

Potencial do pó de basalto como remineralizador de solo em sistemas de produção de hortaliças

Ana Lúcia Hanisch¹, Rafael Ricardo Cantú², Juliane Garcia Knapik Justen³ e Guilherme Luis Scaramella Gonçalves⁴

Resumo – Na última década, após a normatização para uso de remineralizadores na agricultura, diversos estudos têm confirmado efeitos positivos desses produtos nos sistemas agrícolas, sendo esses efeitos mais intensivos em rochas vulcânicas básicas, como o pó de basalto. Nesse contexto, essa pesquisa teve por objetivo avaliar o efeito de um pó de basalto filler sobre o crescimento das culturas de alface e repolho e sobre os indicadores químicos do solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos, em um delineamento completamente casualizado em um fatorial 2x4x2, sendo dois tipos de solo (Cambissolo e Neossolo quartzarênico), quatro doses de pó de basalto (0, 5, 10 e 20t ha⁻¹) com e sem adubação solúvel, com quatro repetições. Houve interação entre os fatores para todos os indicadores avaliados. O pó de basalto filler foi efetivo em aumentar a produção de massa seca das culturas quando cultivado em Neossolo quartzarênico até a dose de 10t ha⁻¹. Nas duas culturas houve correlação negativa entre pó de basalto e a adubação solúvel. No solo, 115 dias após a incorporação das doses e após o cultivo de alface e repolho, o pó de basalto filler foi eficaz em alterar os atributos do solo, sendo esse efeito mais acentuado no Neossolo. Em ambos os tipos de solos houve aumento quadrático no pH e nos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e na saturação de bases (V%) de acordo com o aumento das doses do produto. Os resultados indicam potencial promissor do produto para uso na agricultura.

Termos para indexação: Pós de rocha; *Brassica oleracea*; *Lactuca sativa*; Insumos alternativos.

Basalt dust potential as a soil remineralizer in vegetable production systems

Abstract – In the last decade, after the standardization of remineralizers in agriculture, several studies have confirmed the positive effects of these products in agricultural systems, with these effects being more intensive in basic volcanic rocks, such as basalt dust. In this context, this research aimed to evaluate the effect of a basalt filler powder on the growth of lettuce and cabbage crops and on soil chemical indicators. The experiment was conducted in a greenhouse, in pots, in a completely randomized design in a 2x4x2 factorial, with two types of soil (Cambisol and Quartzarenic Neosol), four doses of basalt dust (0, 5, 10 and 20t ha⁻¹) with and without soluble fertilizer, with four repetitions. There was interaction between the factors for all indicators evaluated. The basalt filler dust effectively increased crops' dry mass production when cultivated in a Neosol up to a dose of 10t ha⁻¹. In both cultures, there was a negative correlation between basalt powder and soluble fertilizer. In the soil, 115 days after the incorporation of the doses and after the cultivation of lettuce and cabbage, the basalt filler dust effectively altered the soil attributes, this effect being more pronounced in the Neosol. In both types of soil, there was a quadratic increase in pH and the levels of phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), and base saturation (V%) according to the increase in product doses. The results indicate the promising potential of the product for use in agriculture.

Index terms: Rock powders; *Brassica oleracea*; *Lactuca sativa*; Alternative fertilizers.

Introdução

Remineralizador de solo é o material de origem mineral que sofreu apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que, quando aplicado ao solo, altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-quí-

micas ou da atividade biológica do solo (BRASIL, 2013).

Com a normatização para remineralizadores definida a partir da IN 5/2016 do Ministério da Agricultura, desenvolveu-se um conjunto de normas e procedimentos para registro de potenciais pós de rocha com fins para uso na agricultura. Entre as exigências da Normativa, consta que: “o registro será concedido mediante a apresentação de

trabalhos científicos pelo requerente, os quais devem ser conclusivos quanto à eficiência agrônômica”. Ou seja, o processo de registro desses novos produtos deve seguir um rigoroso processo de pesquisa, realizado por entidades idôneas, a fim de certificar a eficiência agrônômica e testar situações de excesso e seus possíveis riscos aos consumidores e ao meio ambiente.

Embora a rochagem seja utilizada

Recebido em 05/12/2023. Aceito para publicação em 20/02/2024.

Editor de seção: João Frederico Mangrich dos Passos

¹Eng.-agr., Dra., Epagri/Estação Experimental de Canoinhas, BR 280, 1101, 89466-500, Canoinhas/SC, fone: (47) 3627 4199, e-mail: analucia@epagri.sc.gov.br

²Eng.-agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, fone:(47) 3398 6300, e-mail: rrcantu@epagri.sc.gov.br

³Eng.º Florestal, M.Sc., Epagri/Gerência Regional de Rio do Sul, fone:(47) 3526 3082, e-mail: julianeknapik@epagri.sc.gov.br

⁴Eng.-agr., Epagri/EM de Porto União, fone:(47) 3627 4331, e-mail: guilhermegoncalves@epagri.sc.gov.br

Doi: <https://doi.org/10.52945/rac.v37i1.1788>

há décadas no Brasil, com os avanços legais, ocorreu um salto no número de pesquisas sobre o tema (tanto quantitativo quanto qualitativo), validando diversos relatos observados há tempos pelos agricultores. A regulação de uso dos pós de rocha e a padronização das normas de pesquisa têm sido fundamentais para promover maior segurança ao setor produtivo como um todo.

Os resultados de pesquisas têm indicado uma alta variabilidade de respostas dos pós de rocha em culturas agrícolas, o que está relacionado, em grande parte, à diversidade de composição das rochas. No entanto, vários estudos têm confirmado efeitos positivos desses produtos na melhoria de indicadores químicos do solo (HANISCH et al., 2013; SOUZA et al., 2017; MORETTI et al., 2019; MARCHI et al., 2020), sendo esses efeitos mais intensivos em rochas vulcânicas básicas, como o pó de basalto (MELLO et al., 2012). Trabalhos como esse são fundamentais para o fortalecimento da integração entre a pesquisa e os demandadores regionais de desenvolvimento (indústria e setor agrícola), e devem contribuir para a efetivação de uma agricultura com maior sustentabilidade ambiental e econômica na região onde eles se desenvolvem.

Nesse contexto, essa pesquisa teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação do pó de basalto tipo filler, associado ou não à adubação solúvel, sobre a produção de massa seca do cultivo de alface e de repolho e nos indicadores químicos do solo. O trabalho visa verificar a efetividade do produto para futuro uso comercial, contribuindo assim para o registro do pó de basalto no Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa).

Material e métodos

Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação na Estação Experimental da Epagri de Itajaí, SC (26°56'33.1"S 48°45'31.6"W, altitude de 5m a.n.m. e clima Cfa), sendo avaliado o desempenho das culturas da alface e do repolho com o uso do pó de basalto filler. Em ambos os experimentos foi utilizado delineamento completamente

casualizado com 16 tratamentos (Tabela 1), formados por um fatorial 2x4x2, sendo dois tipos de solo (Cambissolo háplico e Neossolo quartzarênico), quatro doses de pó de basalto (0, 50, 100 e 200g vaso⁻¹ equivalente a 0, 5, 10 e 20t ha⁻¹), com e sem adubação solúvel determinada de acordo com a recomendação da CQFS RS/SC (2016). Foram utilizadas quatro repetições para o cultivo da alface e três para o cultivo do repolho.

Anteriormente à implantação dos experimentos, foram coletadas três amostras do pó de basalto filler da Mineradora Kerber & Cia, as quais foram retiradas de pilhas do produto previamente homogeneizadas e encaminhadas para análise da composição química (Tabela 2). Os resultados obtidos estão de acordo com as especificações e garantias dos remineralizadores, conforme a IN MAPA nº 05/2016.

As duas culturas foram cultivadas em vasos com volume de oito litros,

sendo que tanto as doses de pó de basalto quanto a adubação foram homogeneizadas ao solo antes do plantio. Para cada cultura foi utilizada uma planta por vaso, mantido dentro de abrigo de cultivo, com irrigação controlada (80% da capacidade de campo) e com a aplicação dos procedimentos fitossanitários padrão para as culturas. A data de plantio da alface foi 12/01/2022 e a colheita em 14/02/2022. O experimento com repolho foi implantado em 20/02/2022 e as plantas foram colhidas em 15/04/2022.

A alface foi colhida aos 33 dias após o plantio, em ponto de colheita comercial. O repolho foi colhido aos 54 dias, estando ainda na fase de folhas, sem a formação das "cabeças". Em ambos os cultivos, após a colheita, as plantas foram pesadas e levadas para estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até alcançarem peso constante e serem novamente pesadas para determinação do teor de massa seca. No cultivo da alface

Tabela 1. Descrição dos fatores de formação dos tratamentos avaliados nos experimentos com cultivo de alface e repolho (Itajaí, 2022)

Table 1. Description of the formation factors of the treatments evaluated in experiments with lettuce and cabbage cultivation (Itajaí, 2022)

Trat.	Tipo de solo	Pó de basalto (g vaso ⁻¹)	Equivalente (t ha ⁻¹)	Adubação
1	Neossolo quartzarênico	0	0	sem
2	Neossolo quartzarênico	50	5	sem
3	Neossolo quartzarênico	100	10	sem
4	Neossolo quartzarênico	200	20	sem
5	Neossolo quartzarênico	0	0	com
6	Neossolo quartzarênico	50	5	com
7	Neossolo quartzarênico	100	10	com
8	Neossolo quartzarênico	200	20	com
9	Cambissolo háplico	0	0	sem
10	Cambissolo háplico	50	5	sem
11	Cambissolo háplico	100	10	sem
12	Cambissolo háplico	200	20	sem
13	Cambissolo háplico	0	0	com
14	Cambissolo háplico	50	5	com
15	Cambissolo háplico	100	10	com
16	Cambissolo háplico	200	20	com

⁵IN 5 de 2013 alterada pela IN 6 de 2016 do MAPA

⁶Utilização de pós de rocha como fertilizantes para o solo

foi realizada a análise da composição do tecido vegetal, sendo utilizadas as folhas secas da alface, que foram encaminhadas para determinação dos teores de nitrogênio (pelo método da digestão sulfúrica) e dos teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn e B por digestão nitroperclórica (SILVA, 2009).

Para avaliação do efeito do pó de basalto nos solos, ao final do experimento do repolho foram retiradas amostras de solo para análise química após homogeneização. As amostras de solo foram enviadas para determinação dos teores de argila (densimetria), pH água e SMP (potenciometria), M.O. (espectroscopia); Al, Ca, Mg (KCl/espectrofotometria de absorção atômica); P (Mehlich¹/colorimetria) e K (Mehlich¹/fotômetro de chamas).

Os dados foram submetidos à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e de variância pelo teste F utilizando-se os programas Sisvar e R. Quando constatada diferença entre tratamentos ao nível de 5% de probabilidade do erro, foi realizada análise de regressão, utilizando-se os modelos que melhor se ajustaram aos dados e ao fenômeno investigado. Para comparação entre os tipos de solo e entre o uso ou não de adubação foi realizado teste de Tukey para comparação de médias, também ao nível de 5%. Para os dados oriundos das amostras de solo, foram utilizados apenas os tratamentos sem adubação solúvel a fim de comparar apenas o efeito do pó de basalto.

Resultados e discussão

Não foram observados efeitos fitotóxicos ou de deficiência nutricional em nenhum dos tratamentos, tanto no cultivo da alface, quanto no do repolho (Figura 1). Em ambos os cultivos, em relação à produtividade, houve efeito triplo de interação entre as doses de pó de basalto, os tipos de solos e o uso ou não da adubação solúvel. Dessa forma, os dados serão apresentados em cada cultura, com o efeito das doses sobre cada tipo de solo, em ambas as situações: sem e com adubação.

Tabela 2. Teores de nutrientes (%) do pó de basalto filler (Bas_K) da Mineradora Kerber & Cia de Porto União (SC, 2021)

Table 2. Nutrient contents (%) of filler basalt powder (Bas_K) from Mineradora Kerber & Cia de Porto União (SC, 2021)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	MnO
Bas_K	50,7	12,9	13,1	8,37	5,02	3,49	0,47	2,62	1,73	0,17
Branco	96,6	0,13	1,19	0,03	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	0,02

Nos tratamentos sem adubação solúvel, foi observado aumento da produtividade da alface na maior dose de pó de basalto filler, quando cultivada em Neossolo, não sendo esse efeito observado no Cambissolo (Figura 2a). A aplicação de até 100g vaso⁻¹ de pó de basalto filler, em ambos os solos, não promoveu nenhum incremento na alface e as produtividades observadas sem adubação solúvel (em média de 50g de alface vaso⁻¹) foram quase quatro vezes menores que a média dos tratamentos com adubação (Figura 2b). A cultura da alface é dependente de altas doses de insumos solúveis que atendam as necessidades nutricionais no curto período do seu ciclo de produção. Dessa forma, o uso de um insumo com baixas concentrações de nutrientes como o pó de basalto não foi apto a atender, no curto prazo, as demandas da cultura. Sem o uso da adubação solúvel houve um pequeno incremento na produtividade da alface na dose equivalente de 20t ha⁻¹ de pó de basalto no Neossolo, o que indica efetividade do produto (Figura 2a). Doses dessa magnitude não são economicamente viáveis, mas esse resultado contribuiu para confirmar

que, mesmo altas doses de pó de basalto filler não causam danos à cultura da alface e, mesmo em um ciclo extremamente rápido, conseguiram atender parte da demanda em nutrientes.

Com o uso da adubação solúvel, por outro lado, houve interação negativa das doses de pó de basalto com o adubo, sendo que no Cambissolo houve uma redução linear na produtividade da alface com o aumento das doses do basalto (Figura 2b). Por outro, no Neossolo, as doses de 50 e 100g vaso⁻¹ reduziram a produtividade da alface quando misturadas ao adubo solúvel, mas não houve efeito com a dose de 200g vaso⁻¹. Dessa forma, para a cultura da alface, não é indicada a mistura do pó de basalto filler ao adubo solúvel.

No cultivo do repolho, nos tratamentos sem adubação solúvel, os resultados da aplicação das doses de pó de basalto filler foram bastante promissores. Ao contrário do resultado observado na alface, no cultivo inicial do repolho as doses de 50 e 100g vaso⁻¹ de pó de basalto promoveram um aumento significativo na produtividade (Figura 3a), sendo inclusive superiores aos observados com o uso da adubação recomendada



Figura 1. Vista geral dos experimentos de alface (a) e de repolho (b) com doses de pó de basalto aos 25 dias após o transplante das mudas. Itajaí, 2022. Foto: Rafael R. Cantú

Figure 1. General view of the lettuce (a) and cabbage (b) experiments with doses of basalt dust 25 days after transplanting the seedlings. Itajaí, 2022. Photo: Rafael R. Cantú

⁷IN MAPA nº 05/2016, em seu Artigo 4º – Parâmetros Desejáveis: 1) Em relação à especificação de natureza física pode ser filler, pó ou farelado (Anexo I da Instrução Normativa); 2) Em relação à soma de bases (CaO, MgO, K₂O), deve ser igual ou superior a 9% (nove por cento) em peso/peso; 3) Em relação ao teor de óxido de potássio (K₂O), deve ser igual ou superior a 1% (um por cento) em peso/peso.

(Figura 3b). Valores acima de 100g de repolho g vaso⁻¹ somente com o uso de pó de basalto, em doses equivalentes a 5t ha⁻¹, para os dois tipos de solo são resultados extremamente importantes na validação do produto, indicando potencial como fornecedor de nutrientes, mesmo no curto prazo (Figura 3a).

Nos dois solos a maior dose do pó de basalto promoveu efeito inverso na produtividade do repolho: enquanto no Neossolo houve uma correlação positiva até a dose equivalente a 10t ha⁻¹ e redução com a dose equivalente a 20t ha⁻¹, no Cambissolo a maior produtividade do repolho foi observada na maior dose de pó de basalto. Apesar dessas variações, a dose equivalente a 5t ha⁻¹ de pó de basalto filler foi a mais efetiva no cultivo do repolho, sem o uso da adubação solúvel.

De forma semelhante ao observado no cultivo da alface, as doses de pó de basalto apresentaram uma correlação negativa com a adubação no Cambissolo, o que resultou em uma redução linear na produtividade do repolho (Figura 3b), sendo que esse efeito não foi observado no Neossolo. Na cultura do milho, Souza et al. (2017) não verificaram correlação negativa de doses de pó de rocha com adubação solúvel, sendo que o aumento das doses promoveu aumento da produção da cultura.

De um modo geral, não foram observados efeitos das doses de pó de basalto filler sobre a composição química do tecido vegetal da alface cultivada em ambos os solos, à exceção do teor de potássio e de zinco (Tabela 3).

Houve aumento da concentração de potássio nas folhas de alface com o aumento das doses, com e sem o uso da adubação solúvel. Isso indica que, mesmo com a menor solubilidade do produto, a concentração de potássio no pó de basalto, que é em torno de 1,7% (Tabela 1), permitiu um aumento na absorção do nutriente pelas plantas. Este fato deve estar vinculado à maior mobilidade do potássio, tanto no solo, quanto no tecido foliar, que permitiu que, mesmo em uma cultura de ciclo rápido como a alface, ocorresse uma maior absorção. Considerando-se a importância do potássio para a agricultura e a enorme dependência do país para sua aquisição, a efetividade do pó de basalto filler

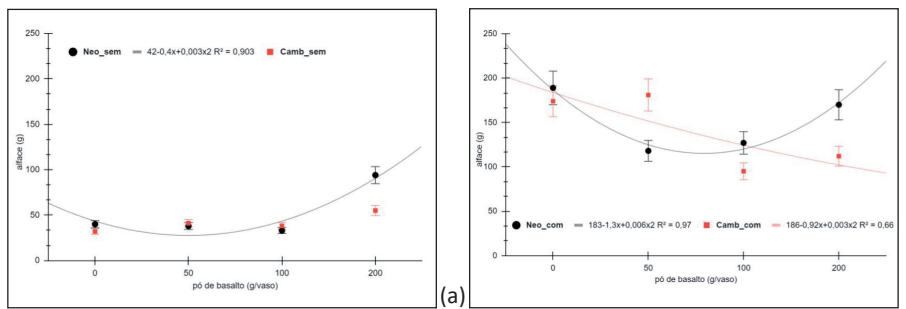


Figura 2. Efeito de doses de pó de basalto no cultivo da alface em dois diferentes tipos de solo (Neo e Camb), sem (a) e com (b) adubação, Itajaí (SC, 2022)

Figure 2. Effect of doses of basalt dust on lettuce cultivation in two different types of soil (Neo and Camb), without (a) and with (b) fertilization, Itajaí (SC, 2022)

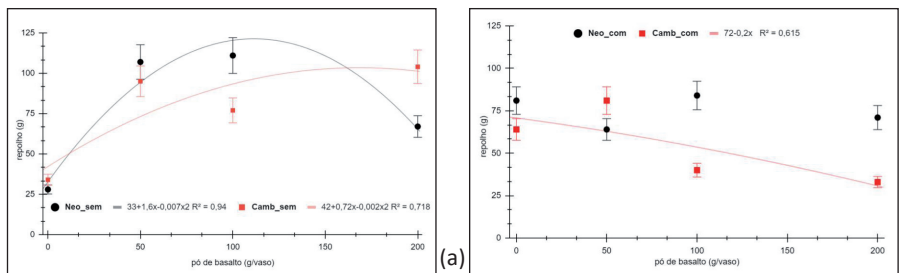


Figura 3. Efeito de doses de pó de basalto no cultivo de repolho em dois diferentes tipos de solo (Neossolo e Cambissolo), sem (a) e com (a) adubação, Itajaí (SC, 2022)

Figure 3. Effect of basalt dust doses on cabbage cultivation in two different types of soil (Neosol and Cambisol), without (a) and with (a) fertilization, Itajaí (SC, 2022)

deve ser testada em outras culturas, a fim de se confirmar seu potencial como fornecedor desse nutriente.

Por outro lado, ao contrário do que ocorreu com o potássio, o teor de zinco reduziu nas folhas de alface com o aumento das doses. Isso ocorreu de forma mais acentuada nos tratamentos que receberam adubação solúvel, indicando uma correlação negativa entre o adubo e o pó de basalto, o que reforça a questão do não uso conjunto de ambos os insumos.

Para os demais nutrientes avaliados não houve efeito das doses, mas houve efeito da adubação, como esperado (Tabela 3). Foi observado que para os teores de fósforo, potássio, manganês e ferro o uso da adubação solúvel promove um aumento significativo desses nutrientes nas folhas de alface, que não são alcançados apenas com o uso do pó de basalto, nem mesmo nas maiores doses.

No solo, o pó de basalto filler foi efetivo em alterar os atributos químicos, quase quatro meses após sua aplicação no solo, sendo esse efeito mais acentuado no Neossolo (Figura 4). Houve

aumento do pH e nos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e na saturação de bases (V%) do solo com o aumento das doses do produto. O produto foi efetivo em aumentar o pH do solo até a dose de 100g vaso⁻¹ (equivalente a 10t ha⁻¹), chegando a um pH próximo a 6,5 no Neossolo. Resultados como esse justificam o uso do produto como corretivo para situações em que o acesso ao mesmo seja facilitado, evitando custos excessivos com transporte. Além disso, o aumento do pH com o uso de até 10t ha⁻¹ de pó de basalto filler viria acompanhado do aumento do teor de fósforo no solo, qualificando ainda mais o uso do produto.

Os resultados obtidos neste trabalho se assemelham aos obtidos por Conceição et al. (2022), que avaliaram, em dois tipos de solo, doses de até 8t.ha⁻¹ de um pó de basalto com composição muito semelhante ao utilizado neste trabalho e observaram aumentos lineares nos teores de P, K, Ca, Mg e V%, sendo que, nas maiores doses, houve aumento de mais de 15 vezes na concentração desses nutrientes no solo que no tratamento testemunha. De forma

Tabela 3. Teor de macro e micronutrientes no tecido vegetal de alface cultivada com e sem adubação solúvel e com aplicação de doses de pó de basalto filler (Itajaí, 2022)

Table 3. Macro and micronutrient contents in plant tissue of lettuce grown with and without soluble fertilizer and with application of doses of basalt filler dust (Itajaí, 2022)

Macronutrientes										
	P		Ca		Mg		S		K	
Adubação	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem
Doses	g kg ⁻¹									
0	8,6	3,25	10	8	4,2	4,65	2,55	2	63,25	26,15
50	7,6	4,15	10,25	9,5	4,4	4,5	2,35	2	60,15	28,15
100	9,65	3,2	12	9,5	4,3	4,75	2,6	2	67,15	25,55
200	8,3	4,1	11,85	8,5	4	4,7	2	2,3	78	30,65
Média	8,5 a	3,6 b	11,02 a	8,9 a	4,2 a	4,7 a	2,4 a	2,1 a	67 a	28 b
P>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
Equa	-	-	-	-	-	-	-	-	L	L

Micronutrientes										
	Cu		Zn		Mn		Fe		B	
Adubação	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem
Doses	mg kg ⁻¹									
0	6,3	5,9	60,5	55,5	259	84	235	255	18,5	18,5
50	7,5	5,8	56,5	55	340	90	325	244	16,5	18,5
100	8	5,9	48	45	271	73	309	204	19	17,5
200	7,1	6,9	34	52,5	221	84	189	212	16	18,5
Média	7,2 a	6,1 a	50 a	52 a	273 a	83 b	264 a	229 b	17,5 a	18,3 a
P>F	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Equa	-	-	L	-	-	-	-	-	-	-

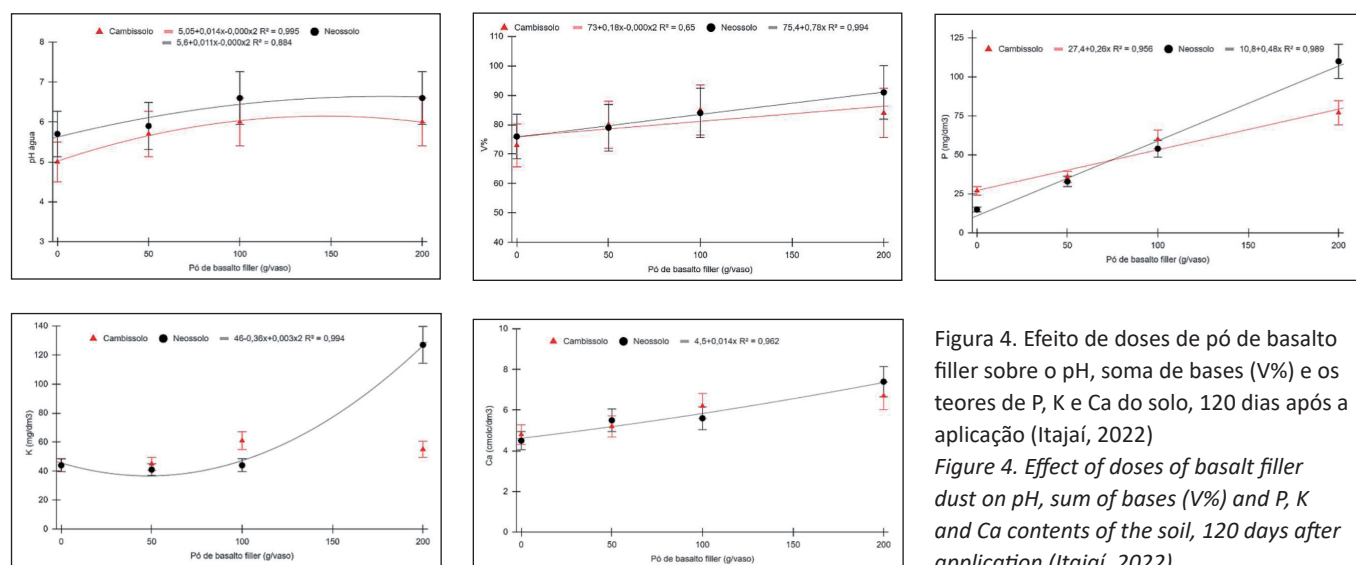


Figura 4. Efeito de doses de pó de basalto filler sobre o pH, soma de bases (V%) e os teores de P, K e Ca do solo, 120 dias após a aplicação (Itajaí, 2022)
Figure 4. Effect of doses of basalt filler dust on pH, sum of bases (V%) and P, K and Ca contents of the soil, 120 days after application (Itajaí, 2022)

semelhante em relação à efetividade dos pós de rocha nos atributos do solo, Souza et al. (2017) observaram aumento do pH e da CTC do solo com o uso de quatro doses do remineralizador, calculadas em função do teor de potássio,

até a dose de 8t ha⁻¹ do produto.

Diferentemente do que poderia ser esperado, em função da maior concentração no produto, o potássio não apresentou aumento significativo no solo até a dose de 100g vaso⁻¹ do produto.

Foi observado efeito quadrático positivo, apenas no Neossolo, quando foi aplicada a dose máxima avaliada (200g vaso⁻¹), sendo que nessa dose os teores de P e Ca também apresentaram aumentos muito altos, indicando um claro

efeito de acúmulo no solo (Figura 15).

Não houve efeito das doses apenas sobre a matéria orgânica do solo ($P>0,1376$), sendo que os demais nutrientes (Al, Mg, Cu, Zn, Mn e Fe) foram afetados pelas doses, mas de formas diferenciadas entre os dois tipos de solos (Tabela 4).

Dos micronutrientes avaliados, houve uma correlação positiva das doses com o teor de cobre e negativa com os teores de zinco e manganês, que reduziram em função do aumento das doses (Tabela 4) no Cambissolo, o que está de acordo com o esperado para o comportamento desses nutrientes no solo, em função do aumento do pH observado.

Conclusão

O pó de basalto filler avaliado apresenta viabilidade agrônômica, melhorando aspectos da fertilidade do solo e promovendo incremento da produção vegetal, sem apresentar aspectos de toxicidade sobre as plantas, até a dose avaliada de $20t.ha^{-1}$.

Referências

BRASIL, 2013. **Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013**. Altera a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 dez. 2013. Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/12890.htm

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

CQFS RS/SC. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). **Manual de Aduação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional

Tabela 4. Efeito de doses de pó de basalto filler sobre a matéria orgânica do solo (M.O.S.), CTC e teores de magnésio (Mg), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn) do solo, 120 dias após a aplicação (Itajaí, 2022)

Table 4. Effect of basalt filler dust doses on soil organic matter (M.O.S.), CTC and soil magnesium (Mg), copper (Cu), zinc (Zn) and manganese (Mn) content, 120 days after the app (Itajaí, 2022)

	Dose	M.O.S.	Mg	CTC	Cu	Zn	Mn
Cambissolo	0	2,9	0,97	8,1	2,2	2,9	9,1
	50	2,8	1,17	8	3,4	2,9	7,6
	100	2,6	1,1	8,8	4,6	2,7	4,9
	200	2	1,1	9,4	4,8	2,2	3,5
	P>F	ns	Q	L	Q	L	L
	R2	-	66%	88%	99%	88%	92%
	Equação	-	0,92+0,002x-0,000x2	7,9+0,007x	2,11+0,003x-0,000x2	2,98-0,04x	8,8-0,03x
Neossolo	0	2,7	1	7,4	3	3,6	2,6
	50	2,6	0,9	8,3	4,6	2,5	2,5
	100	2,6	0,8	7,8	5,3	2,2	2,5
	200	2,4	1,2	9,8	6,1	5,9	2,5
	P>F	ns	Q	L	L	Q	ns
	R2	-	89%	80%	87%	99%	-
	Equação	-	1,03-0,004x+0,000x2	7,33+0,01x	3,49+0,0014x	3,7-0,04x+0,000x2	-

Sul: Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. 316p.

DONATTI FILHO, P.J.; TAPPE, S.; OLIVEIRA, E.P.; HEAMAN, L.M. Age and origin of the Neoproterozoic Brauna kimberlites: Melt generation within the metasomatized base of the São Francisco craton, Brazil. **Chemical Geology**, v.353, p.19-35, 2013. DOI:10.1016/j.chemgeo.2012.06.004

HANISCH, A.L.; FONSECA, J.A.; BALBINOT JR, A.A.; SPAGNOLLO, E. Efeito de pó de basalto no solo e em culturas anuais durante quatro safras, em sistema de Plantio Direto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2, p.100-107, 2013.

MARCHI, G.; GUELFIL-SILVA, D.R.; MALAQUIAS, J.V.; GUILHERME, L.R.G.; SPEHAR, C.R.; MARTINS, E.S. Solubility and availability of micronutrients extracted from silicate agrominerals. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, e00807, 2020. DOI: 10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.00807

MELO, V.F.; UCHÔA, S.C.P.; DIAS, F.O.; BARBOSA, G.F. Doses de basalto mói-

do nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima. **Acta Amazonica**, v.42, n.4, p.471-476, 2012. DOI: 10.1590/S0044-59672012000400004

MORETTI, L.G.; BOSSOLANI, J.W.; CRUSCIOL, C.A.C.; MOREIRA, A.; MICHERI, P.H.; ROSSI, R.; IMAIZUMI, C. Dunita in agriculture: physiological changes, nutritional status and soybean yield. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.50, n.14, p.1775-1784, 2019. DOI:10.1080/00103624.2019.1635143

SILVA, F.C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 2. ed. 627p.

SOUZA, F.N.S.; OLIVEIRA, C.G.; MARTINS, E.S.; ALVES, J.M. Efeitos condicionador e nutricional de um remineralizador de solos obtido de resíduos de mineração. **Agri-Environmental Sciences**, v.3, n.1, p.1-14, 2017. DOI: 10.36725/agries.v3i1.204