
Feasibility of producing a liquid additive derived from basalt powder for use in the foliar biofertilizer industry

Viabilidade de produção de aditivo líquido derivado do pó de basalto para uso na indústria de biofertilizantes foliares

Received: 2023-05-10 | Accepted: 2023-06-01 | Published: 2023-06-14

Antonio Júnior Dal Piva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1395-6402>

Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Brasil

E-mail: agrodalpiva@gmail.com

Gustavo Lopes Colpani

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6193-4611>

Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Brasil

E-mail: g_colpani@unochapeco.edu.br

Fábio José Busnello

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6849-0080>

Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Brasil

E-mail: fbusnello@yahoo.com.br

Caroline Olias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2510-6405>

Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Brasil

E-mail: Caroline.olias@unochapeco.edu.br

Aline Vanessa Sauer

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3164-9710>

Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Brasil

E-mail: aline.sauer@uenp.edu.br

Francieli Dalcanton

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0065-1279>

Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Brasil

E-mail: fdalcaton@unochapeco.edu.br

Cristiano Reschke Lajus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3847-9793>

Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó) – Brasil

E-mail: clajus@unochapeco.edu.br

ABSTRACT

The present work aims to evaluate the technical feasibility of using basalt powder in the form of a liquid suspension for agriculture. The study was conducted in different research environments according to their stages and specific objectives, which are as follows: Unochapecó Soil Laboratory; IBRA-SP Laboratory and the UPF Laboratory (Passo Fundo/RS). The concentrations of basalt rock dust in liquid thermal dilution of organic solution were outlined in a factorial scheme (2x3), with Factor A corresponding to Thermal dilution (°C) and Factor B being the fraction of basalt dust (g), with 4 replications, totaling 24 plots. The response variables analyzed were: N; P₂O₅; K₂O; Here; mg; S; Zn; Ass; Mn; B; Co; Mo and Fe. The collected data were submitted to descriptive and inferential analysis through the variance by the F test ($P \leq 0.05$) and the differences between the means were compared by the Tukey test ($P \leq 0.05$). When

analyzing statistically in an inferential and descriptive way, the proposed methodology is considered technically efficient for the extraction of macro and micronutrients present in the basalt powder, with emphasis on the hot dilution with 100 ml of solute and 50g of basalt powder.

Keywords: Sustainability; Technical viability; Liquid biofertilizer.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade técnica do uso de pó de basalto na forma de suspensão líquida para agricultura. O estudo foi conduzido em ambientes diferentes de pesquisa de acordo com suas etapas e objetivos específicos, os quais seguem: Laboratório de solos da Unochapecó; Laboratório IBRA-SP e o Laboratório da UPF (Passo Fundo/RS). As concentrações de pó de rocha basalto, em diluição térmica líquida de solução orgânica foram delineadas em esquema fatorial (2x3), sendo o Fator A, corresponde a diluição Térmica (°C) e o Fator B a fração do pó de basalto (g), com 4 repetições, totalizando 24 parcelas. As variáveis respostas analisadas foram: N; P₂O₅; K₂O; Ca; Mg; S; Zn; Cu; Mn; B; Co; Mo e Fe. Os dados coletados foram submetidos à análise descritiva e inferencial através da variância pelo teste F ($P \leq 0,05$) e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Ao analisar estatisticamente de forma inferencial e descritiva a metodologia proposta é considerada tecnicamente eficiente para extração de macro e micronutrientes presentes no pó de basalto com destaque para a diluição quente com 100 ml de soluto e 50 g de pó de basalto.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Viabilidade técnica; Biofertilizante líquido.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas em todo o mundo. No sul do país, mais precisamente na região oeste de Santa Catarina se destaca nesse âmbito em cultivos diversos como cereais de inverno e verão, hortifrutigranjeiros, reflorestamentos e mais recentemente investimentos recuperação e melhoramento de pastagens para atender a demanda alimentar da grande bacia leiteira existente e nossa região. Para obtenção de produtividade e rentabilidade nas atividades agrícolas são necessárias ações técnicas quanto a melhorias em nutrição de plantas.

O Brasil, bem como outros países, é consumidor de fertilizantes quimicamente sintetizados, com a finalidade de ser utilizado em culturas agrícolas, porém estes podem causar impactos ambientais, surgindo-se a necessidade de buscar novas alternativas como fontes nutritivas como fertilizantes orgânicos e biofertilizantes. Segundo Silveira (2016), outros métodos de adubação merecem ser testados e utilizados. A agrogeologia em que está inserida a técnica da rochagem é um dos instrumentos biofísicos que são utilizados para combater problemas dos solos ao longo prazo.

O uso de pós de rocha como fertilizante natural para a agricultura já é uma prática com comprovações técnicas positivas. Podendo-se citar Brito *et al.* (2019), os quais descrevem que o pó de rocha se apresenta como um resíduo oriundos do processo de britagem, este proveniente da exploração mineral em pedreiras e corte de rochas, uma vez encontrado utilidade neste subproduto, pode gerar ao setor de mineração lucros e vantagens, principalmente pelo fato que este, é escoado sem aproveitamento. A utilização dos agrominerais torna-se mais vantajosa mediante a inúmeros fatores, dentre eles, a rotineira oscilação de preço dos fertilizantes, o alto gasto com transporte e, devido ao meio rural ainda ser composto em sua maioria por pequenos produtores (agricultura familiar), isso acaba sendo a motivação para novas pesquisas, no sentido de fertilizantes que atendam a todos os requisitos, que fazem a utilização de produtos químicos serem tão onerosas para as pequenas propriedades.

A rochagem consiste na utilização do composto baseado em rocha moída, como fertilizante natural na agricultura, disponibilizando de forma direta os nutrientes presentes nos minerais para as plantas (SILVEIRA, 2016).

O presente artigo possui os seguintes objetivos: avaliar a viabilidade técnica do uso de pó de basalto na forma de suspensão líquida para agricultura; determinar a concentração viável do pó de basalto para a viável manipulação no uso como aditivo líquido para um biofertilizante foliar; identificar a possibilidade de um novo nicho de mercado para o pó de basalto.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em ambientes diferentes de pesquisa de acordo com suas etapas, os quais seguem:

- Laboratório de solos da Unochapecó, para determinação de granulometria e padronização de amostras do pó de rocha basáltica;
- Laboratório IBRA-SP para determinação de teores químicos e físicos das amostras;
- Laboratório de Solos da Unochapecó para experimentação e produção do aditivo;
- Laboratório UPF em Passo Fundo RS, para análises de solução resultante.

O estudo se classifica como pesquisa de campo com abordagem quantitativa e análise descritiva dos dados coletados. Para Marconi e Lakatos (2007) a pesquisa de campo tem objetivo de conseguir informações, comprovar novos fenômenos, ou ainda as relações entre eles.

Vergara (2013) define que a pesquisa de campo é a investigação empírica realizada no local onde ocorre ou ocorreu um fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-lo. A pesquisa de campo foi aplicada com o objetivo de conseguir informações ou conhecimentos oriundos de um problema para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles (MARCONI; LAKATOS, 2007).

Em um primeiro momento da pesquisa, foi analisada em laboratório especializado a constituinte mineral do pó de basalto de uma jazida da região oeste de Santa Catarina, sendo enviadas amostras padronizadas em quantidade e granulometria conhecidas. Conseqüentemente, foram avaliados os resultados destas amostras para identificação dos minerais presentes e determinação através de parâmetros técnicos destes minerais. A análise dos dados ocorreu pelo método quantitativo e de modo descritivo. O método quantitativo caracteriza-se pelo emprego da quantificação na coleta de informações e no seu tratamento por meio de técnicas estatísticas. Esse método tem a intenção de garantir a precisão dos resultados, evitando distorções de análise e interpretação (RICHARDSON, 1999). Serão usados tabelas e gráficos para tabular as informações coletadas.

Já a análise descritiva, segundo Gil (1999) tem por objetivo a descrição das características de determinada população, fenômeno ou variável, enfim, de um grupo. Michel (2009) ressalta que a pesquisa descritiva verifica e explica problemas observando e fazendo relações com influência que o ambiente exerce sobre eles.

As concentrações de pó de rocha basalto, em diluição térmica líquida de solução orgânica foram delineadas em esquema fatorial (2x3), sendo o Fator A, corresponde a diluição Térmica (°C) e o Fator B a fração do pó de basalto (g), com 4 repetições, totalizando 24 parcelas (Tabela 1).

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos do experimento

Diluição Térmica / °C	Fração do Pó de Basalto/g	Fração Solvente Ácido Orgânico /mL	Repetições
50	25	100	1
50	25	100	2
50	25	100	3
50	25	100	4
50	50	100	1
50	50	100	2
50	50	100	3
50	50	100	4
50	100	100	1
50	100	100	2
50	100	100	3
50	100	100	4
18	25	100	1
18	25	100	2
18	25	100	3
18	25	100	4
18	50	100	1
18	50	100	2
18	50	100	3
18	50	100	4
18	100	100	1
18	100	100	2
18	100	100	3
18	100	100	4

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Na etapa seguinte da pesquisa de campo, foi realizada a experimentação e produção do aditivo com metodologia adaptada aos parâmetros técnicos/agronômicos, de viabilidade operacional e econômicos, em laboratório com uso de meio solvente líquido e natural (LIXIVIAÇÃO ÁCIDA, EXTRAÇÃO DE SÓLIDOS ATRAVÉS DE MEIO AQUOSO NESTE CASO COM EXTRATOR ÁCIDO ORGÂNICO), a qual segue:

- 1) Peneirar uma quantidade suficiente de matéria prima, o pó de rocha basalto;
- 2) Fracionar o pó de rocha basalto através de medida de peso em balança de precisão;
- 3) Com a água destilada, formar uma solução com o ácido cítrico;
- 4) Adicionar uma dose da solução de água destilada com ácido orgânico nos beakers;
- 5) Adicionar nos beakers com a solução formatada, dose do pó de rocha basalto;
- 6) Agitar a mistura para emulsificação e levar ao fogareiro, a determinada temperatura por determinado tempo.
- 7) Após o processo, deixar descansar por determinado tempo e extrair com pipeta a solução aquosa resultante;
- 8) Acondicionar a solução resultante dos tubos Falcon, e identificá-los, para posterior envio ao laboratório para análise de teores.

Por fim, em laboratório, com uso de peneiras com medidas certificadas em micrometros foi realizada a produção do “filler” do pó de basalto, sendo fracionado em doses diferentes conforme orientação técnica agronômica relacionado ao laudo do laboratório quanto a teores e compostos minerais do pó de basalto, realizando a emulsificação do pó de basalto fracionado em solvente estável e purificado (água destilada), usando um agitador mecânico para melhorar a emulsificação das porções; essas foram deixadas em descanso, observando-se a decantação e suspensão após agitação. Do mesmo modo, foram levadas as amostras ao laboratório de Análises líquidas os resultantes para avaliação de teores obtidos em determinadas repetições.

As variáveis respostas analisadas foram: N; P₂O₅; K₂O; Ca; Mg; S; Zn; Cu; Mn; B; Co; Mo; Fe, as quais seguiram as respectivas metodologias (Tabela 2).

Tabela 2 – Metodologias utilizadas no experimento

Ensaio de Insumo		
Parâmetro	LQ	Técnica
Ensaio acreditados pela ISO/IEC 17025. O(s) Relatório(s) de Ensaio(s) serão emitido(s) com o selo de acreditação.		
Nitrogênio Total	0,25 %	⁹ Titulometria
Ensaio não acreditados		
Fósforo Total	0,2 %	⁷ Gravimetria
Potássio (HNO ₃ + HClO ₄)	0,11 %	⁵ Espectrometria de Emissão Atômica
Cálcio (HNO ₃ + HClO ₄)	0,12 %	⁴ Espectrometria de Absorção Atômica
Magnésio (HNO ₃ + HClO ₄)	0,13 %	⁴ Espectrometria de Absorção Atômica
Enxofre (sol. em Água)	0,13 %	⁶ Gravimetria
Boro	0,01 %	² Espectrofotometria
Cobre (HNO ₃ + HClO ₄)	0,05 ppm	³ Espectrometria de Absorção Atômica
Manganês (HNO ₃ + HClO ₄)	0,08 ppm	³ Espectrometria de Absorção Atômica
Ferro (HNO ₃ + HClO ₄)	0,04 ppm	³ Espectrometria de Absorção Atômica
Zinco (HNO ₃ + HClO ₄)	0,09 ppm	³ Espectrometria de Absorção Atômica
Alumínio (HNO ₃ + HClO ₄)	0,09 ppm	¹ Espectrometria de Absorção Atômica
Sódio (HNO ₃ + HClO ₄)	0,2 ppm	¹ Espectrometria de Emissão Atômica
Matéria Orgânica	0,3 %	¹ Gravimetria
Umidade (65 °C)	0,24 %	⁸ Perda por Secagem
Cinzas	N/A	¹ Cálculo
Qtde de itens: 16		

Legenda:

- (c) Ensaio realizado em campo
(s) Ensaio subcontratado

Referência(s):

- (1) MP FERT 01 - Manual de Procedimentos do Laboratório de Fertilizantes
(2) Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Correlivos. Brasil, 2017 Cap. III Item E9
(3) Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Correlivos. Brasil, 2017 Cap. III Item E10
(4) Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Correlivos. Brasil, 2017 Cap. III Item E7
(5) Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Correlivos. Brasil, 2017 Cap. III Item E6
(6) Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Correlivos. Brasil, 2017 Cap. III Item E8
(7) Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Correlivos. Brasil, 2017 Cap. III Item E2
(8) Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Correlivos. Brasil, 2017 Cap. III Item D1
(9) Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Correlivos. Brasil, 2017 Cap. III Item E. 1.1

Fonte: IBRA (2022)

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P \leq 0,05$) e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). O aplicativo computacional utilizado foi o SISVAR – Sistema de análise de variância para dados balanceados e para análise descritiva os dados coletados foram analisados conforme Piana, Machado e Selau (2009); tais dados foram interpretados por intermédio da elaboração de tabelas com base nas Normas de Apresentação Tabular do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os nutrientes N, Ca, S, B e Fe foi possível perceber que em relação ao fator Diluição Térmica não houve diferença significativa entre os tratamentos diluição fria e quente. Resultados contrários foram obtidos em relação ao fator Diluição Térmica com os nutrientes P₂O₅, Mg e Co, os quais apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos diluição quente e fria, com destaque para o tratamento diluição quente.

O nutriente B foi possível perceber que em relação ao fator Fração não houve diferença significativa entre os tratamentos 25g, 50g e 100g. Ainda em relação ao fator Fração, percebeu-se que os nutrientes N, P₂O₅, Ca, Mg e Co apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos 25g, 50g e 100g com destaque para o tratamento fração 100g, com exceções nos nutrientes S e Fe, os quais a fração de 50g se igualou significativamente a fração 100g.

Em relação a interação Diluição Térmica x Fração houve diferenças significativas para os nutrientes K₂O, Zn, Cu, Mn e Mo. Ao desdobrar a respectiva interação foi possível analisar que a Diluição Térmica quente se destaca em todas as Frações (25g, 50g e 100g) para o nutriente K₂O. Para o nutriente Zn, a interação Diluição fria na fração 100g apresentou os melhores resultados. Já o nutriente Cu, a interação que se destacou significativamente foi a Diluição quente na Fração de 50g. Em relação aos nutrientes Mn e Mo a interação que revelou diferenças significativas foi a Diluição Quente na Fração 100g.

Para as variáveis respostas que foram interpretadas descritivamente (Figuras 1 e 2), utilizou-se a cor vermelha para os nutrientes que ficaram com a média abaixo do mínimo exigido pelo MAPA. A cor amarela foi utilizada para os nutrientes que ficaram abaixo da media, porém apresentaram viabilidade técnica e a cor verde foi relacionada para os nutrientes que ficaram com a média ponderada acima do mínimo exigido pelo MAPA e conseqüentemente possuem viabilidade técnica.

Figura 1 – Resultados experimentais x mínimo exigido pelo MAPA líquido do tratamento suspensão líquida do pó de basalto

Resultados x Mínimo exigido (MAPA) - Líquido

Média ponderada tecnicamente quanto a caracterização do Suspensão Líquida do pó de basalto:

Nomenclatura de cores:

Vermelho abaixo

Amarelo abaixo mas tecnicamente viável

Verde acima totalmente viável.

COMPONENTE	TEOR MÍNIMO (%)		Amostras em Suspensão Líquido
	Produto Sólido ou Fluido	Produto Fluido	
Nitrogênio (N)	1		0,16
Fósforo (P2O5)	1		0,16
Potássio (K2O)	1		0,25
Cálcio (Ca)	1		0,91
Magnésio (Mg)	1		0,08
Enxofre (S)	1		0,68
Boro (B)	0,01		0,03
Cloro (Cl)	0,1		
Cobalto (Co)	0,005		0,008
Cobre (Cu)	0,02		0,01
Ferro (Fe)	0,02		0,16
Manganês (Mn)	0,02		0,01
Molibdênio (Mo)	0,005		0,017
Níquel (Ni)	0,005		
Selênio (Se)	0,003		
Silício (Si)	0,05		
Zinco (Zn)	0,1		0,003

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Figura 2 – Resultados experimentais x mínimo exigido pelo MAPA líquido do tratamento pó de basalto

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Resultados x Mínimo exigido (MAPA) - Pó

Média ponderada tecnicamente quanto a caracterização do pó de basalto:

Nomenclatura de cores:

Vermelho abaixo

Amarelo abaixo mas tecnicamente viável

Verde acima totalmente viável.

COMPONENTE	TEOR MÍNIMO (%)		Amostras Pó
	Produto Sólido ou Fluido	Produto Fluido	
Nitrogênio (N)	1		0,125
Fósforo (P2O5)	1		1,9425
Potássio (K2O)	1		0,04
Cálcio (Ca)	1		0,8375
Magnésio (Mg)	1		1,01875
Enxofre (S)	1		0,2625
Boro (B)	0,01		0,03125
Cloro (Cl)	0,1		
Cobalto (Co)	0,005		0,0046825
Cobre (Cu)	0,02		0,00390125
Ferro (Fe)	0,02		5,09375
Manganês (Mn)	0,02		0,05875
Molibdênio (Mo)	0,005		0,01895825
Níquel (Ni)	0,005		
Selênio (Se)	0,003		
Silício (Si)	0,05		
Zinco (Zn)	0,1		0,01895828

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Trabalhos científicos realizados por diferentes autores também evidenciam a viabilidade técnica do pó de basalto. Conforme Silva *et al.* (2011), a técnica da rochagem é uma prática antiga na agricultura que foi esquecida com o uso de fertilizantes solúveis. Seu uso está sendo retomado por três motivos:

- 1) fontes de nutrientes importados, em especial o potássio (K);
- 2) aproveitamento de rejeitos de pedreiras e mineradoras;
- 3) expansão da agricultura agroecológicas que tem restrição ao uso de fertilizantes solúveis.

Segundo Hensel (2003), as farinhas de rocha eram comercializadas na Alemanha, Império Austro- Húngaro, Suíça e Suécia desde 1870 até a vinda de fertilizantes altamente solúveis. A aceitação da teoria de adubar tendo em conta os elementos encontrados nas cinzas das sementes com seu alto conteúdo em fósforo, sem considerar que a planta durante a maturação e antes do processo de diferenciação de suas partes, requer quantidades muito diferentes dos nutrientes de base.

Os silicatos são pouco solúveis em água e ácido clorídrico, entretanto não resistem a ação da água e as forças do sol. Pode ser encontrado dissolvido em águas termais junto com outras substâncias provenientes de rochas primitivas. A afirmação de que os silicatos das bases são insolúveis são postas em contradição pelas árvores, palhada e nas folhas onde o ácido silícico é acumulado pelo transporte da evaporação da água, presente nas cinzas das plantas (HENSEL, 2003).

Ainda conforme Hensel (2003) pode-se citar a solubilidade do ácido silícico nos ramos e folhas de plantas que crescem na água ou nos terrenos úmidos. Há exemplo, temos os juncos em combustão deixam de 1 a 3 % de cinzas onde mais de dois terços são de ácido silícico; 6% de cinzas da taboa, um terço é ácido silícico; a cavalinha deixa 20% de cinzas, sendo metade ácido silícico.

O ácido silícico e os silicatos não são insolúveis, eles entram assim como todas as demais combinações salinas na mais íntima combinação com ácido glicólico, COOCHH - que intramolecularmente se encontra presente na celulose das plantas e, igualmente com o amoníaco da clorofila. Os silicatos se juntam às plantas que crescem a partir deles, melhorando sua nutrição, onde as folhas recebem uma menor quantidade de água e os frutos, caules obtêm uma maior quantidade de cálcio, e são mais completos e nutritivos. Durante o amadurecimento dos frutos, o fósforo deposita-se principalmente na semente, e o silício nas folhas e caules (HENSEL, 2003).

De acordo com Silva *et al.* (2011), a rochagem tem potencial para aplicação direta ao solo, quer seja, pó de rocha ou materiais finos, resultantes da moagem das rochas, utilizadas como fonte de nutrientes. O pó de rocha proveniente de rochas silicatadas moídas pode ser conceituado como agrominerais ou remineralizadores.

A rochagem representa uma alternativa também sob o aspecto social e ambiental, uma vez que promove o aproveitamento de grandes quantidades de rejeitos de pedreiras e mineradoras (BERGMANN; THEODORO, 2009).

Lichs *et al.* (2019) verificaram que o resíduo de rejeitos da marmoraria utilizados como remineralizadores do solo estimulou o desenvolvimento da microbiota do solo em culturas de feijão. Os teores CaO (óxido de cálcio), entre 14,29% e 19,09% presentes nos rejeitos dos mármores beneficiados, reconheceram o pó de rocha como calcíticos, e quando adicionado ao solo regulou o pH de 5,4 para 6,7, aumentando a microbiota do solo (microorganismos benéficos como fungos, bactérias e vírus), minhocas e micorrizas nas proporções de 1,5 a 3 T/ha.

Conforme Melamed e Neto (2009), o pó de rocha ou basalto apresenta bom equilíbrio de nutrientes, controla a erosão do solo evitando perdas por lixiviação e melhor desenvolvimento das plantas cultivadas, resistência a pragas e doenças e condições climáticas.

Segundo Amparo (2003) o pó de rocha possui vantagem com relação aos fertilizantes solúveis, como redução de mão-de-obra dispensando adubações frequentes devido ao seu efeito prolongado, beneficiando a absorção de cálcio e magnésio e a fixação do fósforo solúvel na presença da sílica, além de ser matéria prima brasileira podendo ser facilmente explorada e encontrada em quase todo o Brasil.

A aplicação do pó de rocha pode alcançar os padrões de fertilidade de diferentes regiões do Brasil atendendo as necessidades regionais, na conservação dos recursos naturais e na produtividade com técnicas sustentáveis (THEODORO, 2000). Entre estas técnicas, as rochas ricas em silicatos também podem através da corrosão química impedir que os gases do efeito estufa, sejam liberados pela presença do dióxido de silício (HENSEL, 2003).

Pesquisas realizadas desde 2009 com o pó de rocha, onde testes agrônômicos em casa de vegetação, mostram a importância da ação de microrganismos presentes no solo para a liberação dos minerais pelo agromineral (EMBRAPA, 2014). O MAPA por meio da Lei 12.890/2013, regulamentados nas instruções normativas 5 e 6, conceitua como remineralizador (agrominerais silicáticos) todo o material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que 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-químicas ou da atividade biológica do solo (MARTINS, 2016).

Atualmente, no MAPA há 14 agrominerais registrados, com grande potencial para outros. O pesquisador geólogo Dr. Éder de Souza Martins da Embrapa Cerrados comenta que a viabilização do uso do pó de rocha como fonte de potássio na agricultura iria fortalecer pequenas mineradoras nacionais, com agregação de valor ao rejeito e novos empregos, beneficiando a propriedade familiar com o uso tecnologia de baixo custo (EMBRAPA, 2014).

Estes remineralizadores de solos podem fornecer macro (Ca, Mg, K), micronutrientes e elementos benéficos para as plantas (Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Ni, Se, Si, cobre, ferro, manganês,

molibdênio, zinco, níquel, selênio e silício, respectivamente). As rochas silicáticas são ricas em cálcio e magnésio, e determinadas rochas ricas em potássio. Como exemplo temos basaltos, anfibolitos, ultramáfica (p.ex., serpentinitos, dunitos, piroxenitos são fontes de cálcio, magnésio e silício), alcalina (p.ex., kamafugitos (fontes de cálcio, magnésio, potássio e silício), além de rochas metamórficas (biotita, xistos, fontes naturais de potássio). Há necessidade de novos estudos em relação a forma de aplicação nos diferentes sistemas de cultivos (MARTINS, 2016).

Estudos mostram que a eficiência agronômica dos agrominerais silicáticos incorporados ao solo tem efeito de curto prazo e residual em cultivos anuais, contudo há necessidade de novas pesquisas em relação à forma de aplicação nos diferentes sistemas de cultivos. Sua eficiência depende da atividade biológica da rizosfera das plantas que promove o biointemperismo dos aluminossilicatos presentes nos agrominerais silicatos (MARTINS, 2016).

Silva *et al.* (2011) complementam que o pó de rocha pode representar uma opção aos fertilizantes químicos como fonte de nutrientes e a sua junção com materiais que proporcionam grande atividade biológica, como os excrementos animais, os quais influenciam na liberação de nutrientes para o solo e no processo de alteração dos minerais.

Para Kiehl (1985) os microrganismos produzem substâncias capazes de acelerar a decomposição da rocha liberando os minerais, sendo que os esterco de animais possuem grande quantidade de microrganismos.

Pesquisas desenvolvidas no Brasil e no exterior comprovam a vantagem no uso da remineralização na produção com adição de nutrientes e elementos benéficos nas rochas moídas, quando comparados com o uso de fertilizantes prontamente solúveis (RIBEIRO, 2018), obtendo redução de custos devido ao baixo custo de beneficiamento e por estar distribuídas em várias regiões do País.

O uso do pó de rocha no solo diminui a acidez com o tempo, reestrutura o solo melhorando a quantidade de oxigênio, reduzindo custos com fertilizantes químicos. Para as plantas há aumento do poder de germinação das sementes, melhora o desenvolvimento das raízes e parte aérea, o caule e a casca ficam mais grossos, e folhas criam uma película protetora contra doenças, ventos e geadas. Os alimentos têm maior peso, durabilidade após a colheita, maior teor de nutrientes, coloração e sabor acentuados e melhor sanidade (MARTINS; GUTTERRES; VIANA, 2011).

Theodoro e Leonardos (2006) verificaram aumento do pH e nos teores de Ca, Mg, P e K no solo após o primeiro ano com uso do pó de rocha. Estudos realizados por estes pesquisadores, em parceria com agricultores familiares de um assentamento rural, demonstraram vantagens econômicas e ambientais significativos com rochagem no milho, arroz, mandioca, cana de açúcar e hortifrutigranjeiros.

Em experimento com feijoeiro, verificou-se após o primeiro ano que todos os tratamentos com pó de basalto proporcionaram produtividades similares quando comparados aos tratamentos

com calcário e do calcário com adubo convencional, e aumento nos teores de Ca e Mg do solo (NICHELE, 2006).

Almeida, Almeida e Mafra (2004) testaram o pó de basalto isolado e associado ao esterco bovino, em cultivo de feijão, observaram que os maiores rendimentos foram com 2 t/ha de pó de basalto, seguido do tratamento com 4 t/ha de basalto associado ao esterco bovino.

Os remineralizadores provenientes de basaltos amigdalóides a zeolitas foram testados para retenção de compostos nitrogenados nos dejetos da suinocultura, e estão sendo utilizados como fração mineral de composto do tipo adubo orgânico, estando em processo de certificação agronômica (BERGAMANN, 2019). A consolidação de uma nova agricultura relaciona o uso de agrominerais (remineralizadores de solo), resíduos culturais, dejetos animais, adição aos produtos e coprodutos de processos biológicos (fungos, bactérias, actinomicetos e micorrizas) para o crescimento de plantas e controle de pragas (MARTINS, 2016).

CONCLUSÃO

Nas condições em que a presente estudo foi conduzido, os resultados obtidos permitem concluir que ao analisar estatisticamente de forma inferencial e descritiva a metodologia proposta, a pesquisa foi considerada tecnicamente eficiente para extração de macro e micronutrientes presentes no pó de basalto, com destaque para a diluição quente com 100 mL de soluto e 50g de pó de basalto.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A.; ALMEIDA, K. A. de; MAFRA, A. L. Saprólito de basalto com zeólitas como fonte de nutrientes as plantas. In: **XXVI Reunião de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, Lages, 2004. Resumos. Lages: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2004. 1 CD (Resumos/FSNP).

AMPARO, A. Farinha de rocha e biomassa. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 20, n. 1, p. 10-12, Botucatu, ago/set., 2003.

BERGAMANN, M. **Grupo serra geral no estado do Rio Grande do Sul: agrominerais para uso em remineralização e correção de solos**. XI Simpósio Sul- Brasileiro de Geologia. Bento Gonçalves, 2019.

BERGMANN, M. F. THEODORO, S. M. de C. H. Rochagem Viabilizando o uso sustentável dos descartes de mineração no Distrito mineiro de Ametista do Sul (DMAS)/RS, BRASIL. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM: Rochagem e fertilidade do solo, 2009, Brasília. **Anais...** Brasília – DF: Embrapa Cerrados, p. 137-145, 2010.

BRITO, R. S. de *et al.* **Rochagem na agricultura: importância e vantagens para adubação suplementar**. SAJEBTT, Rio Branco, UFAC. v.6, n.1, p. 528-540, 2019.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pó de Rocha**. 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17973045/po-de-rocha-sera-nova-fonte-de-potassio-para-agricultura>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HENSEL, J. **Pães de pedra**. Pesquisa e tradução: LANDGRAF, H.; RIVERA, J. R.; PINHEIRO, S. São Paulo, 2003.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Normas de apresentação tabular**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Centro de documentação e disseminação de informações. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993, 62p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>> Acesso em: 02 nov. 2022.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995.

LEINS, V.; AMARAL, S. E. **Geologia Geral**. São Paulo: Ed. Nacional, 1995.

LICHS, K. *et al.* **Utilização de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais com a finalidade de remineralização de solos**. XI Simpósio Sul- Brasileiro de Geologia. Bento Gonçalves, 2019.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 135p.

MARTINS, E. S. Remineralizadores como fontes de nutrientes. **FORTBIO 2016**. “Rumo aos desafios”. Palestra evento. Sociedade Brasileira do Solo, SBCS: Goiânia, 2016.

MARTINS, G.; GUTTERRES, L. M.; VIANA, P. R. **Práticas Agroecológicas na agricultura familiar**. Maquiné, RS, 2011.

MELAMED, R.; NETO, J. F. **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade**. CETEM/MCT: Rio de Janeiro, 2009.

MICHEL, M. H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 204 p.

NICHELE, É. R. **Utilização de minerais no desenvolvimento de plantas e na mitigação de odores em criações animais confinadas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Centro de Ciências Agroveterinárias/UEDESC, Lages, 2006.

PIANA, C. F. B.; MACHADO, A. A.; SELAU, L. P. R. **Estatística Básica**. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e Matemática, 2009. 1v.

RIBEIRO, G. M.; PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; GUNASENA, H. P. M.; **Caracterização de pós de rochas silicáticas, avaliação da solubilidade em ácidos orgânicos e potencial de liberação de nutrientes como remineralizadores de solos agrícolas**. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2018.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

SILVA, F. C. *et al.* Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um argissolo vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 831-840, 2011.

SILVEIRA, R. T. G. Da. **Uso de rochagem pela mistura de pó de basalto e rocha fosfatada como fertilizante natural de solos tropicais lixiviados**. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

THEODORO, S. C. H. **A fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural**. Doutorado (Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais...**, v. 78, n. 4, p. 721-730. Rio de Janeiro, 2006.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2013.