

USO DO PÓ DE GRANITO POLIMIX SANTANA COMO REMINERALIZADOR

Matheus Ferreira Kunz, Elcio Ferreira dos Santos

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

matheus.kunz@estudante.ifms.edu.br, elcio.santos@ifms.edu.br

Resumo

O uso do pó de rocha como remineralizador de solos agricultáveis vem se popularizando nos últimos anos. Desta maneira, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a eficiência agrônômica do pó de granito POLIMIX SANTANA como um remineralizador de solo. Foi desenvolvido um experimento de incubação do produto utilizando solos de textura contrastante; utilizando-se o delineamento experimental ao acaso com quatro repetições por 60 dias com posterior análise dos atributos químicos do solo. O teste de incubação demonstrou que a aplicação do pó de granito POLIMIX SANTANA aumentou os teores disponíveis de P, K, Ca e Mg, bem como aumentou os valores referentes a soma de base e saturação por base. Além disso, a aplicação POLIMIX SANTANA aumentou os valores de pH do solo, bem como reduziu a saturação por alumínio.

Palavras-chave: remineralizador; pó de rocha; rochagem; rocha ígnea.

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. No entanto, a maior parte dos fertilizantes utilizados no Brasil são importados, gerando redução no saldo positivo da balança comercial brasileira. Outro problema gerado pela dependência externa desses insumos, implica no maior risco na segurança alimentar do país. Essas características do mercado de insumo no Brasil levantam a necessidade de fontes alternativas de fertilizantes e corretivos (GUELFISILVA et al., 2012; 2013; 2014).

A utilização de resíduos da atividade de mineração compostos por pós de rochas silicáticas (PRS) em uma prática chamada remineralização. Destaca-se que PRS são encontrados na maioria das regiões do país e a obrigatoriedade de registro para a sua produção, comercialização e utilização no país como remineralizador foi estabelecida pela Lei nº 6.894/2004, alterada pela Lei nº 12.890/2013 e seu Regulamento, Decreto nº 5.954/2004 e alterações, bem como a Instrução Normativa nº 53/2013 e alteração e a Instrução Normativa nº 5/2016, expedidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2016).

A remineralização de solos é uma prática agrícola que consiste na aplicação do PRS, buscando a melhoria nos atributos físico-químicos do solo e aumento de produtividade.

Dentre seus principais aspectos positivos podem ser citados: (1) fornecimento de vários elementos essenciais às plantas; (2) liberação lenta e gradual dos nutrientes por períodos de médio a longo prazo, diminuindo as perdas desses nutrientes pela lixiviação; (3) fornecimento de elementos benéficos como o silício; (4) baixo custo do produto; (5) melhoria da qualidade química, física e biológica do solo (NOGUEIRA et al., 2021).

A aplicação de rochas finamente moídas na agricultura como fertilizante já é antiga. Contudo a maior eficiência dos fertilizantes solúveis implicou no menor uso de PRS como fontes de nutrientes ou condicionadores de solo na agricultura (MARTINS et al., 2008, 2014). Nos últimos anos, muitos estudos foram desenvolvidos avaliando os efeitos benéficos dos PRS na agricultura, sendo relatados vários resultados positivos de produtividade, por meio do fornecimento de nutrientes como potássio, cálcio, magnésio, fósforo e micronutrientes (NOGUEIRA et al., 2021).

No Brasil, o emprego de rochas silicáticas moídas tem sido ampliado em função de três motivações principais: 1) busca por alternativas para adubos importados e necessidade de aproveitamento de grandes quantidades de rejeitos de pedreiras e mineradoras; 2) aumento da utilização de bases agroecológicas, com restrições ao uso de fertilizantes solúveis em água; 3) estímulos à utilização de recursos locais e regionais para substituir ou complementar fertilizantes importados (GUELFISILVA et al., 2012; 2013; 2014; NOGUEIRA et al., 2021). Ao mesmo tempo, os agricultores iniciaram o uso destes novos insumos incentivados pelo baixo custo e pela elevada disponibilidade regional. Estima-se hoje que já são utilizadas rochas silicáticas moídas em pelo menos 2 milhões de hectares. Dentre os vários PRS destaca-se o uso do pó de granito.

Desta maneira, objetivou-se avaliar o uso do pó de granito de granito da Polimix Concreto LTDA (Santana do Parnaíba – SP), designado aqui como POLIMIX SANTANA, como potencial remineralizador.

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 e de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVA), textura franco-argilo-arenosa/média, foram coletadas na

Fazenda Santa Bárbara – campus do IFMS; e nos arredores do município de Nova Andradina, MS.

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 na utilização nos experimentos. Sub amostras, denominadas de terra fina seca 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 e do LVA. 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 POLIMIX SANTANA foram aplicadas conforme o tipo de solo, sendo: 0; 5,0; 10; 20; 40 e 80 t ha⁻¹ para o NQ e de 0,0; 8,0; 16,0; 32,0 64,0; e 128,0 t ha⁻¹ para o LVA.

Para a adição das doses de POLIMIX SANTANA, 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.

Para o teste de incubação, adotou-se o delineamento inteiramente casualizados, com seis tratamentos (doses de POLIMIX SANTANA) e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais para cada solo avaliado. Já para o teste agrônomico. 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 (SAS INSTITUTE, 2000) e ao nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

A incubação do NQ com POLIMIX SANTANA promoveu modificações significativas nos atributos químicos desse solo (Tabela 1 e 2). A adição de POLIMIX SANTANA proporcionou no NQ aumento linear nos teores de P, K, Ca e Mg quando comparado à caracterização química do solo antes da instalação do experimento. Além disso, destaca-se que as respostas lineares indicam um maior potencial do incremento desses atributos com o uso de maiores doses do POLIMIX SANTANA.

Tabela 1. Valores de pH; teor fósforo (P); potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) obtidos no Neossolo Quartzarênico (NQ) após 60 dias de incubação com POLIMIX SANTANA.

Doses	pH	P	K	Ca	Mg
t ha ⁻¹		mg dm ⁻³		cmol _c /dm ³	
0 ⁽¹⁾	4,49	2,30	0,02	0,16	0,02
5,0	4,84	3,90	0,06	0,81	0,08
10,0	5,02	5,23	0,10	1,26	0,11
20,0	5,28	10,46	0,14	1,53	0,13
40,0	5,54	15,12	0,20	1,81	0,16
80,0	5,80	19,23	0,22	2,12	0,21
Teste F	20,52*	37,35**	16,65*	10,29*	19,02*
Média	5,16	9,21	0,12	1,28	0,12
CV(%)	11,21	10,02	11,45	13,02	12,02
Variável (y)	Equação da Regressão			R ²	
pH	3,93 + 0,0166 x			0,92	
P	3,50 + 0,2206 x			0,95	
K	0,06 + 0,0024 x			0,90	
Ca	0,76 + 0,0200 x			0,90	
Mg	0,06 + 0,0020 x			0,90	

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

Tabela 2. Valores de teor de alumínio trocável (Al); acidez potencial (H+Al); soma de bases (SB); saturação por bases (V); e saturação por alumínio (m) obtidos no Neossolo Quartzarênico (NQ) após 60 dias de incubação com POLIMIX SANTANA.

Doses	Al	H+Al	SB	V	m
t ha ⁻¹		cmol _c /dm ³		%	%
0 ⁽¹⁾	0,91	3,15	0,20	5,82	82,35
5,0	0,62	3,01	0,95	23,89	39,49
10,0	0,09	2,79	1,47	34,51	5,54
20,0	0,00	2,45	1,79	42,18	0,00
40,0	0,00	2,10	2,17	50,83	0,00
80,0	0,00	1,92	2,55	57,05	0,00
Teste F	ns	22,13**	11,37*	9,51*	ns
Média	0,27	2,57	1,52	35,72	21,23
CV(%)	9,65	11,23	11,02	10,03	12,02
Variável (y)	Equação da Regressão			R ²	
H+Al	2,96 – 0,0150 x			0,92	
SB	0,88 + 0,0244 x			0,90	
V	22,17 + 0,5242 x			0,91	

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

Esses aumentos nos teores de P, K, Ca e Mg foram refletidos no aumento dos valores de SB e V%. As amostras de solo incubadas com a maior dose de POLIMIX SANTANA apresentaram teores de P aproximadamente oito vezes maiores do que as amostras que não receberam pó de rocha. Ademais, as amostras de solo incubadas com a maior dose

de POLIMIX SANTANA apresentaram teores de K, Ca e Mg aproximadamente onze vezes maiores do que as amostras que não receberam pó de rocha.

Comportamento semelhante ocorreu para SB e V%, em que o solo incubado com a maior dose de POLIMIX SANTANA apresentou valores de SB e V% 13 e 10 vezes maior, respectivamente, do que amostras incubadas sem a aplicação de pó de granito. Destaca-se que incrementos significativos nos teores de P, K, Ca e Mg e nos valores SB e V% já foram encontrados na menor dose de POLIMIX SANTANA testada, enfatizando os benefícios da aplicação de pó de granito independente da dose. Ademais, destaca-se que a incubação do NQ com POLIMIX SANTANA aumentou os valores de pH quando comparado à caracterização química do solo antes da instalação do experimento.

As amostras incubadas com a maior dose de POLIMIX SANTANA apresentaram incremento de 29% nos valores de pH, quando comparadas com as amostras sem aplicação do POLIMIX SANTANA (Tabela 6). O aumento do pH induziu a redução linear dos valores de acidez potencial (H+Al). As amostras de solo incubadas com a maior dose de POLIMIX SANTANA demonstraram valores de H+Al, 64% menores do que as amostras que não receberam POLIMIX SANTANA.

Os incrementos nos teores de P, K e Ca modificaram a classificação desses nutrientes no NQ. Para o teor de P, a última dose de POLIMIX SANTANA modificou a classe dos teores de P de baixo (< 6,0 mg dm⁻³) para adequado (12 a 18 mg dm⁻³). Para o K, a última dose de POLIMIX SANTANA modificou a classe dos teores de K de baixo (< 0,04 cmol_c dm⁻³) para adequado (0,08 a 0,3 cmol_c dm⁻³). Já para o teor de Ca, as amostras de solo passaram do teor baixo (< 1,5 cmol_c dm⁻³) para teor adequado (1,5 a 7 cmol_c dm⁻³) já na dose 20 t há⁻¹. Outra modificação de classe foi em relação ao pH, que passou de baixo (< 4,4) para adequado (4,9 a 5,5) (SOUSA; LOBATO, 2004).

Analisando o efeito da incubação de POLIMIX SANTANA nos atributos químicos do LVA, nota-se comportamento semelhante do observado nas amostras do NQ. O incremento do POLIMIX SANTANA proporcionou aumento nos teores de P, K, Ca e Mg quando comparado à caracterização química do solo antes da instalação do experimento. Esses aumentos nos teores de P, K, Ca e Mg foram refletidos no aumento dos valores de SB e V%. Destaca-se que as amostras de solo LVA incubado com a maior dose de POLIMIX SANTANA apresentaram teores de P, K, Ca e Mg aproximadamente 15; 11; 13; e 11 vezes, respectivamente, maiores do que as amostras que não receberam pó de granito (Tabela 3 e 4).

Para SB e V%, as amostras incubadas com a maior dose de POLIMIX SANTANA apresentaram valores treze e dez vezes, respectivamente maiores do que amostras incubadas sem a aplicação de pó de rocha. De forma semelhante ao observado no NQ, a incubação do LVA com POLIMIX

SANTANA também aumentou os valores de pH quando comparado à caracterização química do solo antes da instalação do experimento.

Tabela 3. Valores de pH; e teor de fósforo (P); potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) obtidos no Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) após 60 dias de incubação com POLIMIX SANTANA

Doses	pH	P	K	Ca	Mg
t ha ⁻¹		mg dm ⁻³	cmol _c /dm ³		
0 ⁽¹⁾	3,60	1,30	0,02	0,16	0,02
8,0	4,00	3,90	0,06	0,81	0,08
16,0	4,20	5,23	0,10	1,26	0,11
32,0	4,50	10,46	0,14	1,53	0,13
64,0	4,80	15,12	0,20	1,81	0,16
128,0	5,10	19,23	0,22	2,12	0,21
Teste F	21,59*	10,88*	35,56 **	42,52**	21,92**
Média	4,99	26,30	0,26	3,19	1,85
CV (%)	10,02	11,31	10,21	11,36	10,41
Variável (y)	Equação da Regressão				R ²
pH	4,18 + 0,0100 x				0,92
P	6,58 + 0,1291 x				0,90
K	0,09 + 0,0018 x				0,95
Ca	1,13 + 0,0142 x				0,95
Mg	0,50 + 0,0064 x				0,91

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

Tabela 4. Valores de teor alumínio trocável (Al); acidez potencial (H+Al); soma de bases (SB); saturação por bases (V%); e saturação por alumínio (m%) obtidos no Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) após 60 dias de incubação com POLIMIX SANTANA

Doses	Al	H+Al	SB	V	m
t ha ⁻¹	cmol _c /dm ³			%	%
0 ⁽¹⁾	0,91	3,15	0,20	5,82	82,35
8,0	0,62	3,01	0,95	23,89	39,49
16,0	0,09	2,79	1,47	34,51	5,54
32,0	0,00	2,45	1,79	42,18	0,00
64,0	0,00	2,10	2,17	50,83	0,00
128,0	0,00	1,92	2,55	57,05	0,00
Teste F	ns	24,81*	35,27**	19,11*	ns
Média	0,43	3,67	5,30	55,20	12,54
CV (%)	12,04	13,25	13,01	12,33	10,35
Variável (y)	Equação da Regressão				R ²
H+Al	3,58 - 0,0104 x				0,93
SB	1,73 + 0,0223 x				0,95
V%	32,90 + 0,2802 x				0,91

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

As amostras incubadas com a maior dose de POLIMIX SANTANA apresentaram incremento de 41% nos valores de pH, quando comparadas com as amostras sem aplicação de pó de rocha (Tabela 7). O aumento do pH induziu a redução linear dos valores de acidez potencial (H+Al). As amostras de solo incubadas com a maior dose de POLIMIX SANTANA demonstraram valores de H+Al, 61% menores do que as amostras que não receberam POLIMIX SANTANA. As amostras de solo incubadas com a terceira dose de POLIMIX SANTANA testada (32 t há⁻¹), já demonstraram valores nulos de acidez trocável (Al) e da saturação por Al (m%).

Os incrementos nos teores de P, K e Ca modificaram a classificação desses nutrientes no LVA. Para o K, a última dose de POLIMIX SANTANA modificou a classe dos teores de K de baixo (< 0,04 cmolc dm⁻³) para adequado (0,08 a 0,3 cmolc dm⁻³). Já para o teor de Ca, as amostras de solo passaram do teor baixo (< 1,5 cmolc dm⁻³) para teor adequado (1,5 a 7 cmolc dm⁻³) já na dose 20 t há⁻¹. Outra modificação de classe foi em relação ao pH, que passou de baixo (< 4,4) para adequado (4,9 a 5,5) (SOUSA; LOBATO, 2004).

De maneira geral, em ambos os solos, as doses de POLIMIX SANTANA, aumentaram os teores de P, K, Ca e Mg, bem como aumentaram os valores de pH já na primeira dose utilizada. Além disso, destaca-se que os atributos químicos do solo demonstraram ajuste linear nas doses de POLIMIX SANTANA demonstrando a possibilidade de melhoria nesses atributos em doses maiores de POLIMIX SANTANA que as utilizadas nesse experimento.

Os teores de K, Ca e Mg foram os nutrientes que aumentaram mais expressivamente em ambos os solos. Destaca-se que os sistemas de cultivo contínuos, vem promovendo a maior remoção de K no solo, principalmente por culturas de grãos (CARMEIS FILHO et al., 2017). Duarte (2012) também observou que o uso de silito associado a fonte de Ca incrementou significativamente os teores de K disponíveis no solo, além de aumentar os teores de Ca e Mg no solo, como observado no presente trabalho.

O uso do POLIMIX SANTANA consiste em alternativa benéfica ao manejo desses nutrientes no solo. Além de aumentar de forma expressiva os teores de K, também pode ser utilizado como manejo complementar para o aumento dos teores de Ca e Mg disponíveis. Contudo, a necessidade de correção do solo para altas produtividades exige a busca por novos produtos, visando a aproximação da produção com o mercado consumidor. Por meio dos resultados, sugere-se o uso do POLIMIX SANTANA como opção para correção de acidez do solo, ao mesmo tempo que possibilita o incremento de K na solução do solo.

Considerações Finais

O teste de incubação demonstrou que a aplicação do POLIMIX SANTANA aumentou os teores disponíveis de P, Ca e Mg, bem como aumentou os valores referentes a soma

de base e a saturação por base. Além disso, a aplicação do POLIMIX SANTANA reduziu da saturação por alumínio, bem como a acidez ativa e potencial. O POLIMIX SANTANA, 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 Instituto Federal de Mato Grosso do Sul pela concessão da bolsa do primeiro autor (EDITAL N° 033/2021 - IFMS - PROPI / PROEX - PESQUISA APLICADA / EXTENSÃO TECNOLÓGICA/PAET).

Referências

- ALMEIDA, A.L.G. Resposta de cultivares de feijão-caupi a calagem. 2013. 86 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Jaboticabal – SP.
- 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 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>
- 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
- CAIRES, E.F.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; KUSMAN, M.T. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 26:1011-1022, 2002.
- CARMEIS FILHO, A.C.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; MAUAD, M.; GARCIA, R.A. Influence of Potassium Levels on Root Growth And Nutrient Uptake Of Upland Rice Cultivars. Revista Caatinga, 30:32-44, 2017.
- COSTA, A.S.V.; HORN, A.H.; DONAGEMMA, G.K.; SILVA, M.B. Uso do resíduo de granito oriundo da serraria e polimento como corretivo e fertilizante de solos agrícolas. GEONOMOS 18(1): 23 – 27, 2010.

- DO CARMO, D.L.; SILVA, C.A. Condutividade elétrica e crescimento do milho em solos contrastantes sob aplicação de diversos níveis de calagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51:1762-1772, 2016.
- GUELFIL-SILVA, D.R. SPEHAR, C.R.; MARCHI, G.; SOARES, D.A.; CANCELLIER, E.L. MARTINS, E.S. Yield, nutrient uptake and potassium use efficiency in rice fertilized with crushed rocks. *African Journal of Agricultural Research*, 9:455-464, 2014.
- GUELFIL-SILVA, 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 Agronômica*, 44:267-277, 2013.
- GUILHERME, L.R.G.; REIN, T.A.; SOARES, D.A.; ÁVILA, F.W. Characterization and nutrient release from silicate rocks and influence on chemical changes in soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:951-962, 2012.
- INAGAKI, T.M.; DE MORAES SÁ, J.C.; CAIRES, E.F.; GONÇALVES, D.R.P. Lime and gypsum application increases biological activity, carbon pools, and agronomic productivity in highly weathered soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 231: 156-165, 2016.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MARTINS, É.S., SILVEIRA, C.A.P.; BAMBERG, A.L.; MARTINAZZO, R.; BERGMANN, M.; ANGÉLICA, R. S. Silicate agrominerals as nutrient sources and as soil conditioners for tropical agriculture. In *World Fertilizer Congress (Vol. 16, p. 138)*, 2014.
- 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_788990c37a75adbb581832911431cf75
- MORAES, L. N.. USO DE PÓ DE ROCHA NA AGRICULTURA BRASILEIRA: b. 2021. 36 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2021. Cap. 1. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/30712/1/2021_LeticiaNunesDeMoraes_tcc.pdf. Acesso em: 28 jul. 2022.
- 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*, 11:1385, 2021
- OLIVEIRA, U. A. Potencial remineralizador do solo de um pó de granito/gnaise em latossolo cultivado com braquiária. 2019. 27 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas-Mg, 2019. Cap. 1. Disponível em: <http://bdt.unifal-mg.edu.br:8080/handle/tede/1627#preview-link0>
- QUAGGIO, J. A. Acidez e calagem em solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 111p
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. 2. ed. Piracicaba: IPNI, 2017. 420 p.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. (Ed). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.