

MICAXISTO NO MANEJO DO SOLO INCREMENTO DE PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

Data de submissão: 29/11/2023

Data de aceite: 22/12/2023

Elcio Ferreira dos Santos

Instituto Federal of Mato Grosso do Sul,
Nova Andradina – MS
<https://orcid.org/0000-0002-1148-0527>

Karina Renostro Ducatti

Instituto Federal of Mato Grosso do Sul,
Nova Andradina – MS
<https://orcid.org/0000-0002-3744-4786>

Gutierrez Nelson Silva

Instituto Federal of Mato Grosso do Sul,
Nova Andradina – MS
<https://orcid.org/0000-0002-4272-0634>

Mateus Augusto Donega

Instituto Federal of Mato Grosso do Sul,
Nova Andradina – MS
<https://orcid.org/0000-0002-4272-0634>

Marcela Silva Carvalho

Instituto Federal of Mato Grosso do Sul,
Nova Andradina – MS
<http://orcid.org/0000-0002-8996-5743>

busca por alternativas visando otimizar o manejo do solo. Uma dessas alternativas promissoras para fornecer K ao solo é o uso de pós de micaxisto. Este capítulo apresenta resultados promissores do uso de micaxisto em diversas culturas, como arroz, alface, soja, milho e cana-de-açúcar. Os benefícios observados incluem melhorias na disponibilidade de nutrientes, aumento na produtividade e maior eficiência no uso de K. Apesar dos resultados positivos, destaca-se a necessidade premente de popularizar o uso de micaxisto na agricultura brasileira como uma fonte mais acessível de nutrientes, ressaltando sua eficácia e os impactos benéficos nas propriedades do solo. Contudo, é imperativo considerar a procedência do micaxisto, pois a presença comum de elementos tóxicos nesses resíduos de mineração levanta preocupações. Nesse contexto, é crucial que políticas sejam implementadas para incentivar a comercialização responsável desse material, consolidando seu uso na agricultura regional. Essas políticas devem incluir medidas para garantir a qualidade e a segurança do micaxisto utilizado, mitigando quaisquer riscos potenciais à saúde humana e ambiental. Ao fazê-lo, o Brasil pode reduzir sua dependência

RESUMO: A elevada dependência do Brasil na importação de fertilizantes, especialmente potássio (K), gera impactos adversos na balança comercial e na segurança alimentar. Diante desse desafio, tem havido um aumento significativo na

de fertilizantes importados, promover a sustentabilidade agrícola e fortalecer a segurança alimentar no cenário nacional.

PALAVRAS-CHAVE: remineralizador, potássio, fontes alternativas.

MICA SCHIST IN SOIL MANAGEMENT, INCREASING AGRICULTURAL PRODUCTIVITY

ABSTRACT: Brazil's high dependence on imports of fertilizers, especially potassium (K), generates adverse impacts on the trade balance and food security. Faced with this challenge, there has been a significant increase in the search for alternatives to optimize soil management. One of these promising alternatives to supply K to the soil is the use of mica schist powders. This chapter presents promising results from the use of mica schist in several crops, such as rice, lettuce, soybeans, millet and sugar cane. The observed benefits include improvements in nutrient availability, increased productivity and greater efficiency in the use of K. Despite the positive results, there is a pressing need to popularize the use of mica schist in Brazilian agriculture as a more accessible source of nutrients, highlighting its effectiveness and beneficial impacts on soil properties. However, it is imperative to consider the origin of the mica schist, as the common presence of toxic elements in these mining residues raises concerns. In this context, it is crucial that policies are implemented to encourage the responsible commercialization of this material, consolidating its use in regional agriculture. These policies must include measures to ensure the quality and safety of the mica schist used, mitigating any potential risks to human and environmental health. By doing so, Brazil can reduce its dependence on imported fertilizers, promote agricultural sustainability and strengthen food security nationally.

KEYWORDS: remineralizer, potassium, alternative sources.

A alta produtividade agrícola do Brasil exige a utilização de altas quantidades de fertilizantes, tornando o país um dos maiores importadores mundiais deste insumo, especialmente do potássio (K), do qual é dependente de 95% do total aplicado na agricultura. A grande dependência externa de fertilizante reduz o saldo positivo da balança comercial brasileira, bem como aumenta o risco na segurança alimentar do país, já que o alcance de altas produtividades depende diretamente da disponibilidade de fertilizantes. Outro fator limitante na cadeia produtividade brasileira são os custos elevados associados ao beneficiamento e ao transporte a longas distâncias. Estes problemas têm exigido a busca por alternativas, destacando-se a utilização de resíduos da atividade de mineração compostos por pós de rochas silicáticas (PRS) (NOROUZI e KHADEMI, 2010; PRATES et al., 2012; GUELFY-SILVA et al., 2013).

Na maioria das regiões do país existem materiais que são subprodutos das atividades de mineração, amplamente conhecidos como PRS. Atualmente esses subprodutos são considerados um passivo ambiental se não forem utilizados. Porém, determinados materiais podem apresentar teores de nutrientes relativamente elevados e com potencial para uso na agricultura como fonte no manejo nutricional. A remineralização de solos, uma das formas

de rochagem, é uma prática agrícola que consiste na aplicação desses PRS visando a melhoria nos atributos edáficos do solo e nos ganhos de produtividade. Dentre seus principais aspectos positivos podem ser citados: o baixo custo; o fornecimento de vários nutrientes essenciais às plantas, além de elementos benéficos como o silício; a liberação lenta e gradual dos nutrientes por períodos de médio a longo prazo, diminuindo as perdas desses nutrientes pela lixiviação; melhoria da qualidade química, físico-química e biológica do solo (KNAPIK e ANGELO, 2007; BLEKEN et al., 2008; NOROUZI e KHADEMI, 2010; PRATES et al., 2012; GUELFY-SILVA et al., 2013).

O uso de PRS como fonte de nutrientes ou condicionadores no manejo do solo é uma prática antiga, mas deixado de lado em função da maior eficiência dos fertilizantes solúveis. Os PRS mais eficientes na agricultura foram regulamentados como remineralizadores de solos pela Lei 12.890/2013 (BRASIL, 2013) e as Instruções Normativas 5 e 6 de 2016 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2016a, 2016b). O primeiro produto registrado no MAPA como remineralizador de solos foi os finos de micaxisto da Pedreira Araguaia (registro GO – 09338 1001-0). Além disso, no Brasil, a revalorização recente desta prática está ligada a três motivações principais: busca por alternativas para fertilizantes importados; necessidade de aproveitamento de grandes quantidades de rejeitos de pedreiras e mineradoras e; aumento da utilização da agricultura de bases agroecológicas, com restrições ao uso de fertilizantes solúveis e estímulos à utilização de recursos localmente disponíveis (FYFE et al., 2006; SILVEROL e MACHADO-FILHO, 2007; BLEKEN et al., 2008; GUARÇONI e FANTON, 2011; GUELFY-SILVA et al., 2013).

Os resultados obtidos até o momento indicam que muitos coprodutos da mineração possuem eficiência agrônômica satisfatória e vantagens ambientais quando comparados aos fertilizantes concentrados solúveis (BLEKEN et al., 2008; FERNANDES et al., 2010; BAMBERG et al, 2011). Dentre esses produtos, destaca-se o micaxisto.

O uso de pó de micaxisto pode ser uma estratégia eficaz para o manejo de K no solo devido às propriedades desse material. O micaxisto é uma rocha metamórfica rica em minerais como mica, quartzo e feldspato, que contêm K em sua composição. O micaxisto, ao se decompor no solo, libera gradualmente íons de K, proporcionando um suprimento constante desse nutriente às plantas ao longo do tempo. Além do K, o micaxisto pode conter outros elementos essenciais e benéficos para as plantas. Sua decomposição contribui para a disponibilização de uma gama de nutrientes, enriquecendo o solo. O uso de micaxisto pode contribuir para a estabilidade do pH do solo, evitando variações excessivas que possam prejudicar o crescimento das plantas (RESENDE et al., 2006; MANNING, 2010; GUELFY-SILVA et al., 2012; GUELFY-SILVA et al., 2014).

A incorporação de pó de micaxisto no manejo do solo pode reduzir a necessidade de aplicação de fertilizantes solúveis, promovendo uma abordagem mais sustentável e econômica. É fundamental, no entanto, considerar a qualidade do micaxisto, avaliando sua composição para garantir a ausência de elementos tóxicos. Além disso, a quantidade

adequada a ser aplicada deve ser determinada com base nas necessidades específicas do solo e das culturas cultivadas. O uso responsável e bem gerenciado do pó de micaxisto pode contribuir significativamente para a eficiência do manejo de potássio e para a promoção da saúde do solo em práticas agrícolas sustentáveis. Testes de resíduos de mineração de micaxisto vem apresentando resultados interessantes em diferentes culturas agrícolas. Micaxisto são rochas metamórficas de origem sedimentar, formada essencialmente por quartzo e biotita, além de outras micas, podendo ter diferentes proporções de feldspatos (MANNING, 2010; GUELFIL-SILVA et al., 2012; GUELFIL-SILVA et al., 2014).

Gueffi-Silva et al. (2012) avaliando as alterações no solo causadas pela aplicação de micaxisto observaram que modificação na alteração dos atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, principalmente na maior disponibilidade de potássio. Trabalhos desenvolvidos com arroz demonstraram que altas doses de micaxisto promovem modificações na dinâmica nutricional da espécie, bem com aumentam o rendimento de grãos e eficiência no uso de potássio, observando seu potencial para ser utilizado como fertilizante alternativo em sistemas de cultivo de arroz (GUELFIL-SILVA et al., 2014).

Gueffi-Silva et al. (2013) avaliando micaxisto, relataram que o aumento das doses dessa fonte promoveu melhorias na nutrição e aumento na produção de alface. Os mesmos autores relaram aumento da disponibilidade de vários nutrientes no solo, destacando-se o potássio. Resultados semelhantes foram obtidos com a cultura da soja, na qual foi observado maior desenvolvimento radicular com a aplicação de micaxisto, além de aumento na disponibilidade de K e na produção de sementes (RESENDE et al., 2006).

Bakken et al (2000) relataram que o micaxisto pode ser usado na substituição parcial da adubação potássica em pastagem. Os mesmos autores relataram o efeito residual desse material após o segundo ano agrícola, por meio do incremento da concentração de potássio na pastagem. Contudo, destaca-se que o potássio ligado em K-feldspato na micaxisto tem uma menor disponibilidade, destacando o potencial de substituição parcial do material, não total em curto espaço de tempo, podendo aumentar conforme com o aumento do tempo de uso. Por outro lado, o K associado à biotita apresenta efeito agrônômico no curto prazo (MANNING, 2010; MOHAMMED et al., 2014; MORTLAND et al., 1956). Resultados semelhantes foram encontrados por Duarte et al. (2012), a partir do estudo de micaxisto descrito em Resende et al. (2006), onde foi demonstrada o aumento da matéria seca e do acúmulo de potássio no tecido vegetal em função da dose de micaxisto.

Prabhat et al. (2020) avaliando os resíduos de micaxisto com alternativa potencial para suplementação de K no manejo do solo, relataram que o uso de micaxisto combinado com substâncias húmicas aumentou teor de K solúvel de forma semelhante ao uso de fontes de K solúveis.

De uma forma geral, a liberação potássio por micaxisto de solos ocorre de forma gradual sendo influenciada pela mineralogia da rocha, dose aplicada e a ação biológica do solo. Manning (2010) descreveram o efeito benéfico do silicato presente na micaxisto no

desenvolvimento de microrganismos em solos com cultivo agrícola. Gleeson et al. (2005) mostram que o silicato estimula o desenvolvimento de comunidades fúngicas que utilizam em sua composição química o silício. Da mesma forma, Rosling et al. (2004) relataram o efeito benéfico de micaxisto no estabelecimento de diferentes espécies de fungos ectomicorrízicas, estimulando a absorção de potássio pela planta.

Theodoro et al. (2013) avaliaram o potencial de vários resíduos de rocha, entre eles a micaxisto, em cinco culturas agrícolas (milho, feijão, alho, cenoura e quiabo) em duas safras ao longo de dois anos. De modo geral, o tipo de rocha que apresentou o melhor desempenho foi a micaxisto carbonático, mas em todas as situações a aplicação de PRS possibilitou incremento na produtividade. Os parâmetros de fertilidade (pH, CTC e C orgânico total), bem como o teor de K, também foram positivamente alterados com o uso de micaxisto. Esses indicadores mostram que o uso PRS na produção de alimentos em solos tropicais pode contribuir com a erradicação da pobreza e soberania alimentar do Brasil, além de assegurar a produção de alimentos sem o uso de fertilizantes químicos.

Hurtado et al. (2012) destacaram que é a dependência externa do país por fertilizantes abrem espaço à procura por novas fontes locais, dentre elas, os materiais rochosos contendo nutrientes na sua composição, desta maneira, eles avaliaram o potencial agrônomo de fornecimento de K por micaxisto para o cultivo de milho, em comparação à fonte solúvel cloreto de potássio, num solo típico da região do Cerrado. A aplicação de micaxisto resultou em ganho de crescimento do milho, porém destaca-se que o uso agrícola dessa rocha deve se dar de forma complementar, não em substituição à adubação com fontes convencionais de potássio. Coelho et al. (2009) também avaliando doses de micaxisto na adubação de potássio no cultivo de milho em um solo típico da região de Mata Atlântica, relataram o aumento da produtividade de grãos, destacando que o micaxisto demonstrou em taxas equivalentes, é quase tão eficaz quanto doses solúveis de KCl. Assim, fica claro que a eficiência da micaxisto é também relacionada com o tipo de solo utilizado para o cultivo.

Batista et al. (2013) avaliando micaxisto na cultura de cana-de-açúcar, relataram que a aplicação do PRS possibilitou um prolongamento do período vegetativo e enchimento de colmos, em função do atraso no florescimento em duas semanas, contribuindo com a produtividade e qualidade industrial da cana-de-açúcar. Pois, os danos consequentes do florescimento são ocasionados pelo consumo do açúcar pela respiração, utilizando o açúcar para a formação das panículas ao invés de armazenar na forma de sacarose nos colmos. Em couve-flor, a utilização de micaxisto como fonte alternativa de nutrientes para o cultivo da couve folha se torna viável quando associado à outra fonte de nutrientes, pois ele necessita de um maior período de tempo para a solubilização e mineralização dos nutrientes (MENEZES, 2016). Desta maneira, fica claro o uso crescente da micaxisto na agricultura e seu efeito benéfico em diferentes espécies.

A dependência externa de fertilizante para obtenção de altas produtividades na

agricultura brasileira exige a busca de fontes mais baratas, como o PRS micaxisto. Para isso é de extrema importância a utilização e popularização da micaxisto em condições de cultivo brasileiro, desde que o material não apresente elementos tóxicos às plantas, bem como tiver minerais reativos que otimize o manejo nutricional de plantas. Além disso, destaca-se a necessidade de uma política de aceite da comercialização desse tipo de material, ampliando e consolidando o uso do material. Desta maneira, com base no exposto, fica evidente que o material secundário, resultado do processo de produção de brita para a construção civil, na definido como PRS micaxisto, pode sim ser utilizado na agricultura como uma fonte fornecedora de nutrientes para as plantas e impactando positivamente na melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, constituindo em um material barato e eficaz para uso regional na agricultura.

REFERÊNCIAS

- BAKKEN, A.K.; GAUTNEB, H.; SVEISTRUP, T.; MYHR, K. Crushed rocks and mine tailings applied as K fertilizers on grassland. *Nutrient Cycle Agroecosystem*. 56:53-57, 2000.
- BAMBERG, A.L. *et al.* Dinâmica de liberação de nutrientes disponibilizados por rochas moídas em colunas de lixiviação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais. [Uberlândia]:
- BATISTA, N.T.F. *et al.* Uso de Pó de Rocha como Condicionador de Solos e fertilizante em Cultura de Cana-de-Açúcar. In: Suzi Huff Theodoro; Eder de Souza Martins; Marcus Manoel Fernandes; André Mundstok Xavier de Carvalho. (Org.). Anais II Congresso de Rochagem. 1ed.Visconde do Rio Branco: Suprema, 2013, v. 1, p. 58-62.
- BLEKEN, M.A., KROGSTAD, T., SPEETJENS, K., HELM, M. Use of a mixture of biotite- and apatite-rich rock powder in a soil with inherent low soil fertility. In D. Neuhoff, N. Halberg, T. Alföldi, W. Lockeretz, A. Thommen, I. A. Rasmussen, H. Willer (Eds.), *Cultivating the Future Based on Science*, v. 1 - Organic Crop Production (ISOFAR, Mo, pp. 90–93). International Society of Organic Agriculture Research, 2008.
- BRASIL. Lei no. 12.890 - Altera a Lei n. 6.894 para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura. Brasília, DF: Diário Oficial da União - Palácio do Planalto, 2013. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm
- BRASIL. Instrução Normativa 5 - Regras dos remineralizadores e substratos de plantas. Brasília, DF: Diário Oficial da União - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016a. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=317444>
- BRASIL. Instrução Normativa 6 - Critérios para registro e cadastro de fornecedores. Brasília, DF: Diário Oficial da União - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016b. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=317445>
- COELHO, A.M.; MARRIEL, I.E.; ROCHA, D.M. Relative efficiency of different sources of potassium in the fertilization of crop system pear millet and soybean. In: 18th International Symposium of CIEC (pp. 49–54), 2009.
- DUARTE, I.N.; SOUSA, R.X.; KORNDORFER, G.H.; FONTOURA, P.R.; SOARES, R.A. Biotita: Fonte de potássio para agricultura. *Bioscience Journal*, 28(1):98-103, 2012.

FERNANDES, F.R.C.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. (Ed.). Agrominerais para o Brasil. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2010. 380 p.

FYFE, W.S.; LEONARDOS, O.H.; THEODORO, S.H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78(4): 721-730, 2006.

GLEESON, D.B. et al. Characterization of fungal community structure on a weathered pegmatitic granite, *Microbial Ecology*. 50, 360–368, 2005.

GUARÇONI, A.; FANTON, C.J. Resíduo de beneficiamento do granito como fertilizante alternativo na cultura do café. *Ciência Agrônômica*, 42: 16-26, 2011

GUELFÍ-SILVA, D.R. *et al.* Agronomic efficiency of potassium fertilization in lettuce fertilized with alternative nutrient sources. *Revista Ciência Agrônômica*, 44(2), 267-277, 2013.

GUELFÍ-SILVA, D.R. *et al.* Characterization and nutrient release from silicate rocks and influence on chemical changes in soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36(3), 951-962, 2012.

GUELFÍ-SILVA, D.R. *et al.* Yield, nutrient uptake and potassium use efficiency in rice fertilized with crushed rocks. *African Journal of Agricultural Research*, 9, 455-464, 2014.

HURTADO, S.M.C. et al. Avaliação de uma Rocha Silicática como Fonte de Potássio. In *FertiBio* (pp. 1–4). Maceió-AL: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012.

KNAPIK, J.G.; ANGELO, A.C. Pó de basalto e esterco equino na produção de mudas de *Prunus sellowii* Koehne (ROSACEAE). *Floresta*, 37: 427-436, 2007.

MANNING, D.A.C. Mineral sources of potassium for plant nutrition: A review. *Agron. Sustainable Develop.*, 30:81-294, 2010.

MENEZES, E.J.R. Eficiência da utilização de pó de Mica Xisto e esterco na produção de couve folha. 2016. 29p. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Morrinhos, Morrinhos-GO, 2016.

MOHAMMED, S.M.O. *et al.* Comparison of silicate minerals as sources of potassium for plant nutrition in sandy soil. *European Journal of Soil Science*, 65:653-662, 2014.

MORTLAND, M.M.; LAWTON, K.; UEHARA, G. Alteration of biotite to vermiculite by plant growth. *Soil Science*, 82(6):477-482, 1956.

NOROUZI, S.; KHADEMI, H. Ability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) to take up potassium from different micaceous minerals and consequent vermiculitization. *Plant and Soil*, 328(1–2):83–93, 2010.

PRABHAT PRAMANIK, CHAYANIKA KALITA, PALLABI KALITA & ANUP JYOTI GOSWAMI. 2020. Earthworm Assisted Remediation of Effluents and Wastes. *Earthworm Assisted Remediation of Effluents and Wastes* 209 225.

PRATES, F.B.S. *et al.* Crescimento de mudas de pinhão-mansão em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. *Revista Ciência Agrônômica*, 43: 207-213, 2012.

RESENDE, A.V. *et al.* Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. *Espaço & Geografia*, 9: 17-40, 2006.

ROSLING, A.; LINDAHL, B.D.; TAYLOR, A.F.S.; FINLAY, R.D. Mycelial growth and substrate acidification of ectomycorrhizal fungi in response to different minerals, *FEMS Microbial Ecology*. 47, 31–37, 2004.

SILVEROL, A.C.; MACHADO FILHO, L. Utilização de pó de granito e manto de alteração de piroxenito para fertilização de solos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2: 703-707, 2007.

THEODORO, S.H. *et al.* Efeito do uso da técnica de rochagem e adubação orgânica em solos tropicais. In: II Congresso Brasileiro de Rochagem, 2013, Poços de Caldas. *Anais do II Congresso Brasileiro de Rochagem*. Visconde do Rio Branco/MG: SUPREMA, 2013. v. 1. p. 322-42.