

Fracionamento de potássio em solos adubados com fontes alternativas

**Ana Stella Freire Gonçalves⁽²⁾; Vanessa Martins⁽³⁾, Maurício Cunha Almeida Leite⁽⁴⁾,
Luiz Roberto Guimarães Guilherme⁽⁵⁾, Giuliano Marchi⁽⁶⁾, Éder de Souza Martins⁽⁶⁾**

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do CNPq

⁽²⁾Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, MG; aninha91_@hotmail.com;

⁽³⁾Doutoranda no curso de Pós Graduação em Ciência do Solo (UFLA) – Bolsista CNPq; ⁽⁴⁾Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, MG; mauricio.cal.10@gmail.com; ⁽⁵⁾Professor associado DCS - UFLA,

⁽⁶⁾Pesquisador – Embrapa Cerrados.

RESUMO: A maioria dos solos brasileiros é constituída por solos ácidos e pobres em nutrientes. Para torná-los produtivos, são utilizadas grandes quantidades de fertilizantes, que englobam cerca de 40% dos custos variáveis de produção. Dessa forma, buscou-se com este trabalho quantificar as diferentes formas de potássio advindos da aplicação de rochas e resíduo no solo. Foram utilizadas amostras de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura média, ao qual foram adicionadas as seguintes fontes alternativas de nutrientes: fonolito, mistura de fonolito, verdete, mistura de verdete, verdete tratado com NH_4OH e calcinado (verdete NH_4OH), ultramáfica, mistura de ultramáfica, resíduo de mineração de manganês e sua mistura.

Com os dados obtidos, foi verificado que os teores de potássio total diferiram significativamente entre os tratamentos e as doses de K_2O aplicadas, sendo maior nas maiores doses, com exceção do 25:75V, ultramáfica e 25:75U que diferiram apenas em relação à dose zero. Os valores de K na solução são baixos, evidenciando solos bem intemperizados. Notou-se ainda que os tratamentos aplicados resultam na liberação lenta de potássio.

Termos de indexação: rochagem, fertilizantes alternativos, incubação.

INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros, de forma geral, são ácidos, empobrecidos pela ação do intemperismo, carentes principalmente de potássio. Para torná-los produtivos, são utilizadas grandes quantidades de fertilizantes e corretivos agrícolas, sendo a maior parte do potássio importado, principalmente na forma de cloreto de potássio (KCl).

A rochagem é uma técnica de fertilização baseada na adição de pó de rocha ao solo. Determinados tipos de rocha ou minerais possuem a capacidade de alterar positivamente a fertilidade dos solos sem afetar o equilíbrio do ambiente. Esta técnica tem despertado a atenção de pesquisadores em todo o mundo como uma das alternativas às fontes

convencionais de nutrientes ou como forma complementar de adubação. Para tanto, é essencial o conhecimento da mineralogia e das formas de K presentes nos solos, em conjunto com outros atributos, que podem contribuir para melhor previsão do suprimento, fixação e disponibilidade desse nutriente para as plantas cultivadas.

No solo, o K pode ser encontrado em quatro formas: K^+ na solução do solo; K^+ trocável, referente ao elemento adsorvido nas superfícies dos colóides do solo; K não-trocável, que corresponde àquele retido na estrutura dos minerais ou fixado nas entrecamadas de argilominerais expansivos; e por último, K total (RAIJ, 1991).

Diversas são as soluções extratoras utilizadas para medir os teores de K liberados ao solo por algumas rochas, dentre eles os extratores Mehlich-1, acetato de amônio (a pH 7,0), Bray-1 e resina de troca iônica (Resende et al., 2006). Outras formas de extração de K do solo são feitas a partir de soluções de ácidos fortes, como a digestão com ácido fluorídrico (HF) e também a extração com água régia (HNO_3 e HCl 3:1), que são citadas na literatura com a intenção de se determinar a eficiência relativa das fontes de potássio.

Diante do exposto, conduziu-se este trabalho com o objetivo de quantificar as diferentes formas de potássio advindas da aplicação de rochas e resíduo no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura média foram coletadas no município de Itutinga - MG, na camada de 0-20 cm. Após a caracterização química do solo, foram obtidos os seguintes resultados: pH (água) = 4,6; K^+ = 22,6 mg dm^{-3} , S = 10,3 mg dm^{-3} , P = 0,42 mg dm^{-3} ; Ca^{2+} = 0,2 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg^{2+} = 0,1 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Al^{3+} = 0,35 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; (H + Al) = 3,43 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; SB = 0,36 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; CTC a pH 7,0 (T) = 3,78 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Fe = 18,1 mg dm^{-3} ; Zn = 2,52 mg dm^{-3} ; Cu = 0,71 mg dm^{-3} ; B = 0,1 mg dm^{-3} ; Mn = 0,1 mg dm^{-3} ; areia = 692 g kg^{-1} ; silte = 25 g kg^{-1} ; argila = 283 g kg^{-1} , P-resina 1,0 mg dm^{-3} e P-remanescente 18,95 mg L^{-1} .

Os extratores utilizados foram: KCl 1 mol L⁻¹ para Ca, Mg e Al; Mehlich-1 para K, P, Fe, Zn, Mn, Cu e Na. As rochas foram aplicadas e incorporadas ao solo de cada vaso (5 kg de solo por vaso), e os mesmos foram deixados por um período de incubação de 45 dias, com a umidade mantida em torno de 70% da capacidade de campo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições, em arranjo fatorial 10x5x3, sendo nove fontes alternativas de nutrientes: fonolito, mistura de fonolito (25:75F), verdete, mistura de verdete (25:75V), verdete tratado com NH₄OH e calcinado (verdete NH₄OH), ultramáfica, mistura de ultramáfica (25:75U), resíduo de mineração de manganês e sua mistura (25:75R). As misturas constam de 25% de calcário, calcinadas a 800°C por uma hora em mufla e KCl; cinco doses de potássio (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹ de K₂O) e três repetições, totalizando 150 vasos.

A quantidade de rocha e do resíduo aplicada ao solo foi definida com base na concentração total de óxido de potássio (K₂O), sendo: verdete 5,10%, ultramáfica 3,10%, fonolito 5,45% e resíduo 10,3%, pelo método 3052 (USEPA 1998). O pó de rochas e subprodutos de mineração usados neste estudo são originários de diferentes processos e regiões do país, sendo: fonolito (Planalto de Poços de Caldas, MG), com caráter fortemente alcalino devido aos altos teores de Na₂O + K₂O; ultramáfica alcalina (Lages, Santa Catarina), rocha formada por uma intrusão ígnea, composto de minerais ferromagnesianos, plagioclásios e carbonatos; resíduos do processamento metalúrgico de manganês (Sete Lagoas, Minas Gerais), no qual o potássio é separado a partir do minério de ferro e se concentra no resíduo; verdete (Cedro de Abaeté MG), rocha de coloração verde clara, de matriz argilosa e com presença de óxido de ferro, de caráter sedimentar.

Após o período de incubação, amostras de solo foram coletadas para análises das formas de potássio. O fracionamento do potássio foi feito utilizando métodos específicos para cada forma do elemento presente no solo. O K total foi extraído por digestão em forno de micro-ondas pelo método 3052 (USEPA 1998), utilizando mistura de HNO₃ e HF na proporção de 9:3. O HF decompõe os minerais silicatados através da reação que ocorre entre o F do ácido com o Si presente nas amostras, formando SiF₄, o qual é volatilizado quando aquecido com ácidos fortes. O HNO₃ é um oxidante usado para dissolver as substâncias húmicas das amostras de solos. O K trocável ou potássio disponível é extraído com solução Mehlich-1 (Embrapa, 1997), já o K não trocável é extraído por solução fervente de ácido nítrico 1 mol L⁻¹ (Pratt 1973), enquanto o K em solução é obtido através da

fervura da amostra em água (Brasil 2006). Todas as formas de extração de K foram determinadas por fotometria de chama.

Os dados obtidos em todos os métodos de extração foram submetidos a testes de média por meio do software estatístico SISVAR 5,3[®] (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a classificação de Tisdale e Nelson, (1993), o K⁺ trocável e o K da solução são considerados prontamente disponíveis, enquanto o K não-trocável e o estrutural são considerados lentamente disponível e indisponível, respectivamente.

Os teores de potássio total diferiram significativamente entre os tratamentos e as doses de K₂O aplicados, sendo os teores mais elevados nas maiores doses com exceção do 25:75V, ultramáfica e 25:75U, que diferiram apenas em relação à dose zero (**Tabela 1**). Os valores variaram entre 233 a 825 mg dm⁻³. O teor total de K encontrado nos solos (549, 810 e 960 mg dm⁻³), quando incubados com estes tratamentos, foi semelhante aos encontrados na fração argila de Latossolos estudados por Melo et al. (2005). Esses teores de potássio total são considerados baixos. Solos mais jovens, de maneira geral, possuem teores mais elevados de K (4220, 4191, 9412 mg kg⁻¹), graças, principalmente, à presença de minerais primários, fontes destes nutrientes.

Diversos trabalhos têm demonstrado alta correlação entre o teor de K extraído do solo pelos ácidos orgânicos de baixo peso molecular e pelo ácido nítrico com a absorção desse nutriente por plantas de milho, trigo e eucalipto (Simard et al., 1992; Melo et al., 1995). Neste trabalho, a liberação de formas não-trocáveis de K pelo método que utiliza HNO₃ 1 mol L⁻¹ apresentou comportamento semelhante ao K trocável (Mehlich-1), visto que os maiores teores obtidos por ambos extratores foram resíduo, 25:75R, 25:75F e ultramáfica.

Observaram-se diferenças marcantes entre os tratamentos para os teores extraídos de K trocável, variando de 24, 26, 29 e 30 (verdete) a 83, 146, 160 e 233 (resíduo) mg dm⁻³ de K nas doses crescentes de K₂O.

Os valores de K na solução são baixos, havendo um aumento dos teores com o aumento das doses, com exceção do fonolito, que não diferiu da dose zero.

CONCLUSÕES



Os fertilizantes potássicos testados apresentaram solubilidade diferenciada conforme o método de extração utilizado.

Os valores de K na solução são baixos, evidenciando solos bem intemperizados, e, ainda, que os tratamentos aplicados resultam na liberação lenta de potássio.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Test Methods for Evaluation Solid Waste Physical and Chemical Methods: microwave assisted acid digest of sediments, sludges, soils and oils, SW - 846; U.S. Government Printing Office: Washington, DC, 1998.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à CAPES e à FAPEMIG pela concessão das bolsas de estudo e pelo apoio financeiro.



REFERÊNCIAS

Brasil. Ministério da agricultura. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos. Brasília, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de método de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. R. Symposium, 6:36-41, 2008.

MELO, V.F.; CORRÊA, G.F.; RIBEIRO, A.N.; MASCHIO, P.A. Cinética de liberação de potássio e magnésio pelos minerais da fração argila de solos do triângulo mineiro. R. Bras. Ci. Solo, 29:533-545, 2005.

PRATT, P.F. Potassium. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Part 1. Madison, American Society of Agronomy, 1973. p.1022-1032. (Agronomy Series, 9)

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Editora Ceres. Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343 p.

RESENDE, A. V. de; MACHADO, C. T. T.; MARTINS, E. de S.; SENA, M. C. de.; NASCIMENTO, M. T. do.; SILVA, L. de C. R.; LINHARES, N. W. Rochas como fontes de potássio e outros nutrientes para culturas anuais. Rev. Espaço & Geografia, V. 9, n. 1, p. 135-161. 2006.

SIMARD, R.R.; De KIMPE, C.R. & ZIZKA, J. Release of potassium and magnesium from soil fractions and its kinetics. Soil Sci. Soc. Am. J., 56:1421-1428, 1992.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D.; HAVLIN, J.L. Soil fertility and fertilizers. New York: Macmillan, 1993. 634p.

Tabela 1- Fracionamento de K em amostras de solo

Dose %	H ₂ O					Mehlich-1					HNO ₃					HF				
	0	150	300	450	600	0	150	300	450	600	0	150	300	450	600	0	150	300	450	600
-----K (mg kg ⁻¹)-----																				
Incubação																				
Verdete	16 bA	31 bA	47 aB	52 aA	57 aA	22 aA	24 aC	26 aC	29 aD	30 aD	31 aA	56 aA	60 aC	67 aD	71 aE	233 cA	539 bA	530 bB	605 aB	663 aB
V _{NH4OH}	16 bA	26 bA	21 bC	47 aA	16 bC	22 aA	30 aC	32 aC	41 aD	48 aD	31 bA	71 bA	69 bC	108 aC	123 aD	233 cA	460 bA	437 bC	502 aC	548 aC
25:75V	16 bA	16 bA	36 aB	16 bB	47 aB	22 aA	32 aC	36 aC	41 aD	46 aD	31 cA	87 bA	100 bC	129 aC	150 aC	233 bA	518 aA	567 aB	577 aB	571 aC
Resíduo	16 bA	16 bA	16 bC	52 aA	68 aA	22 dA	83 cA	146 bA	160 bA	213 aA	31 dA	98 cA	179 bA	216 bA	272 aA	233 dA	367 cC	448 bC	514 aC	555 aC
25:75R	16 cA	21 cA	36 bB	36 bA	68 aA	22 dA	98 cA	137 bA	146 bA	233 aA	31 eA	131 dA	193 cA	235 bA	290 aA	233 cA	429 bB	520 aB	561 aB	560 aC
Fonolito	16 aA	16 aA	26 aC	26 aB	16 aC	22 bA	36 bC	43 bC	63 aC	74 aC	31 bA	65 aA	77 aC	87 aD	108 aD	233 dA	483 cA	626 bA	599 bB	718 aB
25:75F	16 bA	21 bA	63 aA	52 aA	62 aA	22 dA	58 cB	68 cB	108 bB	127 aB	31 dA	85 cA	98 cC	175 bB	237 aB	233 dA	492 cA	513 cB	660 bA	825 aA
Ultram	16 cA	16 cA	42 bB	42 bA	68 aA	22 dA	43 bC	57 cB	94 aB	74 bC	31 dA	89 cA	133 bB	199 aB	185 aC	233 bA	430 aB	459 aC	454 aC	398 aD
25:75U	16 bA	31 aA	36 aB	42 aA	42 aB	22 bA	35 bC	58 aB	56 aC	73 aC	31 cA	85 bA	169 aA	149 aC	179 aC	233 bA	362 aC	392 aC	377 aD	377 aD

Mesma letra maiúscula na coluna não difere ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott, e mesma letra minúscula na linha dentro do mesmo extrator não difere ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott