Latossolo Vermelho Amarelo. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo de Nutrição de Plantas. **Anais**. Londrina, 2008.

SANDIM, A. S.; BÜLL, L. T.; FURIM, A. R.; LIMA, G. S.; GARCIA, J. L. N. Phosphorus availability in oxidic soils treated with lime and silicate applications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1215-1222, 2014.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 3733-3740, 2016.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. (2 ed.). Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

SOUZA, F. N. S. **O potencial de agrominerais silicáticas como fonte de nutrientes na agricultura tropical**. Tese (Doutorado em Geociências). Brasília: UnB-IGD, 2014.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, p. 721-730, 2006.

TOSCANI, R. G. S.; CAMPOS, J. E. G. Uso de pó de basalto e rocha fosfatada como remineralizadores em solos intensamente intemperizados. **Geociências**, v. 36, p. 259-274, 2017.

VON WILBERT, K.; LUKES, M. Ecochemical effects of phonolite rock powder, dolomite and potassium sulphate in a spruce stand on an acidified glacial loam. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 65, p. 115-127, 2003.

