



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

DISPONIBILIDADE DE POTÁSSIO APÓS A APLICAÇÃO DE DIFERENTES ROCHAS MOÍDAS UTILIZADAS COMO FERTILIZANTES ALTERNATIVOS

Douglas Ramos Guelfi Silva⁽¹⁾; **Giuliano Marchi⁽²⁾**; Carlos Roberto Spehar⁽³⁾; Danilo Araújo Soares⁽⁴⁾; Fabrício William Ávila⁽⁴⁾; **Andreane Bastos Pereira⁽⁵⁾**; Paulo Renato Costa Rezende⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Professor, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Cerrados; ⁽³⁾ Professor, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Brasília; ⁽⁴⁾ Estudante de Pós Graduação, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Estudante de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica da FAPEMIG/CNPq, Universidade Federal de Lavras, e-mail: andreanebastosagro@gmail.com

Resumo – O crescimento da agricultura brasileira tem aumentado a dependência de importação de fertilizantes para atender a demanda de potássio pelos produtores. Esse fato tem contribuído para o aumento da viabilidade de utilização de fontes alternativas de nutrientes, como as rochas moídas. Porém, faz-se necessário conhecer melhor o potencial de liberação dos nutrientes da rocha para o solo. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes rochas moídas em quatro dosagens baseadas no teor de potássio (K) na disponibilidade de potássio no solo. O experimento foi delineado inteiramente ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 6. Os tratamentos foram compostos pela aplicação de seis rochas moídas (brecha, ultramáfica, biotita xisto, sub produto de mineração, rejeito de chapada e flogopitito) aplicados com base na concentração de óxido de potássio (K₂O) que foram de 0, 200, 400 e 600 kg de K₂O ha⁻¹. Todas as rochas utilizadas foram trituradas em moinho de bolas para que as partículas fossem menores que 0,3 mm e caracterizadas por meio de difratometria de raios X. As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos com 3,7 dm³ cheios de solo misturado às rochas moídas que permaneceram incubadas por um período de 100 dias. Durante a incubação, manteve-se a umidade próxima a 70% da capacidade de campo. Após esse período, foram coletadas amostras na camada de 0-15 cm para análise dos seguintes atributos químicos do solo: potássio (K) extraído com Mehlich 1. Os resultados mostraram que as diferentes rochas moídas utilizadas como fertilizantes alternativos afetaram a disponibilidade de potássio após reação de 100 dias no solo.

Palavras-Chave: adubação potássica; difratometria de raios x; mineralogia de rochas; rochagem.

INTRODUÇÃO

O Brasil produz cerca de 8% dos sais de potássio necessários à demanda interna por fertilizantes (Oliveira, 2008). O restante é importado de países como Canadá, Rússia, Bielorrússia e Alemanha, gerando forte dependência internacional.

Neste contexto, a rochagem pode contribuir para a redução no consumo de fertilizantes minerais que

exigem grande quantidade de energia para sua fabricação e ser um agente dinamizador da agropecuária. A técnica consiste na aplicação de rochas moídas *in natura* ao solo para proporcionar em médio e longo prazo melhoria da fertilidade do solo, incorporando conceitos de sustentabilidade e ecoeficiência na agricultura. Rochas moídas como a brecha, flogopitito, ultramáfica, biotita, rejeito de chapada, dentre outras, quando aplicadas ao solo fornecem principalmente K (Resende, 2006).

Além da quantidade de potássio fornecida, a sua liberação, tornando-o disponível, é fator de importância que deve ser considerado para o uso efetivo das rochas. Dentre os fatores que interferem na taxa de disponibilidade de potássio destacam-se a origem e composição da rocha, características do solo, tempo de incubação, granulometria, tratamento químico ou térmico prévio e espécies de plantas utilizadas.

Diante da escassez de informação para atender essas condições, existe a necessidade de maiores estudos sobre a disponibilidade de potássio oriundo de rochas moídas utilizadas como fertilizantes alternativos na agricultura. Estudos sobre a dissolução desses materiais no solo e disponibilidade de potássio podem ter impacto positivo na nutrição e no rendimento das culturas.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes rochas moídas em quatro dosagens baseadas na disponibilidade de potássio no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico com textura média foram coletadas em Itutinga - MG, sob vegetação natural, na profundidade de 0-20 cm. O solo apresentou as seguintes características físicas e químicas (EMBRAPA, 1999): 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 = 0,5 mg dm⁻³; Cu = 0,7 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 solo foi acondicionado em vasos para a realização do experimento em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 6, com

quatro repetições, sendo três tratamentos relativos às doses de potássio (0, 200, 400, 600 kg K₂O ha⁻¹) e seis representados pelos fertilizantes alternativos (Brecha, Ultramáfica, Biotita, Rejeito de Mineração, Rejeito de Chapada e Flogopitito). As quantidades de rochas moídas foram definidas com base na concentração de óxido de potássio (Quadro 1).

Todas as rochas utilizadas foram trituradas em moinho de bolas para que as partículas ficassem menores que 0,3 mm e analisadas (Quadro 1).

As rochas foram analisadas em difratômetro de raios-X (DRX), dotado de goniômetro vertical e geometria θ para determinação da fração mineralógica. Para isso, foi utilizada uma variação angular de 2-100° (2 θ), radiação de CuK α (λ = 1.5450) e velocidade de exposição de 1°2 θ min⁻¹.

As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos com 3,7 dm³ cheios de solo misturado às rochas moídas que permaneceram incubadas por um período de 100 dias. Durante a incubação, manteve-se a umidade próxima a 70% da capacidade de campo.

Após esse período, foram coletadas amostras na camada de 0-15 cm para análise dos seguintes atributos químicos do solo: potássio extraído com Mehlich 1.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, sendo detectadas diferenças, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR 4.3[®] (Ferreira, 2003) para as comparações entre médias e, 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

O conhecimento da mineralogia das rochas moídas utilizadas como fertilizantes alternativos, por meio da difratometria de raios-X, ajuda na explicação da liberação de nutrientes dessas materiais para o solo. Nesse estudo, os resultados da difratometria de raios-X (Figura 1) mostraram a presença das frações minerais flogopita (KMg₃(AlSi₃O₁₀)(F,OH)₂) e talco (Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂) no flogopitito.

No rejeito de chapada foi observada a ocorrência de argilo minerais 2:1, quartzo (SiO₂) e rutilo (TiO₂). Já na biotita foi identificada a presença de minerais silicatados do grupo dos filossilicatos dentre essas biotita e micas. A presença desses minerais nessas rochas é um indicativo da possível liberação de K⁺ da rocha para o solo.

Os principais minerais presentes na rocha ultramáfica foram argilo minerais do tipo 2:1, olivina (Mg,Fe)₂SiO₄) que é um mineral do grupo dos neossilicatos comum em rochas ígneas e metamórficas, piroxênios que são minerais do grupo dos inossilicatos de cadeia simples e feldspatos.

Na brecha foram encontrados na fase mineral a flogopita e feldspatos. Os feldspatos são do grupo dos tectossilicatos e são muito importantes em termos de liberação de nutrientes, pois quando são alterados liberam K⁺ (Curi, 2007; Meurer, 2006).

No caso do rejeito de mineração, também avaliado neste trabalho, o resultado de sua difratometria de raios-X não foi inserido na figura 1. O motivo foi a ocorrência de uma elevação no background (ruído) indicando a presença de materiais de menor grau de cristalinidade.

No geral, podemos inferir que a mineralogia das rochas moídas utilizadas como fertilizantes alternativos é diversificada o que demonstra um potencial diferente de liberação de nutrientes para solo desses materiais.

As doses de potássio, as rochas moídas e a interação entre esses fatores influenciaram significativamente (P<0,05) a disponibilidade de potássio (Figura 2).

Nas figuras 2a e 2b, são apresentados os teores de K⁺ no solo e a saturação da CTC potencial por K⁺ após a incubação das rochas moídas. A liberação de K⁺ da rocha para o solo aumentou com o incremento nas doses de rochas moídas aplicadas. As rochas moídas que liberaram mais potássio, em ordem decrescente, foram os seguintes: rejeito de mineração > ultramáfica > brecha > rejeito de chapada > biotita > flogopitito.

Os tipos de minerais, o arranjo do K⁺ na estrutura mineralógica das rochas e a granulometria desses materiais podem interferir na liberação do K⁺ presente nas rochas (Moreira, 2006). Os principais minerais encontrados nas rochas moídas que tem potencial para liberação de potássio foram flogopita (Flogopitito); micas e biotita (Biotita); feldspatos (Ultramáfica), feldspatos e flogopita (Brecha).

Com exceção do rejeito de mineração as rochas que liberam mais K⁺ foram a ultramáfica e brecha que tem feldspatos em sua mineralogia. O K⁺ desses minerais não é prontamente disponível devido a ligação forte que esse elemento tem com os tetraedros de SiO₄ e AlO₄ que compensa a deficiência de cargas da estrutura do mineral. Para que ocorra a liberação do K⁺ presente na estrutura do mineral deve ocorrer uma reação de troca entre cátions em meio ácido da seguinte maneira: KAlSi₃O₈ + H⁺ → HAlSi₃O₈ + K⁺ (Curi, 2005).

No caso da biotita e flogopitito os principais minerais fornecedores de potássio eram do grupo das micas, biotita e flogopita (micas escuras). As micas possuem estrutura em camadas (2:1) compostas por lâminas tetraedrais e octaedrais e o K⁺ ocupa o espaço entrecamada ficando ligado fortemente as moléculas de oxigênio do tetraedro. Dessa forma, essa ligação que é muito forte impede a expansão das camadas ocasionando baixa liberação do K⁺ do mineral para o solo. A liberação de K⁺ da biotita e da flogopita que possuem lâminas trioctaedrais é explicada em função da composição das lâminas octaedrais desses minerais (Curi, 2005).

Nas micas trioctaedrais o comprimento da ligação K-O é maior (0,3 nm) do que nas dioctaedrais (0,285 nm) o que faz com que micas trioctaedrais tenham ligação K-O mais fraca. Além disso, nas micas dioctaedrais existe uma força de repulsão ocasionada pelos íons Al³⁺ octaedrais sobre o íon H⁺ da oxidrila que desvia o H em direção ao octaedro vago distanciando ainda mais o K (Brown et al., 1978). Dessa forma, a proximidade entre íons H⁺ e os íons de K⁺ nas micas trioctaedrais proporciona repulsão e ligação mais fraca do K quando comparados a micas dioctaedrais (Curi,

2005).

Antes da aplicação das rochas moídas, a disponibilidade de K no solo estava na classe “média” (22 mg dm⁻³; (CFSEMG 1999). Após cem dias da aplicação e incubação rochas moídas no solo, o teor de K passou para “médio” e “bom”, as exceções foram o flogopitito, rejeito de chapada na dose de 200 kg de K₂O e biotita nas doses de 200 e 400 kg de K₂O, que mesmo após a incubação mantiveram o K⁺ classe de disponibilidade “baixa”. E o rejeito de mineração nas doses de 400 e 600 kg de K₂O em que a classe mudou para “muito bom”.

Trabalhos semelhantes, conduzidos com rochas moídas como o basalto moído (basalto microcristalino e olivina-basalto), carbonatito, brecha piroclástica, biotita xisto e ultramáfica alcalina, também têm evidenciado elevações dos teores de K no solo (Escosteguy, 1998; Oliveira et al., 2006; Andrade, 2002).

A saturação por potássio da CTC potencial (T) variou entre 3,9 e 23,7% (Figura 2e). O valor considerado ideal para essa característica é de 2 a 5% (Lopes, 1989), de acordo com a exigência da cultura. No caso do rejeito de mineração e da ultramáfica na dose de 600 kg de K₂O, os valores ficaram bem acima do intervalo considerado ideal.

CONCLUSÕES

1. As seis rochas moídas empregadas no estudo promovem alterações na disponibilidade de potássio o que as torna alternativas viáveis desse nutriente.
2. A variação na composição química das rochas moídas afeta a liberação de potássio da rocha para o solo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L.R.M.; MARTINS, E.S.; MENDES, I.C. Avaliação de uma rocha ígnea como corretivo de acidez e disponibilização de nutrientes para as plantas. Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 57. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002, 19 p.
- BROWN, G.; NEWMAN, A.C.D.; RAYNER, J.H.; WEIR, A.H. The structures and chemistry of soil clay minerals. In: GREENLAND, D.J.; HAYES, M.H. (Ed.). The chemistry of soil constituents. Chichester: John Wiley & Sons, 1978. p. 29-178.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa - MG, 1999. 359 p.
- CURI, N.; KÄMPF, N. & MARQUES, J.J. Mineralogia e formas de potássio em solos do Brasil. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L., eds. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 2005. p.71-92.
- ESCOSTEGUY, P.A.V.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. R. Bras. Ci. do Solo, 22:11-20, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Solos. Embrapa Informática Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia 1999. 370p.
- FERREIRA DF. 2003. Sisvar versão 4.2. DEX/UFLA.
- LOPES, A.S. Manual internacional de fertilidade do solo. Tradução e Adaptação. 2. ed. Piracicaba, Potafos, 1998. 177p.
- MEURER, E. J. (ed) Fundamentos de química do solo. 3 ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 285 p.
- MOREIRA, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; SALINET, L.H.; SFREDO, G.J. Efeito residual de rochas brasileiras como fertilizantes e corretivos da acidez do solo. Esp. Geog., 9:163-177, 2006.
- OLIVEIRA, F.A.; CASTRO, C.; MOREIRA, A.; ROSA, J.L. Eficiência da adubação residual com rochas brasileiras para a cultura da soja. Esp. Geog., 9:231-246, 2006.
- 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.

Tabela 1. Teores totais¹ de K₂O, Na₂O, P₂O₅, CaO e MgO nos rochas moídas.

Rochas	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	CaO	MgO
	%				
Brecha	2,18	0,31	0,94	9,03	7,09
Ultramáfica	3,10	1,71	1,22	13	18,50
Rejeito de chapada	3,39	1,62	0,19	3,19	3,88
Sub produto de mineração	11,80	0,72	0,42	3,58	0,70
Biotita xisto	2,07	0,86	0,06	5,27	13,8
Flogopitito	7,71	0,16	0,2	0,98	22,89

¹Método 4A&4B do laboratório Acmelabs (Canadá) que tem com princípio a fusão da amostra em metaborato/tetraborato de lítio.

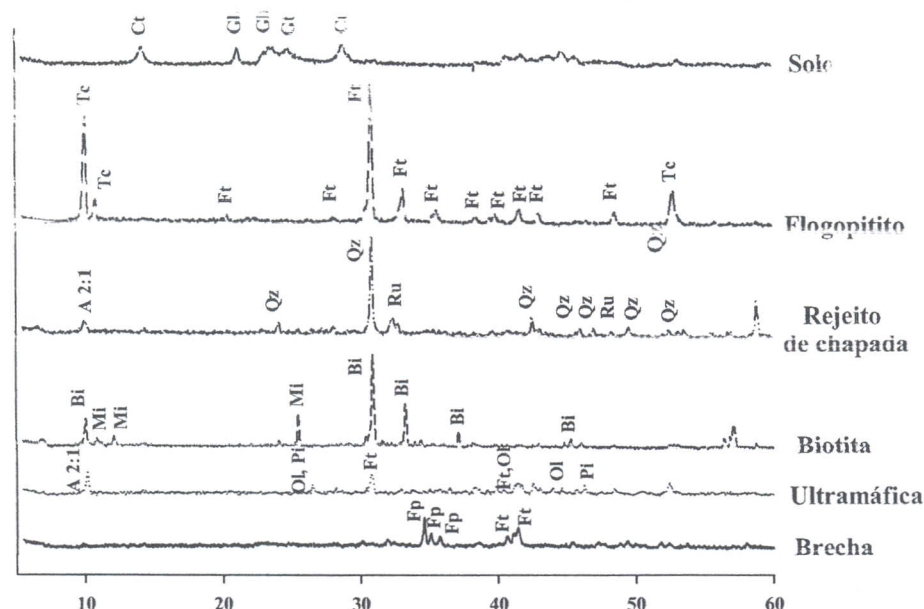


Figura 1. Difratoograma de raios X do solo e das rochas moídas utilizadas como fertilizantes alternativos. Ct: Calulinita; Gb: Gbsita; Gt: Goethita; Tc: Talco; Ft: Flogopita; A 2:1: Argilomineral 2:1; Qz: Quartzo; Ru:Rutilo; Bi:biotita; Mi:Mica; Ol:Olivina; Pi:Piroxênio; Fp:Feldspato.

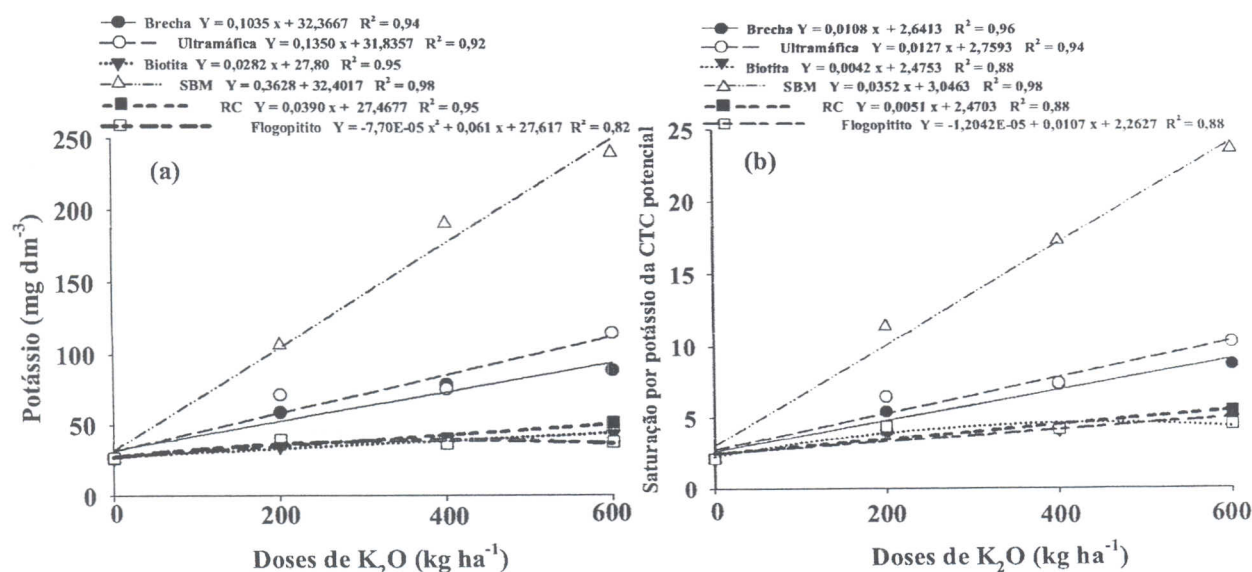


Figura 2. Disponibilidade de potássio (a) e saturação por potássio da CTC potencial (b) fertilizado com diferentes doses de rochas moídas.