



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.
Centro de Convenções do SESC

Potencial de um Resíduo de Mineração no Suprimento de Potássio para Culturas Anuais. I. Cultivo em Argissolo

Davi José Silva⁽¹⁾; Alessandra Monteiro Salviano Mendes⁽²⁾ & Danilo Olegário Matos da Silva⁽³⁾; Marlon Alves Lins⁽³⁾ & Elder Rodrigues Silva⁽⁴⁾

(1) Pesquisador, Embrapa Semiárido, BR 428, km 152, C.P. 23, Petrolina, PE, CEP 56302-970 davi@cpatsa.embrapa.br (apresentador do trabalho); (2) Pesquisador, Embrapa Semiárido amendes@cpatsa.embrapa.br; (3) Estudante de Ciências Biológicas, Bolsista ITI-CNPq, Embrapa Semiárido; (4) Engenheiro Agrônomo, Estagiário, Embrapa Semiárido.

RESUMO – Com o objetivo de avaliar o potencial de um resíduo de mineração (RM) no suprimento de potássio (K) para culturas anuais foi realizado um ensaio em casa de vegetação, utilizando uma amostra de um Argissolo Acinzentado. Realizaram-se cultivos sucessivos com soja, milho e melão. O KCl foi utilizado como tratamento de referência. Após a colheita de cada cultivo foram avaliados o peso da matéria seca da parte aérea (MSPA) e os teores totais de K. O RM proporcionou efeito residual da adubação para os cultivos de milho e melão em sucessão à soja. As maiores valores para MSPA ocorrem na presença de calagem e demais nutrientes. Os teores e quantidades acumuladas de K pelo milho nos tratamentos que receberam adubação completa foram semelhantes entre o RM e o KCl. O mesmo ocorreu para as plantas de melão, excetuando-se a dose de KCl equivalente a 240 mg dm⁻³ de K₂O, que proporcionou maiores valores para MSPA, teor e acúmulo de K.

Palavras-chave: rochagem, adubação, flogopitito

INTRODUÇÃO - Depois do nitrogênio (N), o potássio (K) é o nutriente requerido em maiores quantidades pelas culturas. O Brasil tem importado a maior parte do fertilizante potássico utilizado na agricultura (Lopes, 2005), e o cloreto de potássio (KCl) é a principal fonte disponível no mercado nacional. Devido à baixa reserva mineral de K nos solos e às perdas por lixiviação, é comum haver carência desse nutriente quando o seu fornecimento na forma de fertilizante é insuficiente para atender à demanda das culturas (Resende et al., 2006b).

Existem rochas silicáticas ricas em flogopitito ou biotita, abundantes no Brasil e com possibilidade de uso como fonte de nutrientes, principalmente K, em

sua forma moída. Contudo, a maioria dos minerais que possuem K em sua estrutura é insolúvel em água, havendo certa dificuldade na liberação do elemento, como ocorre no caso dos silicatos, por exemplo. Os feldspatos alcalinos, os feldspatóides e as micas também são considerados potenciais fontes alternativas de K para a fabricação de fertilizantes na forma de sais, de termofosfatos ou para aplicação direta ao solo (Nascimento & Loureiro, 2004).

Além das rochas “in natura”, resíduos do processamento de rochas utilizadas com fins de extração de algum princípio mineral também podem constituir importantes fontes de nutrientes e sua utilização pode ser interessante tanto econômica quanto ambientalmente, uma vez que estes rejeitos, normalmente, constituem passivos ambientais. No Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido - Embrapa Semiárido, foram conduzidos ensaios em casa de vegetação, avaliando um resíduo de mineração, procedente de Pindobaçu, na região de Campo Formoso (BA).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial de um resíduo de mineração no suprimento de potássio para plantas de soja, milho e melão em sistema de cultivos sucessivos em um Argissolo Acinzentado.

MATERIAL E MÉTODOS - O trabalho foi realizado em um Argissolo Acinzentado da região do Submédio São Francisco, procedente do Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho, em Petrolina-PE, de textura arenosa (60 g kg⁻¹ de argila e 920 g kg⁻¹ de areia). A amostra de solo, coletada na camada de 0-20 cm de profundidade, apresenta as seguintes características químicas: M.O. = 4,24 g kg⁻¹, pH = 5,7, P = 2 mg dm⁻³, K = 0,1 cmol_c dm⁻³, Ca = 1,0 cmol_c dm⁻³, Mg = 0,5 cmol_c dm⁻³, Al = 0,05 cmol_c

dm^{-3} , $\text{CTC} = 2,93 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $V = 55\%$.

O material avaliado foi proveniente de um flogopitito, encontrado em rejeitos de mineração de esmeralda, em Pindobaçu, região de Campo Formoso (BA). Este rejeito foi submetido a flotação para extração de minério de molibdênio (Mo), gerando um resíduo secundário. Este resíduo, utilizado no experimento, apresenta 4,9 % de K_2O total e granulometria fina, com 3,1 % das partículas do tamanho de 2,00 a 0,84 mm, 21,45 % de 0,84 a 0,297 mm e 74,97 % menor que 0,297 mm. O KCl p.a. foi utilizado como tratamento de referência. Estas fontes foram combinadas com três doses de K_2O (60, 120 e 240 mg dm^{-3}), calagem e outros nutrientes, mais dois tratamentos adicionais (testemunha absoluta, testemunha mais outros nutrientes), totalizando 11 tratamentos (Tabela 1), que foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por um vaso de plástico com 3,2 dm^3 de solo.

Foram aplicadas e incorporadas ao solo de cada vaso, o resíduo de mineração de flogopitito, objeto do estudo, o KCl, o fósforo (P), assim como o corretivo de acidez, deixando-os em incubação por um período de 30 dias. Depois da incubação, todas as unidades experimentais, com exceção dos tratamentos testemunha absoluta e tratamentos com resíduo de mineração menos demais nutrientes, receberam uma adubação básica e uniforme com enxofre (S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn e Mo) durante o primeiro ciclo de cultivo, na forma de solução nutritiva.

Foram realizados cultivos sucessivos de soja (*Glycine max*), variedade Sambaíba, milho (*Pennisetum glaucum*), cultivar IPA BULK 1, e finalmente melão (*Cucumis melo*), variedade Tropical. Em cada ciclo, a parte aérea das plantas de cada espécie foi colhida em torno de 30 dias de cultivo. Antes e depois de cada cultivo, o solo de cada vaso foi preparado e submetido a secagem. A fim de avaliar o efeito residual das rochas silicáticas utilizadas no primeiro cultivo, foi realizada apenas adubação nitrogenada com 200 e 120 mg dm^{-3} de N, respectivamente, nos cultivos de milho e melão.

Após a colheita o material vegetal foi submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante para obtenção do peso da matéria seca. Em seguida, o material foi moído e submetido a análise química para determinação dos teores totais de K, de acordo com o método descrito por Malavolta et al. (1997). Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância e comparação de médias pelo teste Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - De maneira geral, os tratamentos que receberam apenas o resíduo de mineração apresentaram os menores valores para MSPA, comparativamente aos tratamentos que receberam as mesmas doses de resíduo na presença de adubação completa (Tabela 2). Isto está relacionado, muito provavelmente, à deficiência de P, considerando o baixo teor disponível deste nutriente no solo. Resende et al. (2006a) observaram que nos tratamentos em que as rochas brecha alcalina, ultramáfica alcalina e biotita xisto foram aplicadas sem a correção da acidez do solo e adição de outros nutrientes, o crescimento das culturas foi tão limitado quanto no tratamento testemunha, provavelmente, devido a deficiência de P.

A produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) de soja não diferiu entre os tratamentos que receberam a adubação completa (+todos) tanto na presença (+K), quanto na ausência de potássio (-K). Por outro lado, aos maiores valores para MSPA não corresponderam às maiores concentrações de K na MSPA, com exceção do tratamento que recebeu a maior dose de KCl, equivalente a 240 mg dm^{-3} de K_2O , que também apresentou maiores quantidades acumuladas de K na parte aérea.

No cultivo de milho a MSPA não diferiu entre os tratamentos que receberam a adubação completa (+todos) tanto na presença (+K), quanto na ausência de potássio (-K), sendo os maiores valores obtidos no tratamento KCl(120). Os tratamentos que receberam o resíduo de mineração na presença de calagem e demais nutrientes (RM +todos) juntamente com o tratamento K(60) +todos foram os que apresentaram maior teor e maior acúmulo de K na parte aérea. Estes valores foram equivalentes ao teor e conteúdo de K proporcionados pelo KCl na parte aérea das plantas de milho.

Embora tenham sido obtidos teores elevados para K na MSPA de melão em alguns tratamentos, esses valores representam um efeito de concentração ou “consumo de luxo” uma vez que a MSPA e as quantidades de K acumuladas foram muito baixas. Os tratamentos que receberam o resíduo de mineração na presença de calagem e demais nutrientes (RM +todos) nas doses 120 e 240 mg dm^{-3} de K_2O apresentaram teores e quantidades acumuladas de K significativamente superiores ao tratamento -K +todos, mostrando que houve liberação de K a partir do flogopitito existente no resíduo. De forma semelhante, houve liberação de K das rochas brecha alcalina (Sobral et al., 2006), biotita xisto e ultramáfica alcalina (Resende et al., 2006a; Sobral et al., 2006), de forma a atender a demanda de dois cultivos sucessivos. Contudo, a maior dose de KCl (240 mg dm^{-3} de K_2O)

proporcionou os maiores valores de MSPA, teor e quantidades acumuladas de K pelas plantas de melão.

CONCLUSÕES - O resíduo de mineração proporcionou efeito residual da adubação para os cultivos de milho e melão em sucessão à soja. Os maiores valores para MSPA ocorrem na presença de calagem e demais nutrientes. Os teores e quantidades acumuladas de K pelo milho nos tratamentos que receberam adubação completa foram semelhantes entre o resíduo de mineração e o KCl. O mesmo ocorreu para as plantas de melão, excetuando-se a maior dose de KCl equivalente a 240 mg dm⁻³ de K₂O, que proporcionou maiores valores para MSPA, teor e acúmulo de K.

REFERÊNCIAS

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 & Fosfato, p.21-32, 2005.
MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas:

princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, Potafos, 319p. 1997.

NASCIMENTO, M. & LOUREIRO, F.E.L. Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 66 p. 2004. (Série Estudos e Documentos, 61).

RESENDE, A.V.; MACHADO, C.T.T.; MARTINS, E.S.; SENA, M.C.; NASCIMENTO, M.T.; SILVA, L.C.R. & LINHARES, N.W. Rochas como fontes de potássio e outros nutrientes para culturas anuais. *Espaço & Geografia*, 9:135-161, 2006a.

RESENDE, A.V.; MARTINS, E.S.; OLIVEIRA, C.G.; 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. *Espaço & Geografia*, 9:19-42, 2006b.

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*, 9:117-133, 2006.

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

¹ Estes tratamentos não receberam calagem nem adubação de nivelamento.

Tabela 2 - Matéria seca da parte aérea (MSPA), teor e acúmulo de K na parte aérea de plantas de soja, milho e melão cultivadas em um Argissolo Acinzentado e adubadas com diferentes doses do resíduo de mineração (RM) e cloreto de potássio (KCl).

| Tratamento mg dm ⁻³ de K ₂ O | MSPA g vaso ⁻¹ | Teor de K na MSPA mg kg ⁻¹ | K acumulado mg vaso ⁻¹ |
|---|------------------------------|--|--------------------------------------|
| Soja | | | |
| Testemunha | 3,17 c | 11,41 cd | 36,40 ef |
| -K +todos | 4,84 a | 10,35 d | 50,11 def |
| RM (60) -todos | 3,33 bc | 14,01 bc | 46,55 def |
| RM (120) -todos | 3,08 c | 15,31 b | 47,23 def |
| RM (240) -todos | 3,01 c | 11,74 cd | 35,10 f |
| RM (60) +todos | 4,54 a | 14,01 bc | 63,55 bcd |
| RM (120) +todos | 4,35 ab | 11,41 cd | 49,72 def |
| RM (240) +todos | 4,46 a | 12,71 bcd | 56,81 cde |
| KCl (60) +todos | 5,04 a | 15,97 b | 80,29 ab |
| KCl (120) +todos | 5,15 a | 14,34 bc | 74,24 abc |
| KCl (240) +todos | 4,80 a | 19,44 a | 93,08 a |
| Milheto | | | |
| Testemunha | 0,57 d | 7,88 c | 4,33 f |
| -K +todos | 4,46 bc | 6,85 c | 30,54 cd |
| RM (60) -todos | 0,90 d | 9,48 c | 8,47 d |
| RM (120) -todos | 0,55 d | 19,34 b | 10,10 d |
| RM (240) -todos | 0,66 d | 9,08 c | 5,47 e |
| RM (60) +todos | 4,35 c | 29,84 a | 130,04 a |
| RM (120) +todos | 4,47 bc | 23,19 b | 103,59 ab |
| RM (240) +todos | 5,02 abc | 19,42 b | 97,35 b |
| KCl (60) +todos | 5,26 ab | 18,87 b | 100,00 b |
| KCl (120) +todos | 5,61 a | 7,18 c | 40,11 c |
| KCl (240) +todos | 5,28 ab | 10,47 c | 55,28 c |
| Melão | | | |
| Testemunha | 0,37 c | 11,30 ab | 4,12 de |
| -K +todos | 1,26 b | 3,57 e | 4,45 de |
| RM (60) -todos | 0,36 c | 10,94 ab | 3,95 de |
| RM (120) -todos | 0,39 c | 9,60 b | 3,75 e |
| RM (240) -todos | 0,36 c | 6,34 d | 2,40 e |
| RM (60) +todos | 0,35 c | 5,89 de | 2,07 e |
| RM (120) +todos | 1,02 b | 7,26 cd | 7,37 bc |
| RM (240) +todos | 1,21 b | 7,26 cd | 8,78 b |
| KCl (60) +todos | 0,56 c | 9,27 bc | 5,19 cde |
| KCl (120) +todos | 1,12 b | 5,91 d | 6,64 bcd |
| KCl (240) +todos | 1,75 a | 12,62 a | 22,03 a |

¹ Testemunha=solo natural; -K=sem fornecimento de K; +todos=fornecimento dos demais nutrientes além do K (200,0; 30,0; 0,81; 1,39; 1,55; 3,66; 4,0 e 0,25 mg dm⁻³ de P, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Mo respectivamente) e correção da acidez (mistura de CaCO₃ e MgCO₃ p.a. para V=70%); -todos=sem fornecimento dos demais nutrientes; RM (60), (120) e (240)=resíduo de mineração nas dosagens equivalentes a 60, 120 e 240 mg dm⁻³ de K₂O, respectivamente; KCl (60), (120) e (240)=cloreto de potássio nas dosagens equivalentes a 60, 120 e 240 mg dm⁻³ de K₂O, respectivamente.

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