



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Produtividade de arroz em função de adubação potássica com fontes alternativas de nutrientes.

**Eduardo Lopes Cancellier⁽¹⁾; Danilo de Araújo Soares⁽²⁾; Douglas Ramos Guelfi Silva⁽³⁾;
André Baldansi Andrade⁽⁴⁾; Paulo Renato de Costa Rezende⁽⁴⁾; Andreane Bastos Pereira⁽⁴⁾;
André Leite Silva⁽⁴⁾; Giuliano Marchi⁽⁵⁾**

⁽¹⁾ Aluno de Mestrado; Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG, Brasil, CEP: 37200-000, Caixa-Postal: 3037; educancellier@gmail.com; ⁽²⁾ Aluno de Doutorado; Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG, Brasil, CEP: 37200-000, Caixa-Postal: 3037; daniloagro@ymail.com ⁽³⁾ Professor, DCS/Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil, CEP: 37200-000, Caixa-Postal: 3037, douglasguelfi@dcs.ufla.br; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica do CNPq/FAPEMIG; Departamento de Ciência do Solo; UFLA; andre.ba.eng@agronomia.ufla.br; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Embrapa Cerrados, DF, Brasil, CEP: 73310-970; giuliano.marchi@cpac.br

RESUMO – As rochas silicáticas moídas têm-se mostrado uma alternativa para o fornecimento de nutrientes, principalmente o potássio. Entretanto, são necessários mais estudos para avaliar o efeito da liberação e disponibilidade dos nutrientes no solo, sua absorção, acúmulo pelas plantas e efeito na produtividade das culturas em diferentes sistemas de cultivo. Desta forma, o objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito de rochas silicáticas moídas e subprodutos de mineração com potencial para serem utilizados como fontes alternativas de nutrientes sobre o crescimento e produção da cultura o arroz. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4x6: quatro rochas silicáticas moídas e dois subprodutos de mineração, utilizados como fontes alternativas de nutrientes (brecha, ultramáfica, biotita-xisto, subproduto de mineração, flogopitito e subproduto de chapada), e quatro doses de potássio (0-controle; 200; 400; 600 kg K₂O ha⁻¹), com quatro repetições. As quantidades de rochas moídas foram definidas com base na concentração de óxido de potássio (K₂O). As rochas aplicadas promoveram aumento na massa seca de parte aérea e de raízes do arroz com o incremento nas doses de potássio. A maior produção de grãos de arroz ocorreu com a aplicação de ultramáfica na dose de 360 kg de K₂O ha⁻¹. A sequência decrescente da produção de massa seca da parte aérea e de raízes foi: subproduto de mineração >ultramáfica >subproduto de chapada >biotita xisto= brecha =flogopitito. A rocha ultramáfica e o subproduto de mineração de Sete Lagoas se destacam entre as demais fontes alternativas de nutrientes, promovendo maior produção de grãos do arroz.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, Fontes alternativas de nutrientes, Doses de potássio.

INTRODUÇÃO - No Brasil, nas décadas de 70 e 80, foram realizados os primeiros estudos de materiais com baixa cinética de dissolução dos nutrientes presentes em minerais. Nessa época, foram testadas novas rotas

tecnológicas com o intuito de aumentar a solubilização dos nutrientes, contudo esses processos mostraram-se inviáveis, devido à baixa liberação de nutrientes para as plantas e elevado gasto energético no processamento dos materiais.

Entretanto, o cenário atual dos fertilizantes no Brasil mudou devido ao crescimento na demanda por fertilizantes, em especial o potássico (K) (Lopes, 2005), que por sua vez, é importado e de alto custo. Assim as rochas silicáticas moídas e subprodutos de mineração, têm-se mostrado uma boa alternativa para o fornecimento de potássio, que é inclusive adequado para a agricultura orgânica (Bakken, 2000; Van Straaten, 2006). Além disto, essas rochas também são fontes de micronutrientes e possuem poder de neutralização da acidez do solo (Ribeiro et al., 2010).

Diante disso, é necessário avaliar o efeito da liberação dos nutrientes, sua absorção e acúmulo pelas plantas. Desta forma, o objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito de rochas silicáticas moídas e subprodutos de mineração com potencial para serem utilizados como fontes alternativas de nutrientes (FAN) sobre o crescimento e produção da cultura o arroz.

MATERIAL E MÉTODOS – Amostras de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, com textura média, foram coletadas no município de Itutinga - MG, sob vegetação natural, na profundidade de 0 a 20 cm. Posteriormente, o solo coletado foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e colocado nos vasos de cultivo na quantidade de 3,7 kg por vaso. Os resultados da caracterização química e física do solo foi: pH (água) = 4,9; M.O = 0,8 dag kg⁻¹; K = 22 mg dm⁻³; S = 5,4 mg dm⁻³; P (Mehlich1) = 0,9 mg dm⁻³; Ca = 0,1 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,1 cmol_c dm⁻³; Al = 0,1 cmol_c dm⁻³; H+Al = 1,7 cmol_c dm⁻³; SB = 0,3 cmol_c dm⁻³; t = 0,4 cmol_c dm⁻³; T = 2,0 cmol_c dm⁻³; Fe = 27,4 mg dm⁻³; Zn = 0,6 mg dm⁻³; Cu = 0,4 mg dm⁻³; B = 0,0 mg dm⁻³; Mn = 0,4 mg dm⁻³; Areia = 600 g kg⁻¹; Silte = 170 g kg⁻¹; Argila = 230 g kg⁻¹.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial 4x6: quatro rochas silicáticas moídas e dois subprodutos de mineração, com potencial para serem utilizados como fontes alternativas de nutrientes (brecha, ultramáfica, biotita xisto, subproduto de mineração de Sete Lagoas-MG, flogopitito e subproduto de mineração de Chapada-GO), quatro doses de potássio (0; 200; 400; 600 kg K₂O ha⁻¹), com quatro repetições. As quantidades de rochas moídas foram definidas com base na concentração de óxido de potássio (K₂O); (Tabela 1). As rochas foram adicionadas ao solo dos vasos na sua granulometria original (Tabela 2), ou seja, da maneira como serão aplicadas sem maiores custos energéticos para moagem.

A maioria dos materiais utilizadas no estudo são provenientes de áreas de mineração. Segue uma breve descrição da origem de cada material acima citado.

1) Brecha: Brecha vulcânica alcalina (afioramento de rocha em Santo Antônio da Barra, GO, BR), - Rocha formada em condutos vulcânicos. Composta por feldspatoides, zeólitas e vidro vulcânico. Esta rocha é a única delas que não é proveniente de um processo de mineração.

2) Ultramáfica: Ultramáfica alcalina (pedreira de Lages, SC, BR) - Rocha formada por uma intrusão ígnea. Composta por minerais ferromagnesianos (olivina, piroxênio e flogopita), plagioclásios e carbonatos. Ocorre em uma antiga pedreira destinada à produção de material de construção.

3) Subproduto de Chapada: Biotita xisto (rejeito de Chapada, Novorizonte-GO) - Rocha formada por processos hidrotermais de alteração de rochas graníticas e que geraram minério de cobre e ouro. Composta por biotita e muscovita, tendo como acessórios quartzo e carbonatos. Este material é proveniente de processo de moagem e flotação, onde não foi envolvido processos de transformação química da rocha.

4) Biotita xisto: Biotita xisto (rejeito de esmeralda de Nova Era e Itabira-MG) - Rocha formada por processos hidrotermais da passagem de fluidos de composição granítica sobre rochas ultramáficas, que gerou a esmeralda. Composta por biotita e quartzo. Este material está acumulado em rejeitos de garimpo de esmeralda.

5) Flogopitito: Flogopita xisto (rejeito de esmeralda de Campo Formo s-BA) - Rocha formada por processos hidrotermais da passagem de fluidos de composição granítica sobre rochas ultramáficas, que gerou a esmeralda. Composta por flogopita e serpentina.

6) Subproduto de mineração: rejeito de produção de manganês, Belo Horizonte-MG - Resíduo de processo metalúrgico de manganês. No processamento, o potássio é separado do minério e concentrado no resíduo.

A semeadura da cultivar de arroz Curinga foi realizada dia 19/11/2010, sendo mantidas duas plantas por vaso.

A adubação de manutenção, foi realizada com reagentes (p.a) em todos os tratamentos, com 450 mg kg⁻¹ de P no plantio, 300 mg kg⁻¹ de N em três coberturas, e 50 mg kg⁻¹ de S junto com a segunda das coberturas nitrogenadas, sem adição de micronutrientes.

O experimento foi colhido aos 120 dias após a semeadura, quando as plantas foram seccionadas rente ao solo. Do material colhido foram separadas as folhas e o sistema radicular que foi retirado dos vasos com o auxílio de jato d'água dirigido sobre o substrato. Todo o material da planta foi acondicionado em sacos de papel e seco a 75°C em estufa com circulação de ar forçada até peso constante. Após a secagem, determinou-se o peso da massa seca de raiz e parte aérea.

As características agrônômicas do arroz avaliadas foram, produção de grãos (g vaso⁻¹), massa seca da parte aérea (g vaso⁻¹) e massa seca das raízes (g vaso⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, sendo detectadas diferenças (p<0,05) para os efeitos de doses, rochas e sua interação, aplicaram-se análises de regressão, sendo os modelos matemáticos escolhidos segundo as equações com melhores ajustes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Foi observada significância (p < 0,05) entre doses, fontes, bem como para a interação entre esses fatores para a produção de grãos, massa seca da parte aérea e raízes. As rochas silicáticas moídas aplicadas promoveram aumento na massa seca de parte aérea e de raízes do arroz com o incremento nas doses de potássio (K₂O) aplicadas, enquanto que o reflexo na produção de grãos foi variado (Figuras 1a, 1b e 1c).

A maior produção de grãos de arroz ocorreu com a aplicação de ultramáfica na dose de 360 kg de K₂O ha⁻¹ (10,56 g vaso⁻¹), enquanto que a menor produção de grãos ocorreu sem a aplicação de rochas moídas, no tratamento controle (1,48 g vaso⁻¹). Independentemente da dose de K₂O aplicada, a biotita xisto e o flogopitito, foram às rochas silicáticas que promoveram menor produção de grãos de arroz. Já, os maiores valores de produção de grãos, independentemente das doses de K₂O, ocorreram com a aplicação do subproduto de chapada e da ultramáfica.

Fageria (2010) avaliou o efeito do potássio na produção de diferentes genótipos de arroz e obteve valores entre 10,07 e 16,37 g planta⁻¹, sendo a média dos genótipos testados 13,62 g planta⁻¹.

Barbosa Filho et al. (2006) em estudos para avaliar o efeito de diferentes rochas silicáticas no nutrição potássica e na produção do arroz de terras altas verificou que a rocha ultramáfica se destacou e, foi superior, ao flogopitito e a brecha alcalina não se diferenciando do cloreto de potássio no que se refere a fornecimento de K.

A massa seca da parte aérea e de raízes do arroz mostrou um comportamento linear, ou seja, aumentou com a elevação na dose de K₂O aplicada pelas rochas. A exceção foi para a massa seca de raízes do arroz adubado com a ultramáfica que apresentou efeito quadrático devido à queda de produção na dose máxima. Essa queda na produção de raízes pode ter sido ocasionada pelo excesso de sódio presente na composição da ultramáfica (Tabela 1) que quando liberado para o solo de cultivo do arroz ocasionou um desbalanço de cátions no solo e aumento da salinidade da solução refletido em um menor crescimento de raízes com efeito negativo na produção de grãos na dose de 600 kg de K₂O ha⁻¹, fator que não foi limitante nas menores doses devido a quantidade menor

de rocha aplicada.

Carmona et al. (2009) destacam os principais efeitos adversos da salinidade e da saturação por sódio no crescimento das raízes de arroz sob diferentes manejos da adubação potássica. Os autores ressaltam uma diminuição pronunciada do crescimento radicular em condições e estresse salino. Essa diminuição ocorreu devido à salinidade prejudicar a absorção de nutrientes devido a competição química entre o Ca, Mg e K com o sódio.

O aumento no teor de sódio trocável no solo com a aplicação da rocha ultramáfica também foi verificado por Resende et al. (2006) e Ribeiro et al. (2010) que relatam valores de sódio na CTC potencial variando entre 5 a 16% da saturação por bases do solo com dose máxima de 300 kg de K₂O ha⁻¹ aplicado na forma de rochas silicáticas moídas, brecha e ultramáfica.

A sequência decrescente da produção de massa seca da parte aérea e de raízes do arroz nos tratamentos com diferentes doses de K₂O aplicados na forma de rochas silicáticas moídas foi a seguinte: subproduto de mineração > ultramáfica > subproduto de chapada > biotita xisto = brecha = flogopitito. Para cada 100 kg de K₂O ha⁻¹ aplicados na forma de subproduto de mineração houve uma resposta em produção de massa seca da parte aérea de 1,86 g vaso⁻¹, enquanto que, para o flogopitito esse valor foi de 0,21 g vaso⁻¹, o que destaca a diferença entre essas fontes alternativas em liberar nutrientes e melhorar a nutrição do arroz com reflexos positivos em produção de biomassa.

CONCLUSÕES - A rocha ultramáfica e o subproduto de mineração de Sete Lagoas se destacam entre as demais fontes alternativas de nutrientes, promovendo maior produção de grãos do arroz.

AGRADECIMENTOS - Os autores agradecem ao CNPq e a pelo suporte financeiro dado a essa pesquisa e à fundação Agrisus por dar suporte para a participação no congresso e apresentação do trabalho.

REFERÊNCIAS

BAKKEN, A. K.; GAUTNEB, H.; SVEISTRUP, T.; MYHR, K. Crushed rocks and mine tailings applied as K fertilizers on grassland. *Nutr Cycl Agroecosys*, 56:53-57, 2000.

BARBOSA FILHO, M.P.B.; FAGERIA, N.K.; SANTOS, D.F.; COUTO, P.A. Aplicação de rochas silicáticas como fontes alternativas de potássio para a cultura do arroz de terras altas. *Esp. Geog.*, 9:63-84, 2006.

CARMONA, F.C.; ANGHINONI, I.; MEURER, E.J.; HOLZSCHUH, M.J.; FRAGA, T.I. Estabelecimento do arroz irrigado e absorção de cátions em função do manejo da adubação potássica e do nível de salinidade no solol. *R. Bras. Ci. do Solo*, 33:371-383, 2009.

FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B.; MORAES, M.F. Yield, Potassium Uptake, and Use Efficiency in Upland Rice Genotypes. *Commun Soil Sci Plan*, 41:2676-2684, 2010.

LOPES, A.S. **Reservas de minerais de potássio e produção de fertilizantes potássicos no Brasil**. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L. (eds.). Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 2005. p.21-32.

RESENDE, A.V.; MARTINS, E.S.; SENA, M.C.; MACHADO, C.T.T.; KINPARA, D.I.; OLIVEIRA FILHO, E.C. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas "in natura" na agricultura brasileira. *Esp. Geog.* 9:17-40, 2006.

RIBEIRO, L.S.; SANTOS, A.R.; SOUZA, L.F.S.; SOUZA, J.L. Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes do nutriente para as plantas. *R. Bras. Ci. do Solo*, 34:891-897, 2010.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. Method 3052. 1996. Disponível: <<http://www.epa.gov/SW-846/pdfs/3050b.pdf>> Acesso em: 21 de setembro de 2011.

VAN STRAATEN, P.V. Farming with rocks and minerals: Challenges and opportunities. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 78:731-747, 2006.

Tabela 1 - Teores totais de K₂O, Na₂O, P₂O₅, CaO, MgO, Cu, Zn e Ni nas rochas silicáticas moídas¹.

Rochas	K ₂ O ⁽²⁾	Na ₂ O ⁽²⁾	P ₂ O ₅ ⁽²⁾	CaO ⁽²⁾	MgO ⁽²⁾	Cu ⁽³⁾	Zn ⁽³⁾	Ni ⁽³⁾
	%					mg kg ⁻¹		
Brecha	2,18	0,31	0,94	9,03	7,09	59,9	128,7	73,9
Ultramáfica	3,10	1,71	1,22	13	18,50	87,4	113,1	651,9
SBC ⁽⁴⁾	3,39	1,62	0,19	3,19	3,88	437,5	123,0	2,8
SBM ⁽⁵⁾	11,80	0,72	0,42	3,58	0,70	816,8	28.184,2	380,3
Biotita xisto	2,07	0,86	0,06	5,27	13,8	9,9	290,5	146,4
Flogopitito	7,71	0,16	0,2	0,98	22,89	9,1	902,7	1425,2

¹Rochas moídas a 0,3 mm para esta análise. ²Método 4A&4B do laboratório Acme Labs (Canadá) que tem com princípio a fusão da amostra em metaborato/tetraborato de lítio. ³Método 3052 USEPA (2008). ⁴Subproduto de mineração de Chapada-GO; ⁵Subproduto de mineração de Sete Lagoas-MG.

Tabela 2 - Caracterização das frações granulométricas das rochas silicáticas moídas.

Rochas	Granulometria				
	>1 mm	0,42 mm	0,250 mm	0,125mm	< 0,125mm
----- % -----					
Biotita xisto	9,88	30,14	25,02	23,36	11,60
Flogopitito	11,55	27,43	35,76	13,62	11,64
SBC ⁽¹⁾	21,13	23,75	13,85	22,64	18,63
Brecha	32,85	31,69	9,28	22,01	4,17
Ultramáfica	22,14	20,84	14,29	22,29	20,44
SBM ⁽²⁾	26,58	28,34	8,60	32,42	4,06

⁽¹⁾Subproduto de chapada. ⁽²⁾Subproduto de mineração.

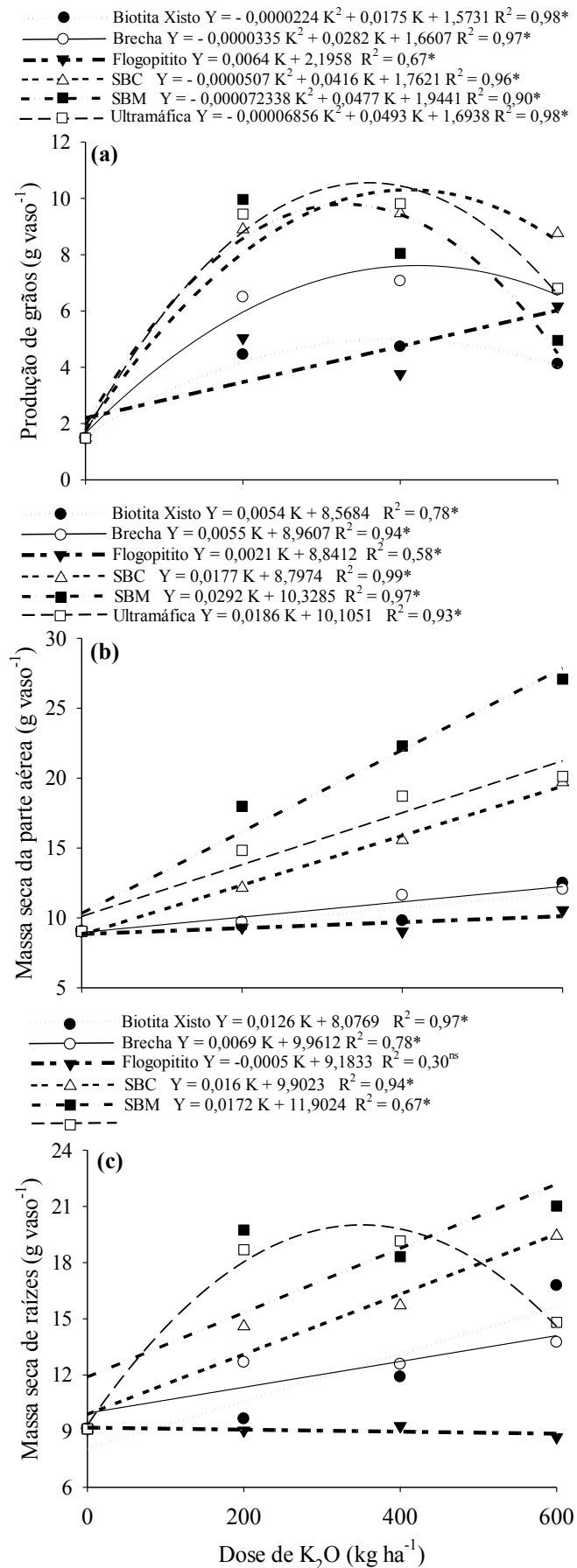


Figura 1 - Efeito da aplicação de rochas silicáticas moídas e subprodutos de mineração em diferentes doses de K₂O na produção de grãos (a), massa seca da parte aérea (b) e de raízes (c) do arroz.