

## USO DE PÓ DE ROCHA MONZODIORITO COMO REMINERALIZADOR DE SOLO

André Ferreira Kunz , Elcio Ferreira dos Santos

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – Nova Andradina-MS

[andre.kunz@estudante.ifms.edu](mailto:andre.kunz@estudante.ifms.edu) , [elcio.santos@ifms.edu](mailto:elcio.santos@ifms.edu)

### Resumo

O uso do pó de rocha como remineralizador de solos vem se popularizando nos últimos anos. Objetivou-se avaliar se o pó de monzodiorito (São João Boa Vista – SP) pode ser utilizado como remineralizador de solo. Foi desenvolvido um experimento de incubação utilizando Neossolo Quartzarênico em um delineamento experimental ao acaso. Esse solo foi incubado com doses de pó de monzodiorito por 60 dias. Por fim, no mesmo solo foram realizados o cultivo em sistemas de vasos com feijão e milho. O pó de monzodiorito apresenta as características exigidas de remineralizador de solo. O teste demonstra aumentou teores, de P, K, Ca e Mg. Além de aumentar o pH do solo, e reduzir alumínio trocável. O uso do PMZ proporcionou incremento no crescimento e na absorção de macro e micronutrientes em plantas de milho e feijão. Conclui-se que o pó de monzodiorito pode ser registrado como remineralizador.

**Palavras-chave:** pó de rocha, rochagem, rocha silicáticas.

### Introdução

A busca por altas produtividades agrícolas brasileiras exigem a utilização de grandes quantidades de fertilizantes, tornando o país um dos maiores consumidores mundiais desse insumo. Devido a isso são estudados fontes alternativas, e o pó de rocha tem características benéficas de promover a melhoria de suas propriedades físicas, químicas e/ ou biológicas, além de terem um grande potencial para o sequestro de carbono atmosférico e sua incorporação no solo (BEERLING et al., 2018), atuando como condicionador de solo (MELO et al., 2012) e liberando nutrientes de forma lenta e gradual para as culturas.

Dentre seus principais aspectos positivos podem ser citados: Fornecimento de vários elementos essenciais às planta; liberação lenta e gradual dos nutrientes por períodos de médio a longo prazo, diminuindo as perdas desses nutrientes pela lixiviação; fornecimento de elementos benéficos como o silício; baixo custo do produto e melhoria da qualidade química, física e biológica do solo. (BLEKEN et al., 2008; GUARÇONI e FANTON, 2011; SILVA et al., 2011; GUELFY-SILVA et al., 2013; NOGUEIRA et al., 2021).

Contudo, a eficiência agrônômica e a melhoria das condições edáficas dependem de diversos fatores relacionados às características químicas, mineralógicas e granulométricas do remineralizador aplicado ao solo, ao ambiente e também ao manejo adotado (MANNING et al.,

2017). Estes fatores implicam em uma dificuldade na determinação de doses e dos efeitos que acontecem no solo após a aplicação do pó de rocha, principalmente em função da grande variabilidade dos materiais utilizados (MARTINS et al, 2008; 2014; WINIWARTER; BLUM, 2008). Desta maneira, é necessária a avaliação da eficiência agrônômica do pó de rocha, a fim de entender seu potencial de uso como remineralizador. Nesse sentido, insere-se o potencial de uso de pó de monzodiorito.

Rochas ígneas apresentam um intemperismo complexo e bem heterogêneo (WHITE et al., 2017), pois apresentam minerais que se intemperizam em taxas diferentes (MIGÓN e THOMAS, 2002). As rochas ígneas intermediárias são abundantes em plagioclásio e feldspato potássico, representadas especialmente por rochas vulcânicas, como os andesitos, e rochas plutônicas, como os monzodioritos (BLUM e STILLINGS, 1995), e representam uma grande importância para o uso tecnológico do intemperismo. Rochas intermediárias também são ricas em minerais máficos, como piroxênios e anfíbios, que são ricos em Fe e Mg, além de feldspato potássico (MELFI et al., 1988; GILL, 2011). Na Bacia Geológica do Paraná, especialmente na porção centro-leste de São Paulo, ocorrem intrusões do tipo sill que apresentam diferenciação magmática, onde ocorrem rochas básicas a intermediárias, como monzodioritos (SEIXAS et al., 2015).

Estudos realizados com pó de andesito como remineralizador de solos mostraram o potencial para melhorar os solos e disponibilizar nutrientes, como o cálcio, magnésio e potássio, além de aumentar a disponibilidade de fósforo (DALMORA et al., 2020; RAMOS et al., 2020, 2021). Durante o intemperismo, estes minerais produzem a precipitação de óxidos de Fe e Al em solos (KÄMPF, et al, 2000; RUIZ- AGUDO et al., 2012), na fixação de fósforo, na sorção de íons e na formação de complexos organo-minerais (KLEBER et al., 2015; SINGH et al., 2018). Objetivou-se avaliar se o pó de monzodiorito (São João Boa Vista – SP) pode ser utilizado como remineralizador de solo.

### Metodologia

As atividades foram desenvolvidas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), Campus de Nova Andradina, MS. Amostras da camada superficial (de 0 a 20 cm de profundidade) de um Neossolo Quartzarênico (NQ), textura areia franca/arenoso, coletado na Fazenda Santa Bárbara – campus do IFMS; e. O

teste de incubação se iniciou no dia 01/09/2022, com finalização no dia 01/11/2022 e subsequente início do teste com plantas.

O início de Experimento Agrônomo - Simoso São João ocorreu no dia 17/11. Antes da instalação dos experimentos, as amostras de solo foram secas ao ar, passadas em peneira de 4 mm de abertura de malha, identificadas e armazenadas para posterior utilização nos experimentos. Sub amostras, denominadas de terra fina seca ao ar (TFSA), foram coletadas e passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha, homogeneizadas e caracterizadas quanto aos aspectos físico-químicos.

Cada unidade experimental foi constituída por sacos plásticos de polietileno de 6,0 kg de capacidade, preenchido com 5,5 kg do NQ. Antes de serem pesados e colocados nos sacos plásticos, as amostras de solo foram secas ao ar e passadas em peneira de 4 mm de abertura de malha. Após a identificação dos sacos plásticos, procedeu-se à aplicação dos tratamentos. Para tal, as doses de PMZ foram aplicadas sendo: 0; 6; 12; 24; 48 96 t ha<sup>-1</sup> para NQ; . Para a adição das doses de PMZ, as amostras dos solos foram homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos por 60 dias. O teor de umidade nas amostras de terra foi mantido a 70% da sua capacidade de retenção de água. Posteriormente, os sacos de cada solo foram dispostos em bancadas enfileirados da menor dose para a maior dose. Semanalmente todos os sacos foram revirados para a homogeneização. Ao final do período de incubação, todos os sacos foram abertos a fim de iniciar o processo de secagem. Após secas, as amostras foram passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha, identificadas e armazenadas até o momento das análises.

Sequentemente foi realizado o teste agrônomo com a cultura do milho e feijão, sob condições de casa de vegetação no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), em Nova Andradina, MS. Foram cultivadas as culturas do milho e do feijão, por meio do híbrido Feroz VIP 3 e o cultivar Pérola. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso de polietileno preenchido com 5 kg do NQ .

Após 50 DAE foram avaliados parâmetros como; Crescimento, produção de biomassa e análises químicas das amostras das plantas , obtidas a altura das plantas (cm) e o diâmetro do colmo (mm) a 10 cm em relação ao nível do solo, com o auxílio de régua e paquímetro.

Já em relação a amostragens de solo coletadas nos sacos plásticos após o período de incubação e nos vasos após a retirada da parte aérea das plantas , foram secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha, acondicionadas em sacos de polietileno, identificados, e armazenadas até o momento das análises. Nessas amostras, coletadas nos dois experimentos (incubação e teste com plantas), foram avaliados atributos químicos do solo.

Para as análises estatísticas e delineamento experimental adotou-se o delineamento inteiramente casualizados para o teste de incubação, com seis tratamentos (doses de PMZ) e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais para cada solo avaliado. Já para o teste agrônomo, adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com seis tratamentos (doses de PMZ) e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais para cada cultura em cada solo. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguindo de estudos de regressão polinomial para avaliar o efeito das doses entre parâmetros avaliados no solo e nas plantas. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SAS e ao nível de significância de 5%.

## Resultados e Discussão

Em relação ao solo o pó de mozdiorito (PMZ) apresentou resultados significantes nos atributos químicos após teste de incubação , no Neossolo Quartzarênico (NQ) ,proporcionou aumento quadrático nos teores de P, K, Ca, Mg , quando comparado ao solo antes da instalação do experimento oque deixou claro a melhoria da fertilidade quando utilizado o produto . assim refletindo na SB e no V% do solo que apresentaram 8 e 10 vezes maiores do que em solo onde não foi aplicado o produto , e também apresentou aumento do PH do solo em comparação aos não aplicados , com o incremento de 14% ,oque induziu a redução dos valores de acidez potencial.

Já no incremento de macronutrientes sendo para teores de P passaram de muito baixo (0 a 6,0 mg dm<sup>-3</sup>) para adequado (18,1 a 25,0 mg dm<sup>-3</sup>), K de baixo (< 0,04 cmolc dm<sup>-3</sup>) para adequado (0,08 a 0,2 cmolc dm<sup>-3</sup>) , Ca passou de teores baixos (< 1,5 cmolc dm<sup>-3</sup>) para teor adequado (1,5 a 7 cmolc dm<sup>-3</sup>) e pH, que passou de baixo (< 4,8) para adequado (4,9 a 5,5).

**Tabela 1:** Valores de pH; e teor de fósforo (P); potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) obtidos no Neossolo Quartzarênico após 60 dias de incubação.

Doses t ha <sup>-1</sup>	pH	P mg dm <sup>-3</sup>	K -----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----	Ca	Mg	H+Al	V
							%
0,0 <sup>(1)</sup>	4,86	6,70	0,03	0,10	0,04	2,47	6,37
4,5	5,04	7,04	0,04	0,42	0,09	2,39	18,55
9,0	5,21	11,04	0,05	0,86	0,11	2,25	31,30
18,0	5,38	19,80	0,08	0,92	0,15	2,15	36,34
36,0	5,47	23,47	0,09	1,	0,19	2,06	43,82
72,0	5,56	29,61	0,12	1,51	0,21	1,81	49,94
Variável (y)	Equação da Regressão						R <sup>2</sup>
pH	4,10 + 0,02 x - 0,0002 x <sup>2</sup>						0,97
P	5,71 + 0,54 x - 0,0031 x <sup>2</sup>						0,98
K	0,03 + 0,01 x - 0,0001 x <sup>2</sup>						0,98
Ca	0,22 + 0,03 x - 0,0002 x <sup>2</sup>						0,97
Mg	0,05 + 0,01 x - 0,0001 x <sup>2</sup>						0,98
H+Al	2,43 - 0,01 33x + 0,0001 x <sup>2</sup>						0,98
V	11,82 + 1,13 x - 0,0078 x <sup>2</sup>						0,96

\*\* e NS – Significativo a 1% de probabilidade e não significativo. CV = Coeficiente de variação. (1) Sem adição de material corretivo de acidez do solo.

Em relação ao efeito dos tratamentos nas culturas obteve-se resultados significantes, na cultura do milho foi apresentado um grande aumento em massa seca da parte aérea, altura e diâmetro do colmo, no solo textura arenosa (NQ). Sendo assim no solo NQ, com a última dose de PMZ obteve-se resultados seis, três e três vezes maiores respectivamente, do que as plantas cultivadas sem o tratamento.

**Tabela 2.** Efeito dos tratamentos com Pó de Monzodiorito da Simoso (PMZ) na matéria seca das raízes (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA), diâmetro de colmo (DC) e altura das plantas (AP) aos 50 dias após a emergência das plantas de milho, cultivadas no Quartzarênico (NQ).

Tratamentos	NQ			
	MSR	MSPA	DC	AP
Doses	g por planta		mm	cm
0,0	3,01	6,10	4,34	40,25
6,0	3,31	12,18	5,69	50,23
12,0	3,04	19,95	7,38	78,10
24,0	3,04	25,48	8,60	87,85
48,0	3,73	34,75	10,44	102,88
96,0	3,02	35,58	10,75	104,98
Teste F	ns	100,05**	80,00**	23,39*
Média	3,19	22,34	7,87	77,38
CV (%)		10,01	11,04	10,03

O efeito dos tratamentos da planta do feijão, se obteve bons resultados também com aumento quadrático em relação massa seca da parte aérea, altura e diâmetro do caule, isso em ambos os solos. No solo NQ foi destacado que a maior dose de PMZ, resultou no aumento da parte aérea oito vezes maior; e de diâmetro e na altura aproximadamente cinco vezes maior em relação as plantas cultivadas sem pó PMZ.

**Tabela 3.** Efeito dos tratamentos na matéria seca das raízes (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA), altura das plantas (AP) e diâmetro de colmo (DC) aos 50 dias após a emergência das plantas de feijão, cultivadas no Neossolo Quartzarênico (NQ) sob tratamento com Pó de Monzodiorito da Simoso (PMZ).

Tratamentos	NQ			
	MSR	MSPA	DC	AP
Doses	g por planta		mm	cm
0,0	2,41	3,44	1,00	18,55
6,0	2,43	7,63	1,51	41,50
12,0	2,30	14,55	1,99	49,50
24,0	2,20	21,28	3,59	81,73
48,0	3,40	27,13	4,58	107,08
96,0	3,21	28,80	4,73	108,90
Teste F	ns	73,98*	107,99**	164,14**
Média	2,66	17,14	2,90	67,87
CV (%)		11,14	11,21	12,13

### Considerações Finais

O teste de incubação demonstrou que a aplicação do PMZ aumentou os teores disponíveis de P, K, Ca e Mg, bem

como aumentou os valores referentes a soma de base, saturação por base e capacidade de troca catiônica. Além disso, a aplicação de PMZ reduziu a saturação por alumínio, bem como a acidez ativa e potencial.

As plantas de milho e feijão cultivadas que receberam o pó PMZ, apresentaram aumento no acúmulo de macro e micronutrientes, além de maior produção de massa seca, comparativamente ao tratamento sem aplicação do pó PMZ.

O PMZ, objeto do presente ensaio agrônomico, através do qual ficou demonstrado sua viabilidade de uso e eficiência agrônomico, apresenta todas as características geoquímicas, mineralógicas e granulométricas mínimas exigidas de um remineralizador, enquadrando-se nos parâmetros estabelecidos pelo MAPA para registro, produção e comercialização no Brasil.

### Agradecimentos

Ao programa de Iniciação Científica e Tecnologia do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul e CNPq (IFMS) pela concessão de bolsa ao primeiro autor e apoio financeiro para execução do projeto.

### Referências

BEERLING, D. J.; LEAKE, J. R.; LONG, S. P.; SCHOLLES, J. D.; TON, J.; NELSON, P. N.; BIRD, M.; KANTZAS, E.; TAYLOR, L. L.; SARKAR, B.; KELLAND, M.; DELUCIA, E.; KANTOLA, I.; MÜLLER, C.; RAU, G. H.; HANSEN, J. Farming with crops and rocks to address global climate, food and soil security. *Nature Plants*, v.4, p. 138–147. 2018.

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 (ISO FAR, Mo, pp. 90–93). International Society of Organic Agriculture Research, 2008.

BLUM, A.E. STILLINGS, L.L. Feldspar dissolution kinetics. Cap 4. In: WHITE, S.L. BRANTLEY (Eds.), *Chemical Weathering Rates of Silicate Minerals*, Mineral. Soc. Am., Rev. Mineral., Vol. 31 (1995).

DALMORA, A. C.; RAMOS, C. G.; SILVA OLIVEIRA, M. L.; SILVA OLIVEIRA, L. F.; HOMRICH

SCHNEIDER, I. A.; KAUTZMANN, R. M. Application of andesite rock as a clean source of fertilizer for eucalyptus crop: Evidence of sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 256, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120432>.

GILL, Robin. *Igneous rocks and processes: a practical guide*. John Wiley & Sons, 2011.

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

GUELFILVA, D.R.; MARCHI, G.; SPEHAR, C.R.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V. Agronomic efficiency of potassium fertilization in lettuce fertilized with alternative nutrient sources. *Revista Ciência Agrônômica*, 44(2), 267-277, 2013.

KÄMPF, N. SCHEINOST, A. C.; SCHULZE, D. G. Oxide minerals. *Handbook of soil science*, p. 125-168, 2000.

KLEBER, M.; EUSTERHUES, K.; KEILUWEIT, M.; MIKUTTA, C.; MIKUTTA, R.; NICO, P. S. Mineral-Organic Associations: Formation, Properties, and Relevance in Soil Environments. *Advances in Agronomy*, v. 130, p. 1–140, 1 jan. 2015.

MANNING, D. A. C. et al. Testing the ability of plants to access potassium from framework. MARTINEAU, E.; DOMEQ, J-C.; BOSCH, A.; DENORROY, P.; FANDINO, V.A.; LAVRE, J.; JORDAN-MEILLE, L. The effects of potassium nutrition on water use in field-grown maize (*Zea mays* L.). *Environ Exper Bot* 134: 62–71, 2017.

MARTINS, É. S., OLIVEIRA, C. G., RESENDE, Á. V., & MATOS, M. S. F. (2008). Agrominerais - rochas silicáticas como fontes minerais alternativas de potássio para a agricultura. In A. B. da Luz & F. A. F. Lins (Eds.), *Rochas e Minerais Industriais no Brasil: usos e especificações* (2nd ed., pp. 205–221). Rio de Janeiro: CETEM. [http://www.cetem.gov.br/publicacoes/livros/item/download/92\\_788990c37a75adbb58](http://www.cetem.gov.br/publicacoes/livros/item/download/92_788990c37a75adbb58) 1832911431cf75.

MELFI, A. J.; PICCIRILLO, E. M.; NARDY, A. J. R. Geological and magmatic aspects of the Parana basin - an introduction. *Mesozoic Flood Volcanism of the Parana Basin*, 1988.

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*. 42(4): 471 – 476, 2012.

MIGÓN, P.; THOMAS, M. F. Grus weathering mantles - Problems of interpretation. *Catena*, v. 49, n. 1–2, p. 5–24, 31 ago. 2002.

NOGUEIRA, T.A.R.; MIRANDA, B.G.; JALAL, A.; LESSA, L.G.F.; FILHO, M.C.M.T.; MARCANTE, N.C.;

ABREU-JUNIOR, C.H.; JANI, A.D.; CAPRA, G.F.; MOREIRA, A.; et al. Nepheline Syenite and Phonolite as Alternative Potassium Sources for Maize. *Agronomy* 2021, 11, 1385. NOROUZI, S.; KHADEMI, H. Ability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) to take up potassium from different micaceous minerals and consequent vermiculitization. *Plant and Soil*, 328:83–93, 2010.

WHITE, A. F.; SCHULZ, M. S.; LAWRENCE, C. R.; VIVIT, D. V.; STONESTROM, D. A. Long-term flow-through column experiments and their relevance to natural granitoid weathering rates. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 202, p. 190–214, 1 abr. 2017.