

Efeito da Aplicação de Um Resíduo de Mineração Contendo Flogopitito nas Características Químicas do Solo

Effect of Phlogopite Mining Waste Application on Soil Chemical Characteristics

Danillo Olegário Matos da Silva¹; Marlon Alves Lins¹; Elder Rodrigues Silva²; Alessandra Monteiro Salviano³; Davi José Silva³

Resumo

Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de um resíduo de mineração contendo flogopitito nas características químicas do solo foram conduzidos ensaios com dois solos representativos do Submédio São Francisco, um Argissolo acinzentado e um Vertissolo. O resíduo apresentava 4,9 % de K₂O total e granulometria fina. Foram aplicados e incorporados a cada solo, 11 tratamentos incluindo o resíduo objeto do estudo, cloreto de potássio, como tratamento de referência, assim como um corretivo de acidez (apenas no Argissolo). Em seguida, foram deixados em incubação por um período de 30 dias, com a umidade em torno de 80 % da capacidade de campo. O resíduo de mineração não apresentou liberação de potássio, tanto na presença quanto na ausência de calagem, nem alteração de outras características químicas do solo, durante o período de condução do ensaio.

Palavras-chave: Rocha silicática. Remineralização. Condicionador de solo.

¹ Bolsista ITI/CNPq; ² Eng. Agrônomo; ³ Pesquisador(a) da Embrapa Semi-Árido, BR 428, Km 125, Zona rural, Caixa postal 23, Petrolina, PE - CEP 56302-970; davi@cpatsa.embrapa.br.

Introdução

O potássio (K) é um dos nutrientes mais demandados pelas plantas. No ano de 2004, cerca de 91 % do K consumido na agricultura brasileira foi importado, na forma de cloreto de potássio (KCl), evidenciando a grande dependência deste nutriente (OLIVEIRA et al., 2006). Tal situação cria uma dependência externa indesejável, que pode contribuir para reduzir a competitividade da exploração agropecuária do País.

Existem várias rochas silicáticas ricas em flogopita ou biotita, abundantes no Brasil e com possibilidade de uso como fonte de nutrientes, principalmente K, em sua forma moída. Os feldspatos alcalinos e os feldspatóides são considerados fontes potenciais de K para a fabricação de fertilizantes, tanto na forma de sais, como na forma de termofosfatos ou para aplicação direta ao solo. Algumas rochas mostraram significativa liberação de K em testes de laboratório, solos incubados e em cultivos controlados (casa de vegetação), apresentando potencial promissor para uso como fontes de K quando moídas e utilizadas de maneira análoga ao calcário (RESENDE et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2006).

Entretanto, para que sua utilização como fertilizante de liberação lenta, aplicado diretamente ao solo, seja realmente efetivada, são necessários estudos sobre as características químicas dos solos e a cinética de migração de íons nos mesmos, já que essas características são variáveis de acordo com o solo e as características climáticas das regiões (NASCIMENTO; LOUREIRO, 2004). Em alguns casos, além do K, as rochas podem fornecer outros nutrientes e apresentam efeito alcalinizante, atuando como condicionadores de solo (RESENDE et al., 2005).

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de um resíduo de mineração contendo flogopitito nas características químicas do solo.

Material e métodos

Os trabalhos foram realizados em casa de vegetação na Embrapa Semi-Árido, em Petrolina, PE. Um resíduo de mineração de flogopitito, procedente de Pindobaçu, BA, foi avaliado quanto ao poder de liberação de nutrientes, principalmente de K. Este resíduo apresenta 4,9 % de K_2O total e granulometria fina, com 3,1 % das partículas do tamanho de 2,00 mm a 0,84 mm, 21,45 % de 0,84 mm a 0,297 mm e 74,97 % menores que 0,297 mm. O KCl p.a. foi utilizado como tratamento de referência. Estas fontes foram combinadas com três doses de K_2O ($50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, $100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ e $200 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), calagem e outros nutrientes, mais dois tratamentos adicionais (testemunha absoluta e testemunha mais outros nutrientes) (Tabela 1). O ensaio foi disposto no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas de vasos plásticos com $3,2 \text{ dm}^3$ de solo.

Foram escolhidos dois solos representativos do Submédio São Francisco, um Argissolo acinzentado, de textura arenosa (60 g kg^{-1} de argila e 920 g kg^{-1} de areia), e um Vertissolo, de textura argilosa (410 g kg^{-1} de argila e 360 g kg^{-1} de areia). O Argissolo apresentava as seguintes características químicas: $\text{pH} = 5,7$; $\text{P} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 2,93 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V} = 55 \%$. O Vertissolo apresentava: $\text{pH} = 7,5$; $\text{P} = 4 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,64 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 26,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 3,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 29,97 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V} = 100 \%$. A amostra de solo foi coletada na camada de 0 cm-20 cm. Cada solo constituiu um ensaio.

Os tratamentos foram aplicados e incorporados a cada unidade experimental, juntamente com o fósforo e o calcário (apenas no Argissolo) e em seguida, deixados em incubação por 30 dias. Depois deste período, todas as unidades experimentais foram submetidas à secagem e amostragem para a realização das análises de solo.

Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey. Os extratores químicos para K disponíveis no solo (Mehlich-1 e Acetato de Amônio pH 7,0) foram comparados pelos coeficientes de correlação linear de Pearson (r).

Tabela 1. Quantidades de resíduo de mineração (RM) e cloreto de potássio (KCl) aplicadas com calcário e outros nutrientes que constituíram os tratamentos.

Tratamento	Dose de K	Dose de K ₂ O	Calagem	Outros nutrientes
	mg dm ⁻³			
60 RM	50	60	+	+
120 RM	100	120	+	+
240 RM	200	240	+	+
60 KCl	50	60	+	+
120 KCl	100	120	+	+
240 KCl	200	240	+	+
Testemunha ¹	0	0	-	-
Testemunha	0	0	+	+
60 RM ¹	50	60	-	-
120 RM ¹	100	120	-	-
240 RM ¹	200	240	-	-

¹ Estes tratamentos não receberam calagem nem adubação de nivelamento

Resultados e Discussão

A calagem realizada no Argissolo acinzentado para elevar a saturação por bases a 70 %, promoveu aumento do pH, dos teores de Ca e Mg e da CTC nos tratamentos que receberam o corretivo de acidez (Tabela 2).

No Argissolo acinzentado, as concentrações de K obtidas pelos extratores Mehlich-1 e acetato de amônio foram maiores nos tratamentos que receberam KCl, sendo semelhantes entre os demais tratamentos que receberam o resíduo contendo flogopitito tanto na presença de calagem e outros nutrientes, quanto naqueles que não receberam qualquer adubação complementar. No Vertissolo, esta mesma tendência é observada, embora com diferenças menos intensas (Tabela 3). Sobral et al. (2006) avaliaram a liberação de K pelas rochas ultramáfica, brecha e flogopitito, submetidas à incubação por 270 dias, observando que a liberação de K diminuiu com o tempo e a rocha ultramáfica liberou mais K que as demais.

Tabela 2. Valores de pH, concentrações de fósforo (P), potássio¹ (K) cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e valores de CTC obtidas em amostras de um Argissolo acinzentado em função dos tratamentos.

Tratamento	pH	P	K Mehlich	K Acetato de Amônio	Ca	Mg	CTC
mg dm ⁻³ de K ₂ O		mg dm ⁻³	-----		cmol _c dm ⁻³	-----	
60 RM ²	6,40 a	131,00 a	0,09 d	0,07 e	1,50 a	0,75 abc	3,26 bcd
120 RM ²	6,43 a	120,00 a	0,09 d	0,07 e	1,60 a	0,63 bc	3,31 bc
240 RM ²	6,38 a	144,75 a	0,10 d	0,08 e	1,53 a	0,75 abc	3,37 abc
60 KCl ³	6,38 ab	138,75 a	0,21 c	0,17 c	1,63 a	0,88 ab	3,75 ab
120 KCl ³	6,25 c	124,50 a	0,32 b	0,25 b	1,53 a	0,85 ab	3,77 ab
240 KCl ³	6,28 bc	144,75 a	0,50 a	0,39 a	1,55 a	0,98 a	3,87 a
Testemunha ⁴	5,70 d	2,75 b	0,00 d	0,08 e	0,95 b	0,55 c	2,92 cd
Testemunha	6,40 a	147,50 a	0,10 d	0,08 e	1,53 a	0,98 a	3,55 ab
60 RM ⁴	5,73 d	5,50 b	0,10 d	0,09 de	0,98 b	0,65 bc	2,97 cd
120 RM ⁴	5,63 d	7,50 b	0,10 d	0,08 de	0,90 b	0,50 c	2,74 d
240 RM ⁴	5,63 d	12,25 b	0,11 d	0,09 d	0,90 b	0,55 c	2,77 d

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

¹ Potássio disponível pelos extratores Mehlich-1 e acetato de amônio, após 30 dias de incubação dos tratamentos; ² RM = resíduo de mineração; ³ KCl = cloreto de potássio; ⁴ Estes tratamentos não receberam calagem nem adubação de nivelamento.

Tabela 3. Valores de pH, concentrações de fósforo (P), potássio¹ (K) cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e valores de CTC obtidos em amostras de um Vertissolo em função dos tratamentos.

Tratamento	pH	P	K Mehlich	K Acetato de Amônio	Ca	Mg	CTC
mg dm ⁻³ de K ₂ O		mg dm ⁻³	-----		cmol _c dm ⁻³	-----	
60 RM ²	7,73 cd	120,25 bcd	0,53 cde	0,64 c	24,20 ab	2,85 a	27,69 b
120 RM ²	7,83 abc	143,00 abc	0,52 cde	0,64 c	23,90 b	2,88 a	27,41 b
240 RM ²	7,88 ab	167,75 a	0,53 cde	0,64 c	25,00 ab	2,90 a	28,54 ab
60 KCl ³	7,80 abc	154,65 ab	0,62 bc	0,84 b	25,72 ab	3,02 a	29,48 ab
120 KCl ³	7,78 bcd	94,50 d	0,65 b	0,87 b	25,25 ab	3,02 a	29,03 ab
240 KCl ³	7,68 d	151,00 ab	0,80 a	1,17 a	26,00 a	3,15 a	30,06 a
Testemunha ⁴	7,90 a	11,00 e	0,49 de	0,60 c	24,48 ab	2,85 a	27,92 a
Testemunha	7,90 a	103,65 cd	0,46 e	0,64 c	24,90 ab	3,25 a	28,71 ab
60 RM ⁴	7,90 a	5,00 e	0,57 dcd	0,64 c	24,60 ab	2,82 a	28,12 ab
120 RM ⁴	7,90 a	5,50 e	0,54 cde	0,64 c	24,30 ab	3,05 a	28,00 ab
240 RM ⁴	7,90 a	6,50 e	0,56 bcde	0,68 c	24,80 ab	3,12 a	28,60 ab

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

¹ Potássio disponível pelos extratores Mehlich-1 e acetato de amônio, após 30 dias de incubação dos tratamentos; ² RM = resíduo de mineração; ³ KCl = cloreto de potássio; ⁴ Estes tratamentos não receberam calagem nem adubação de nivelamento.

Comparando os teores de K obtidos pelos dois extratores, observa-se que, embora os teores de K obtidos por acetato de amônio apresentem tendência de serem maiores que aqueles obtidos por Mehlich-1 no Vertissolo, a correlação entre eles é positiva ($r = 0,880^{**}$). No Argissolo acinzentado ocorre o oposto, mas também existe alta correlação entre os extratores ($r = 0,996^{**}$). Machado et al. (2006) concluíram que o extrator Mehlich-1 foi o mais adequado na quantificação do K disponibilizado por diferentes rochas potássicas, comparativamente aos extratores acetato de amônio, Bray-1 e resina de troca iônica.

Conclusões

O resíduo de mineração não apresentou liberação de K, tanto na presença quanto na ausência de calagem, nem alteração de outras características químicas do solo, durante o período de condução do ensaio.

Referências

- MACHADO, C. T. T.; NASCIMENTO, M. T.; RESENDE, A. V.; MARTINS, E. S.; SENA, M. C. de; SILVA, L. de C. R. Extratores para potássio em solo adubado com pó de rochas silicáticas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27. Bonito, 2006. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 82).
- NASCIMENTO, M.; LOUREIRO, F.E.L. **Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas.** Rio de Janeiro: CET, 2004. 66 p. (Série Estudos e Documentos, 61).
- OLIVEIRA, F. A.; CASTRO, C.; SALINET, L. H. Adubação potássica residual com rochas silicáticas para a cultura da soja. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27. Bonito, 2006. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 82).
- RESENDE, A. V.; MACHADO, C. T. T.; MARTINS, E. S.; NASCIMENTO, M. T.; SOBRINHO, D. A. S.; FALEIRO, A. S. G. ; LINHARES, N. W. ; SOUZA, A. L.; CORAZZA, E. J. Potencial de rochas silicáticas no fornecimento de potássio para culturas anuais: respostas da soja e do milheto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30. Recife, 2005. **Anais...** Recife: UFRPE: SBCS, 2005. 1 CD-ROM.
- SOBRAL, L. F.; FONTES JUNIOR, R. C.; VIANA, R. D.; MARTINS, E. S. Liberação de K pelo flogopitito, ultramáfica e brecha em um latossolo amarelo dos tabuleiros costeiros. **Espaço & Geografia**, Brasília, DF, v. 9, n. 1, p. 117-133, 2006.