



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. II. Cultivo em Vertissolo

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 – O potássio é um nutriente requerido em grandes quantidades pelas culturas e o Brasil importa a maior parte do fertilizante potássico utilizado na agricultura. 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 Vertissolo. 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 adubação completa. Os teores e quantidades acumuladas de K pelo milho nos tratamentos que receberam RM na presença de adubação completa (+todos) foram equivalentes aos obtidos pelo KCl. Nas plantas de melão, apenas para o tratamento RM +todos na maior dose de K_2O , equivalente a 240 mg dm^{-3} , os teores e quantidades acumuladas de K foram equivalentes ao KCl.

Palavras-chave: rochagem, adubação, flogopitito

INTRODUÇÃO - Depois do nitrogênio (N), o potássio (K) é o nutriente requerido em maiores quantidades pelas culturas. O K é o principal cátion no interior da célula e sua concentração deve ser mantida em níveis adequados, para garantir o processo fotossintético (Marschner, 1995). Desempenha outras funções como, ativador de diversas enzimas e da síntese de proteínas, além de estar envolvido nas relações hídricas das plantas e na translocação de carboidratos (Taiz & Zeiger, 1998).

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. Tal situação cria uma dependência externa indesejável, que pode contribuir para reduzir a competitividade da exploração agropecuária do País. Assim, existe a necessidade de que órgãos de pesquisa e desenvolvimento realizem estudos envolvendo rochas potássicas, com vista a contribuir para reduzir os custos da adubação com K solúvel.

Os feldspatos alcalinos e os feldspatóides são considerados fontes potenciais de potássio para a fabricação de fertilizantes, tanto na forma de sais, como na forma de termofosfatos ou para aplicação direta ao solo. Nesses dois grupos, enquadram-se o ortoclásio, o microclínio e a leucita. As micas, dentre os minerais silicatados, apresentam grande potencial para a extração de K, devido ao seu considerável teor de K_2O e ocorrência abundante. (Nascimento & Loureiro, 2004). Resultados obtidos em pesquisas recentes indicam que rochas contendo quantidades razoáveis de flogopita ou biotita podem constituir fontes alternativas de K para uso agrícola. Algumas dessas rochas com potencial de uso agrônomo são os kamafugitos, flogopititos, biotititos e kimberlitos, com distribuição ampla e variável em todo o território nacional (Resende et al., 2006b).

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.

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 Vertissolo.

MATERIAL E MÉTODOS - O trabalho foi realizado em um Vertissolo da região do Submédio São Francisco, procedente do Campo Experimental de Mandacaru, em Juazeiro-BA, de textura argilosa (410 g kg⁻¹ de argila e 360 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. = 35,69 g kg⁻¹, pH = 7,5, P = 4 mg dm⁻³, K = 0,64 cmol_c dm⁻³, Ca = 26,1 cmol_c dm⁻³, Mg = 3,1 cmol_c dm⁻³, Al = 0,0 cmol_c dm⁻³, CTC = 29,97 cmol_c dm⁻³, V = 100%.

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, que foi utilizado no experimento, apresentando 4,9 % de K₂O 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 K₂O (60, 120 e 240 mg dm⁻³) e outros nutrientes, mais dois tratamentos adicionais (testemunha absoluta, testemunha mais outros nutrientes), totalizando 11 tratamentos (Tabela 1), dispostos no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por um vaso de plástico com 3,2 dm³ de solo.

Foram aplicadas e incorporadas ao solo de cada vaso, o resíduo de mineração de flogopitito, objeto do estudo, o KCl e o fósforo (P), 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 - A produção de matéria seca da parte aérea não diferiu entre os tratamentos que receberam a adubação completa (+todos) tanto na presença (+K), quanto na ausência de potássio (-K) (Tabela 2). 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. Isto está relacionado, muito provavelmente, à deficiência de P, considerando o baixo teor 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 na testemunha, provavelmente, devido a deficiência de P.

Para as concentrações de K na MSPA e quantidades acumuladas de K nas plantas de soja, não existe uma tendência muito clara com relação aos efeitos do resíduo de mineração, possivelmente pela utilização dos nutrientes liberados pela mineralização da matéria orgânica e da própria reserva do solo.

No cultivo de milho, os tratamentos que receberam RM na presença de adubação completa (+todos) apresentaram maior teor e acúmulo de K na MSPA, sendo os valores equivalentes aos obtidos pelo KCl. O tratamento RM(240) -todos, apesar do teor elevado de K na MSPA, apresentou pequena quantidade de K acumulado, devido a um efeito de concentração ou "consumo de luxo". Esta mesma tendência foi observada nos demais tratamentos que não receberam adubação complementar (-todos). A razão para estes resultados, possivelmente, esteja relacionada a exaustão das reservas de P pelo cultivo da soja, sendo este o nutriente limitante.

As concentrações de K na MSPA das plantas de melão foram maiores nos tratamentos que receberam o resíduo mineral na ausência de adubação complementar (RM -todos) e menores nos tratamentos com KCl +todos. Nos primeiros houve menor produção de matéria seca e nos últimos as baixas concentrações de K no solo corresponderam a

maiores produções de matéria seca, devido a uma maior extração desse nutriente pelos cultivos, caracterizando um efeito de concentração nos primeiros e de diluição nos últimos.

Os valores obtidos para acúmulo de K na MSPA de melão do tratamento RM(240) +todos foram equivalentes ao KCl (240), contudo inferiores ao tratamento -K+todos. Considerando a produção de matéria seca neste solo foi alta e que a saturação de K no complexo sortivo é baixa, à medida que este nutriente foi extraído pelos cultivos, tornou-se mais difícil a sua liberação do complexo de troca.

CONCLUSÕES - O resíduo de mineração 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 adubação completa. Os teores e quantidades acumuladas de K pelo milho nos tratamentos que receberam RM na presença de adubação completa (+todos) foram equivalentes aos obtidos pelo KCl. Nas plantas de melão, apenas para o tratamento RM +todos na maior dose de K₂O, equivalente a 240 mg dm⁻³, os teores e quantidades acumuladas de K foram equivalentes ao KCl.

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.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. London, London Academic Press, 1995. 889p.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER E. Plant Physiology. Massachusetts, Sinauer Associates Inc.Publishers, 792 p. 1998.

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	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 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 Vertissolo 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	3,53 b	16,62 bc	58,64 de
-K +todos	5,58 a	16,40 bc	91,41 b
RM (60) -todos	3,08 b	13,70 cde	42,02 f
RM (120) -todos	3,18 b	16,62 bc	52,82 ef
RM (240) -todos	3,37 b	19,22 ab	64,80 cde
RM (60) +todos	5,40 a	22,47 a	121,21 a
RM (120) +todos	5,15 a	12,71 de	65,29 cde
RM (240) +todos	4,96 a	15,31 cd	75,68 c
KCl (60) +todos	5,42 a	12,71 de	68,95 cd
KCl (120) +todos	5,20 a	14,66 cd	76,17 c
KCl (240) +todos	5,24 a	10,76 e	56,31 def
Milheto			
Testemunha	0,20 b	30,52 bc	6,03 d
-K +todos	7,31 a	27,18 cd	198,56 c
RM (60) -todos	0,06 c	26,68 cd	1,53 f
RM (120) -todos	0,06 c	21,20 d	1,28 f
RM (240) -todos	0,07 c	37,65 a	2,45 e
RM (60) +todos	8,30 a	31,84 abc	264,01 ab
RM (120) +todos	8,29 a	37,10 a	308,23 a
RM (240) +todos	7,44 a	35,78 ab	266,39 ab
KCl (60) +todos	8,23 a	30,19 bc	248,19 b
KCl (120) +todos	8,14 a	27,89 c	226,70 bc
KCl (240) +todos	7,55 a	35,12 ab	264,93 ab
Melão			
Testemunha	0,73 c	5,75 e	4,19 f
-K +todos	5,12 b	16,31 a	83,57 a
RM (60) -todos	0,73 c	11,62 bc	8,49 f
RM (120) -todos	0,64 c	16,31 a	10,51 f
RM (240) -todos	0,65 c	12,62 b	8,20 f
RM (60) +todos	5,42 ab	6,42 e	34,78 e
RM (120) +todos	5,34 ab	10,41 c	55,59 bc
RM (240) +todos	5,50 ab	11,41 bc	62,72 b
KCl (60) +todos	5,60 ab	7,08 de	39,75 de
KCl (120) +todos	5,97 a	8,08 d	48,25 cd
KCl (240) +todos	5,35 ab	12,08 b	64,50 b

¹ Testemunha=solo natural; -K=sem fornecimento de K; +todos=fornecimento dos demais nutrientes além do K (300,0; 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); -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).