



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

## Avaliação de uma Rocha Silicática como Fonte de Potássio

**Sandro Manuel Carmelino Hurtado<sup>(1)</sup>; Álvaro Vilela de Resende<sup>(2)</sup>; Éder de Souza Martins<sup>(3)</sup>; Takashi Muraoka<sup>(4)</sup>; Claudinei Gouveia de Oliveira<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pós-doutorando, Centro de Solos e Recursos Ambientais, Instituto Agronômico, Av. Barão de Itapura, 1481, CEP 13012-970, Campinas, SP, [sandroelbat@gmail.com](mailto:sandroelbat@gmail.com); <sup>(2)</sup> Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424 km 45, CEP 35701-970, Sete Lagoas, MG, [alvaro@cnpmc.embrapa.br](mailto:alvaro@cnpmc.embrapa.br); <sup>(3)</sup> Pesquisador, Embrapa Cerrados, BR 020 Km 18, CEP 73310-970, Planaltina, DF, [eder@cpac.embrapa.br](mailto:eder@cpac.embrapa.br); <sup>(4)</sup> Professor Titular, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Av. Centenário 303, CEP 13406-000, Piracicaba, SP, [muraoka@cena.usp.br](mailto:muraoka@cena.usp.br); <sup>(5)</sup> Geólogo, DSc. Professor IG/UnB, [gouveia@unb.br](mailto:gouveia@unb.br).

**RESUMO** – A baixa disponibilidade natural de nutrientes em solos brasileiros e a dependência externa do país por fertilizantes abrem espaço à procura por novas fontes locais, dentre elas, os materiais rochosos contendo nutrientes na sua composição. O trabalho visou avaliar o potencial agronômico de fornecimento de potássio (K) por uma biotita xisto, em comparação à fonte solúvel cloreto de potássio, num solo típico da região do Cerrado. O estudo foi conduzido em casa de vegetação tendo como tratamentos a aplicação da rocha nas doses de 0, 50, 100, 150 e 300 mg kg<sup>-1</sup> de K, além de uma testemunha absoluta e um tratamento com a fonte cloreto de potássio na dose de 100 mg kg<sup>-1</sup> de K. Foram realizados dois cultivos consecutivos de milho visando avaliar o efeito residual dos tratamentos. Determinaram-se a fertilidade do solo após incubação por 21 dias, o peso da massa seca de milho e o acúmulo de K. A aplicação da biotita xisto estudada disponibiliza potássio no solo, resultando em ganho de crescimento do milho. Para obtenção de efeitos equiparáveis aos da fonte solúvel KCl, sobre o crescimento e a absorção de K pelo milho, as quantidades de rocha a serem aplicadas corresponderiam a 9,9 e 18,3 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O uso agrícola dessa rocha deve se dar de forma complementar, não em substituição à adubação com fontes convencionais de potássio.

**Palavras-chave:** Fontes regionais de nutrientes, agromineral, rochagem.

**INTRODUÇÃO** – Os solos brasileiros destacam-se por uma baixa disponibilidade natural de nutrientes (Lopes e Cox, 1977), sendo imperativo o uso de fertilizantes para obtenção de produtividades competitivas. Nesse sentido, a crescente demanda por fertilizantes e a dependência externa do País, para alguns deles, demonstram uma fragilidade do sistema de produção agrícola nacional. Para o potássio, a existência de uma única lavra em exploração (Taquari-Vassouras em Sergipe), que atende somente 10% do consumo brasileiro, ressalta essa problemática.

Assim sendo, a procura por novas fontes locais que otimizem o manejo da adubação nas diversas regiões

produtoras do País é necessária. Passivos ambientais derivados de materiais rochosos, contendo nutrientes na sua composição e apresentando granulometrias mais finas, representam potenciais insumos para uso na adubação ou no condicionamento dos solos de áreas agrícolas.

Resende et al. (2009) avaliaram a capacidade de fornecimento de nutrientes por uma biotita xisto, subproduto de mineração, proveniente do estado de Goiás. Foram observados ganhos de crescimento do milho nos tratamentos com rochagem quando comparados aos tratamentos em que se omitiu o fornecimento de potássio, calagem, enxofre ou micronutrientes. A partir desses resultados, os autores destacaram que, em função dos benefícios múltiplos às plantas, a rocha em questão deveria ser mais estudada, a fim de viabilizar seu uso como insumo agrícola regional.

Assim, o presente trabalho visou aprofundar a avaliação do potencial agronômico de fornecimento de K pela referida biotita xisto, em comparação a uma fonte solúvel (cloreto de potássio), num solo típico da região do Cerrado.

**MATERIAL E MÉTODOS** – O experimento foi conduzido nas instalações da Embrapa Cerrados (Planaltina-DF), entre os meses de setembro de 2008 e março de 2009. Foram utilizados vasos dispostos em casa de vegetação, contendo 2,9 kg de um Latossolo Vermelho Amarelo argiloso. O solo, coletado na profundidade de 0-0,2m, em área de Cerrado nativo, apresentava teor de argila igual a 590 g kg<sup>-1</sup> e os seguintes atributos químicos: matéria orgânica = 13 g kg<sup>-1</sup>; pH<sub>água</sub> = 5,2; P<sub>Mehlich</sub> = 0,4 mg dm<sup>-3</sup>; K = 17 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 0,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 6,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V = 7%.

De acordo com as especificidades de cada tratamento, foram realizadas a correção da acidez, visando elevar a saturação por bases a 60%, e uma adubação básica. A adubação básica consistiu na aplicação de macro e micronutrientes, combinando o uso de sais (p.a.). Os tratamentos foram formados pela aplicação da rocha teste como fonte de potássio, em doses equivalentes a 0, 50, 100, 150 e 300 mg kg<sup>-1</sup> de K, além de uma testemunha

absoluta (solo original de Cerrado) e um tratamento completo usando a fonte solúvel cloreto de potássio (KCl) na dose de 100 mg kg<sup>-1</sup> de K. Na condição tida como adequada ao crescimento de plantas em vasos (tratamento completo) foram fornecidos N, P, K, S, B, Cu, Mn, Zn e Mo nas quantidades de 325; 250; 100; 30; 0,5; 2; 3; 4; e 0,25 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, numa adaptação das indicações de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos.

Após moagem e padronização em peneira menor a 2,0 mm, a análise física do material rochoso indicou uma densidade de 0,96 g cm<sup>-3</sup> e 86% do material com constituição granulométrica inferior a 0,297 mm. A análise química apresentou teor de potássio total correspondente a 1,85% de K<sub>2</sub>O. Foi verificada também a presença de cálcio, magnésio e enxofre, este último associado com sulfetos de diversos micronutrientes.

Após aplicação dos tratamentos, o solo foi incubado por um período de 21 dias, sendo realizada amostragem para caracterização da fertilidade resultante. Em seguida, realizou-se a semeadura do milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), mantendo um estande final de 15 plantas por vaso.

Visando estudar o efeito residual dos tratamentos foram avaliados dois cultivos consecutivos de milho, sem nova aplicação de nutrientes, exceto nitrogênio. Em ambos os cultivos foram realizadas duas adubações de cobertura em doses de 50 e 100 mg kg<sup>-1</sup> de N, aos 14 e 32 dias após semeadura, utilizando como fonte o nitrato de amônio (p.a.). No florescimento, foi realizada a coleta da parte aérea de cada cultivo, dispondo o material em estufa de circulação forçada de ar por três dias, para determinação da massa seca e posterior análise química (Malavolta et al., 1997), quantificando o acúmulo de nutrientes.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, sendo testados sete tratamentos, em três repetições. Os dados foram submetidos à análises de variância por meio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2008). Modelos de respostas foram ajustados para o efeito de doses da rocha sobre a disponibilidade de K no solo e a produção de massa seca pelo milho, e para a massa seca produzida em função do K absorvido.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** – As alterações induzidas no solo após o período de incubação mostram o efeito positivo da aplicação da rocha na disponibilidade de K (Figura 1), salientando-se o baixo teor inicial do nutriente (dose 0 de K), abaixo do considerado adequado para as condições do Cerrado (Sousa e Lobato, 2004). A liberação inicial de potássio pela rocha foi proporcional às doses aplicadas, segundo um modelo linear. Não obstante, mesmo com a maior dose da rocha (300 mg kg<sup>-1</sup> de K), não se atingiu valor de K Mehlich próximo dos 140 mg dm<sup>-3</sup> disponibilizados pelo tratamento completo, o qual havia recebido 100 mg kg<sup>-1</sup> de K na forma da fonte solúvel KCl.

O fornecimento de K via rocha refletiu-se em ganhos no crescimento do milho (Tabela 1, Figura 1), ressaltados visualmente na Figura 2, na comparação dos tratamentos que receberam doses crescentes de K na forma de biotita xisto (tratamentos 4, 5, 6 e 7) com aquele sem a rocha (tratamento 3).

Entretanto, os dados de massa seca do primeiro cultivo de milho não foram proporcionais à quantidade de K absorvida nos diferentes tratamentos (Tabela 1), ocorrendo consumo de luxo do nutriente (Malavolta et al., 1997) nas maiores doses de rocha aplicadas. A relação entre K absorvido e produção de massa seca foi mais estreita no segundo cultivo, após o esgotamento dos estoques iniciais do nutriente no solo. Isso pode ser constatado pela comparação dos coeficientes angulares e dos coeficientes de determinação dos modelos que associam a absorção de K e a produção de massa seca pelo milho em cada cultivo (Figura 3).

É importante verificar que os teores de K determinados no solo com o extrator Mehlich 1, após a incubação dos tratamentos (Figura 1), não expressaram coerentemente o potencial de disponibilização do nutriente pela rocha. Apesar da alta correlação entre o teor no solo e o K absorvido (r=0,996), a magnitude dos valores de K acumulado pelo milho (Tabela 1) não poderia ser predita a partir dos teores quantificados na análise do solo e considerando a massa de solo nos vasos.

A Figura 3 permite visualizar, assinalado em vermelho, as respostas ao tratamento com a fonte de referência KCl. Quando comparadas as respostas obtidas pela aplicação da maior dose de K via rocha e a fornecida via fonte solúvel, foram observados, para o primeiro cultivo, acréscimos de 134% e 56% para a absorção de potássio e produção de matéria seca. No segundo cultivo, os acréscimos foram de 6% e 20%, respectivamente. Esses resultados denotam que o potássio contido na rocha foi prontamente liberado, sendo intensamente absorvido já no primeiro cultivo de milho, o que acabou reduzindo o efeito residual para o segundo cultivo.

Para obtenção de efeitos equiparáveis aos do KCl, sobre o crescimento e a absorção de K pelo milho, as quantidades de rocha a serem aplicadas corresponderiam, respectivamente, a 76 e 141 mg kg<sup>-1</sup> de K. Isso seria equivalente a 9,9 e 18,3 t ha<sup>-1</sup> de rocha. Dadas as elevadas quantidades requeridas e efeito residual relativamente pequeno da biotita xisto como fonte de potássio, seu uso agrícola deve se dar de forma complementar, não em substituição à adubação com fontes convencionais.

É preciso ponderar que os efeitos dessa rocha sobre o desenvolvimento das plantas são mais complexos, não sendo atribuídos a fatores nutricionais isolados e sim a benefícios aditivos, que extrapolam as respostas normalmente observadas com o fornecimento de nutrientes na forma de fertilizantes solúveis tradicionais. O efeito multinutriente da biotita xisto avaliada no presente estudo foi evidenciado em trabalho anterior (Resende et al., 2009). Segundo esses autores, a resposta positiva das plantas à aplicação de determinados tipos de rochas pode ser explicada pelo suprimento simultâneo de vários nutrientes, com um efeito condicionador do solo, tornando-o um ambiente mais equilibrado nutricionalmente, tamponado e propício ao desenvolvimento vegetal.

**CONCLUSÕES** – A aplicação da biotita xisto estudada disponibiliza potássio no solo, resultando em ganho de crescimento do milho.

Para obtenção de efeitos equiparáveis aos da fonte solúvel KCl, sobre o crescimento e a absorção de K pelo milho, as quantidades de rocha a serem aplicadas corresponderiam a 9,9 e 18,3 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**AGRADECIMENTOS** – À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsas.

**REFERÊNCIAS**

FERREIRA, D.F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. *Revista Symposium*, 6:36-41, 2008.

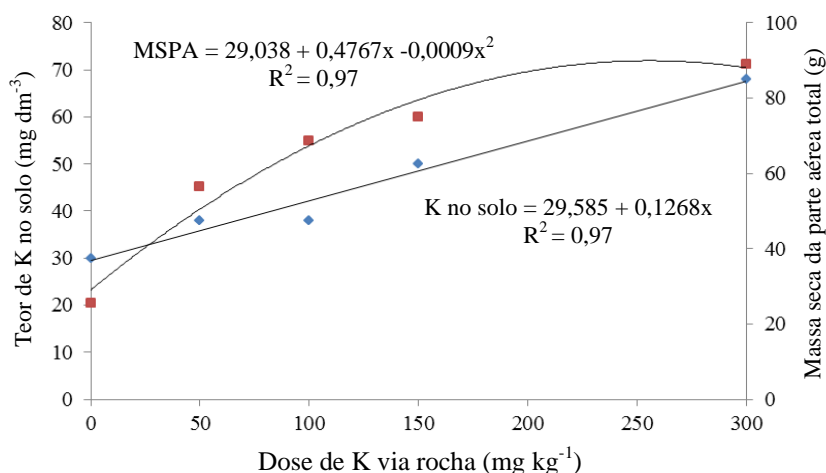
LOPES, A.S.; COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. *Soil Science Society of America Journal*, 41:742-747, 1977.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafos. 1997. 319p.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J.; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D.; LOURENÇO, S. (Coord.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA, 1991. p.190-253. (Documentos, 3).

RESENDE, A.V. de; HURTADO, S.M.C.; MARTINS, E.S. et al. Suprimento de nutrientes pela aplicação de rocha silicática em solo de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. (CD-rom).

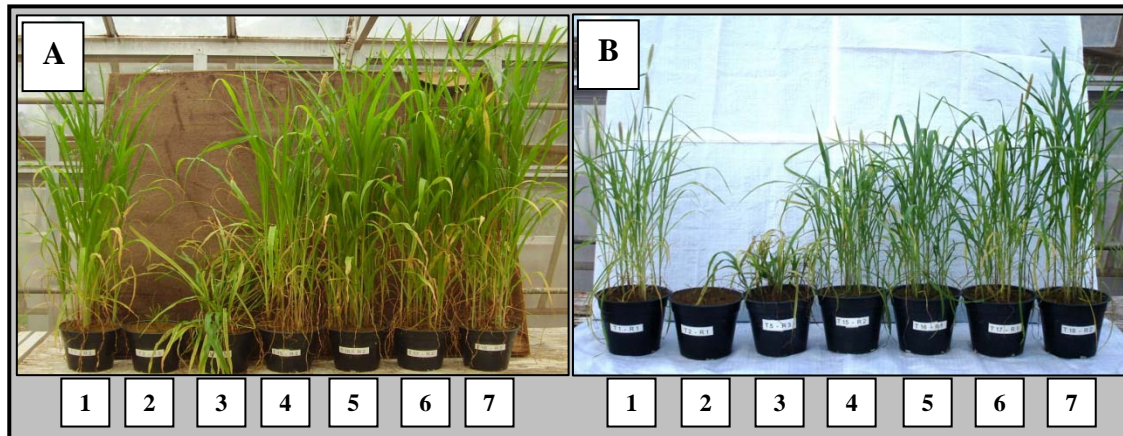
SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416p.



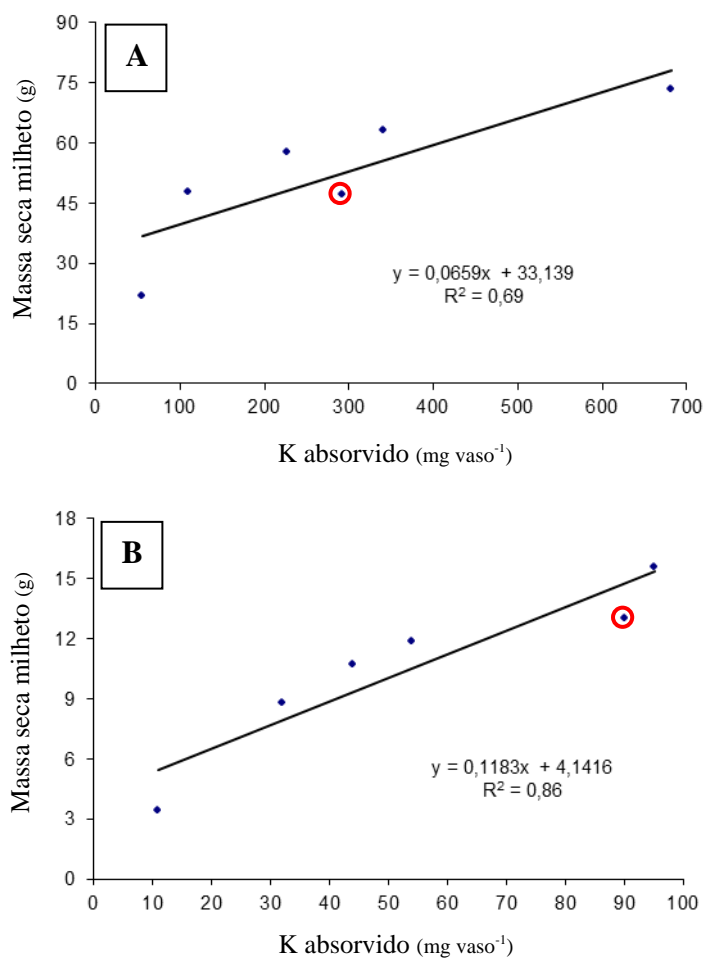
**Figura 1** - Disponibilidade de potássio no solo (extrator Mehlich 1) e massa seca da parte aérea do milho (total de dois cultivos) em função da aplicação de doses crescentes de biotita xisto.

**Tabela 1** - Produção de massa seca da parte aérea e absorção de potássio no primeiro e segundo cultivos de milho, em resposta aos tratamentos avaliados.

Tratamento	Massa seca parte aérea (g vaso <sup>-1</sup> )		Absorção de K (mg vaso <sup>-1</sup> )	
	1º cultivo	2º cultivo	1º cultivo	2º cultivo
1. Completo	47,1	13,0	292	90
2. Testemunha absoluta	0,2	0,2	1	2
3. Rocha dose 0K + calagem – potássio + nutrientes	22,0	3,4	55	11
4. Rocha dose 50K + calagem – potássio + nutrientes	47,8	8,8	110	32
5. Rocha dose 100K + calagem – potássio + nutrientes	57,9	10,7	226	44
6. Rocha dose 150K + calagem – potássio + nutrientes	63,2	11,9	341	54
7. Rocha dose 300K + calagem – potássio + nutrientes	73,3	15,6	682	95



**Figura 2** - Comparativo visual do tratamento completo (1: calagem + todos os nutrientes via reagentes p.a.), testemunha absoluta (2: solo virgem de Cerrado), tratamento sem rochagem (3: calagem + nutrientes – K) e tratamentos adubados com biotita xisto como fonte de potássio (4, 5, 6 e 7: doses de 50, 100, 150 e 300 mg kg<sup>-1</sup> de K, respectivamente), referentes ao primeiro (A) e ao segundo (B) cultivo de milho.



**Figura 3** - Relação entre potássio absorvido e a produção de massa seca de milho em resposta às doses de K via rocha, para o primeiro (A) e o segundo (B) cultivo, respectivamente.