

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Suprimento de nutrientes pela aplicação de rocha silicática em solo de Cerrado”

ÁLVARO VILELA DE RESENDE⁽¹⁾, SANDRO MANUEL CARMELINO HURTADO⁽²⁾, ÉDER DE SOUZA MARTINS⁽³⁾, CLAUDINEI GOUVEIA DE OLIVEIRA⁽⁴⁾, LUIZ FERNANDO MAGALHÃES⁽⁵⁾ & TAKASHI MURAOKA⁽⁶⁾

RESUMO - A atual tendência de aumento na demanda e preço dos fertilizantes justifica a busca por fontes locais de nutrientes para a agricultura brasileira. Nesse sentido, objetivou-se avaliar agronomicamente o potencial de fornecimento de nutrientes pela aplicação de uma rocha silicática em solo de Cerrado. O estudo foi realizado em vasos, testando-se um material rochoso silicático como eventual fonte de nutrientes ou corretivo da acidez, tendo como referência tratamentos com fontes p.a. comumente empregadas em ensaios de nutrição mineral em ambiente controlado. A planta teste foi o milho, sendo determinadas a produção de matéria seca e absorção de nutrientes de dois cultivos consecutivos, visando, dessa maneira, avaliar também os efeitos residuais. Os resultados permitiram evidenciar a disponibilização principalmente de potássio e enxofre pela aplicação *in natura* da rocha moída, resultando ganhos de crescimento ao milho.

Palavras-Chave: (Fertilizante alternativo, milho, rochagem)

Introdução

No Brasil, sobretudo na região do Cerrado, os solos utilizados para agricultura caracterizam-se pela baixa capacidade natural de suprimento de nutrientes [1]. O atual desenvolvimento da agricultura, mais tecnificada e em busca de maiores patamares produtivos, reflete-se no aumento das quantidades de adubos utilizadas nas lavouras. São fatores limitantes, a crescente elevação na demanda e preço dos fertilizantes e a dependência externa do País, sobretudo quanto à importação de adubos potássicos. Nesse contexto, é oportuno buscar fontes regionais/locais e formas de otimização do manejo da adubação nas diversas regiões produtoras, visando garantir a competitividade agrícola do País [2].

Nos últimos anos, esforços de pesquisa foram direcionados à prospecção de rochas brasileiras como potenciais fontes de nutrientes para a agricultura. Sua caracterização geoquímica e avaliação agronômica preliminar em ambiente controlado (ensaios em casa de vegetação) têm permitido identificar os materiais mais promissores para etapas seguintes de experimentação a campo e validação do uso na adubação das lavouras.

O material de rocha proposto para o presente estudo, proveniente de Goiás, apresenta diversos nutrientes na sua composição, o que lhe confere um potencial interessante como insumo agrícola fertilizante. Objetivou-se avaliar o fornecimento de nutrientes por essa rocha silicática moída, aplicada em solo típico da região do Cerrado e cultivado com milho.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em casa de vegetação, nas instalações da Embrapa Cerrados (Planaltina-DF). Foram utilizados vasos contendo 2,9 kg de solo da camada de 0-0,2 m de profundidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso de Cerrado, com 590 g kg⁻¹ de argila e os seguintes atributos químicos originais: matéria orgânica = 13 g kg⁻¹; pH_{água} = 5,2; P_{Mehlich} = 0,4 mg dm⁻³; K = 17 mg dm⁻³; Ca = 0,3 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,1 cmol_c dm⁻³; CTC = 6,0 cmol_c dm⁻³ e V = 7 %.

Análises da rocha moída foram realizadas por meio de espectrometria de emissão atômica com fonte de plasma (ICP-AES) e espectrometria de absorção atômica (EAA), no Laboratório de Geoquímica da Universidade de Brasília. Os dados de elementos maiores mostraram a presença de CaO (1,99 %), MgO (3,06 %) e K₂O (1,59 %), assim como, de enxofre, possivelmente associado com sulfetos de diversos micronutrientes.

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado com três repetições e 15 tratamentos. Para

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, MG 424, km 45, Caixa Postal 285, Sete Lagoas, MG, CEP 35701-970. E-mail: alvaro@cnpmc.embrapa.br.

⁽²⁾ Segundo Autor é Pós-Doutorando do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP). Av. Centenário 303, Piracicaba, SP, CEP 13400-970. E-mail: sandroelbat@yahoo.com.br.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Pesquisador da Embrapa Cerrados, BR020, km 18, Caixa Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF. E-mail: eder@cpac.embrapa.br.

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Professor da Universidade de Brasília (UnB), Instituto de Geociências, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF, CEP 70910-900. E-mail: gouveia@unb.br.

⁽⁵⁾ Quinto Autor é Superintendente de Geologia e Mineração da Secretaria de Indústria e Comércio de Goiás, Avenida Laurício Pedro Rasmussen 2535, Vila Yate, Goiânia, GO, CEP: 74620-030. E-mail: luizmagalhaes@sic.goias.gov.br.

⁽⁶⁾ Sexto Autor é Professor do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Av. Centenário 303, Piracicaba, SP, CEP 13400-970. E-mail: muraoka@cena.usp.br.

estabelecer uma condição considerada adequada ao cultivo em vasos (tratamento "Completo", referência), foi realizada correção da acidez visando elevar a saturação por bases a 60 %. A adubação se semeadura foi realizada com o fornecimento de 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⁻¹, respectivamente. Em todos os casos foram utilizados reagentes p.a. como fontes.

Outros tratamentos foram definidos utilizando-se combinações diversas de fontes p.a. e rocha silicática teste, de maneira a permitir discriminar efeitos da rocha como fonte de um ou mais nutrientes, além do seu efeito como corretivo da acidez do solo (Tabela 1). A rocha foi aplicada sempre numa quantidade fixa, baseada em dose equivalente ao fornecimento de 100 mg kg⁻¹ de K. O material rochoso havia sido previamente homogeneizado e padronizado para uma granulometria final menor que 2,0 mm.

O solo de cada vaso foi umedecido, permanecendo incubado por um período de 21 dias. Após esse período foi semeado o milho (*Pennisetum glaucum* (L.)) como planta teste. Foram efetuadas adubações nitrogenadas em cobertura aos 14 e 32 dias após semeadura, com uso de nitrato de amônio, nas doses de 50 e 100 mg kg⁻¹ de N, respectivamente.

O corte da parte aérea do milho coincidiu com o estágio correspondente ao florescimento das plantas. O material foi seco em estufa de circulação forçada de ar e moído para análises químicas conforme Malavolta et al [3], sendo, posteriormente, quantificado o acúmulo de nutrientes. Um segundo cultivo de milho, com condução similar ao primeiro, visou avaliar o efeito residual dos tratamentos.

Os dados foram submetidos a análise de variância por meio do programa estatístico Sisvar [4]. As médias dos tratamentos foram comparadas utilizando o teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

De acordo com os dados de crescimento obtidos ao final do primeiro cultivo (Tabela 1, Figura 1), os principais fatores limitantes da fertilidade do solo utilizado, em ordem decrescente de restrição ao desenvolvimento das plantas, foram: deficiência de fósforo (tratamento 6), seguida, em menor intensidade, pela deficiência de potássio (tratamento 5), acidez (tratamento 4), deficiência de enxofre (tratamento 7) e deficiência de micronutrientes (tratamento 8). Do primeiro para o segundo cultivo de milho a deficiência de enxofre tornou-se ainda mais severa, sendo superada apenas pela de fósforo (Tabela 1).

Portanto, o solo utilizado não possui forte limitação inicial quanto ao suprimento de micronutrientes (tratamento 8). Contudo, verifica-se que, quando a rocha foi testada visando suprir micronutrientes (tratamento 15), atingiu-se a melhor resposta para produção de matéria seca em valores absolutos (Tabela 1), provavelmente devido ao efeito aditivo de outros nutrientes componentes da rocha.

De forma análoga, os tratamentos em que a rocha foi avaliada como corretivo da acidez (tratamento 10), ou como fonte de enxofre (tratamento 14), proporcionaram crescimento do milho superior aos observados nos contrastes correspondentes (tratamentos 4 e 7, respectivamente), ultrapassando, inclusive a resposta ao tratamento Completo (tratamento 1).

Considerando que na composição química total da rocha tem-se a presença de potássio, cálcio e sulfetos de diversos micronutrientes (dados não apresentados), as respostas em crescimento do milho (Tabela 1, Figura 1) confirmam a sua disponibilização às plantas. Por fim, verifica-se também, que a aplicação da rocha visando o suprimento de fósforo (tratamento 13) não é viável.

Considerando os dois cultivos (inicial+residual), os maiores incrementos relativos em matéria seca da parte aérea resultaram da aplicação da rocha como fonte de potássio ou de enxofre. Na Tabela 2, pode-se observar, também, que o crescimento do milho não foi estritamente condicionado à quantidade de K ou S absorvida, ocorrendo o chamado consumo de luxo [3], típico em espécies vegetais com grande capacidade de absorção e ciclagem de nutrientes, como é o caso do milho. Ou seja, embora o tratamento "Completo" utilizando fontes p.a. de alta solubilidade tenha proporcionado maior absorção de K e S, o crescimento do milho foi mais vigoroso na presença da rocha como fonte desses nutrientes.

Depreende-se, portanto, que os efeitos da rocha sobre o desenvolvimento do milho são complexos e, em princípio, não podem ser atribuídos a fatores nutricionais isolados, mas sim a benefícios aditivos, que extrapolam as respostas normalmente observadas com o fornecimento de nutrientes na forma de fertilizantes solúveis tradicionais. A resposta positiva das plantas à aplicação de determinados tipos de rochas parece ser explicada pelo suprimento simultâneo de vários nutrientes, além de alguma ação condicionadora do solo, que o torna mais propício ao desenvolvimento vegetal.

Por seu potencial em proporcionar benefícios múltiplos às plantas, os efeitos da rocha estudada devem ser avaliados em condições de campo e quanto à viabilidade econômica de uso como insumo agrícola regional. Tem-se aí, um exemplo de estratégia oportuna para aliviar os problemas enfrentados atualmente na provisão de fertilizantes para a agropecuária brasileira.

Conclusões

A aplicação *in natura* da rocha moída proporciona disponibilização de nutrientes, sobretudo potássio e enxofre, resultando ganhos de crescimento ao milho.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsa DTI.

Referências

- [1] LOPES, A.S.; COX, F.R. 2009. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. *Soil Science Society of America Journal*, 41:742-747.

- [2] RESENDE, A.V.; MARTINS, E.S.; OLIVEIRA, C.G.; SENA, M.C.; MACHADO, C.T.T.; KINPARA, D.I.; OLIVEIRA FILHO, E.C. 2006. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas "in natura" na agricultura brasileira. *Espaço e Geografia*, 9:17-40.
- [3] MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos, 319p.
- [4] FERREIRA, D.F. 2003. *SISVAR software: versão 4.6*. Lavras: DEX/UFLA, Software.

Tabela 1. Produção de massa seca da parte aérea de dois cultivos sequenciais de milho em resposta aos tratamentos.

Tratamento	Massa seca parte aérea (g)			
	1º cultivo		2º cultivo	
1. Completo	47,1	d	13,0	a
2. Testemunha absoluta	0,2	h	0,2	f
3. Testemunha só com calagem	0,3	h	0,4	f
4. Completo – calagem	31,3	f	5,3	d
5. Completo – potássio (K)	22,0	g	3,4	e
6. Completo – fósforo (P)	0,3	h	0,3	f
7. Completo – enxofre (S)	41,2	e	1,1	f
8. Completo – micronutrientes	59,0	b	9,9	b
9. Só Rocha dose 100K	0,3	h	0,3	f
10. Rocha dose 100K – calagem + nutrientes	54,8	c	8,7	c
11. Rocha dose 100K + calagem – nutrientes	0,3	h	0,4	f
12. Rocha dose 100K + calagem – potássio + nutrientes	57,9	b	10,7	b
13. Rocha dose 100K + calagem – fósforo + nutrientes	0,3	h	0,4	f
14. Rocha dose 100K + calagem – enxofre + nutrientes	68,9	a	14,2	a
15. Rocha dose 100K + calagem – micros + nutrientes	70,1	a	14,0	a

Valores seguidos da mesma letra, em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Tabela 2. Produção de massa seca da parte aérea (MSPA) e acúmulo de potássio e enxofre pelo milho em resposta a tratamentos selecionados (total de dois cultivos).

Tratamento	MSPA	Acúmulo	Acúmulo
	total	total de K	total de S
	(g)	----- mg vaso ⁻¹ -----	
1. Completo	60,4 c	382	141
2. Testemunha absoluta	0,4 f	3	1
5. Completo – potássio (K)	25,4 e	66	---
7. Completo – enxofre (S)	42,2 d	---	18
12. Rocha dose 100K + calagem – potássio + nutrientes	68,4 b	270	---
14. Rocha dose 100K + calagem – enxofre + nutrientes	83,1 a	---	108

Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5%.

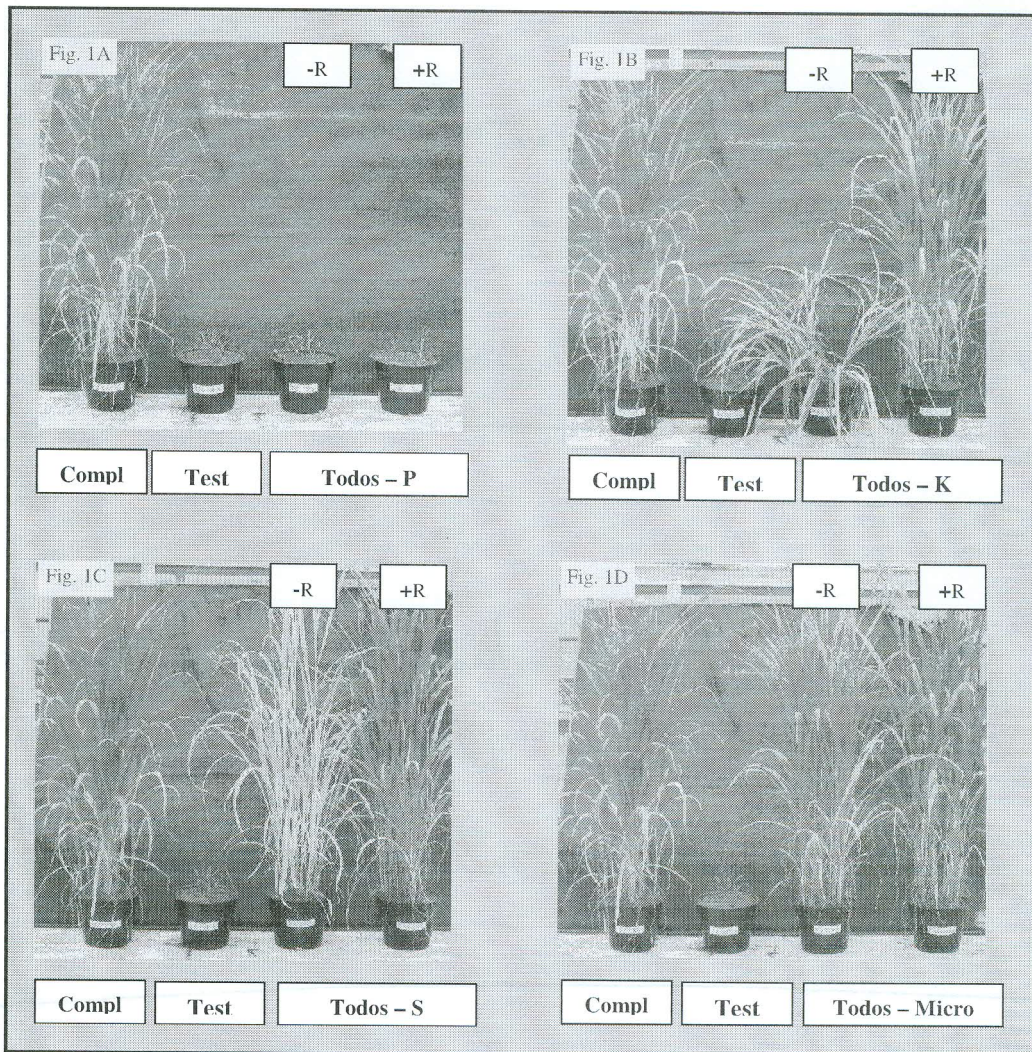


Figura 1. Comparativo do tratamento completo (calagem + todos os nutrientes via reagentes p.a.), testemunha absoluta (solo virgem de Cerrado) e tratamentos completos omitindo os nutrientes fósforo (Figura 1A), potássio (Figura 1B), enxofre (Figura 1C) e micronutrientes (Figura 1D), na ausência (-R) e na presença (+R) da rocha teste (Primeiro cultivo).