



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## PRODUTIVIDADE DE MILHO E ATRIBUTOS DO SOLO INFLUENCIADOS PELA UTILIZAÇÃO DE ROCHAS SILICÁTICAS EM ILP

**Wadson Sebastião Duarte da Rocha<sup>(1)</sup>; Carlos Eugênio Martins<sup>(1)</sup>; Fausto Souza Sobrinho<sup>(1)</sup>; Alexandre Magno Brighenti<sup>(1)</sup>; Marcelo Dias Müller<sup>(1)</sup>; Ricardo Ottoni da Silva<sup>(2)</sup>; Leandro de Senna Monaia<sup>(2)</sup>; Raymundo César Verassani de Souza<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisadores; Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco, Juiz de Fora, CEP 36.038-330, wadson@cnpq.embrapa.br; <sup>(2)</sup> Estudantes; Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Rua Halfeld, 1179, centro, Juiz de Fora, CEP 36.016-000; <sup>(3)</sup> Assistente de Pesquisa; Embrapa Gado de Leite, Rodovia MG 133, km 42, Coronel Pacheco, CEP 36.155-000.

**Resumo** – O cloreto de potássio (KCl) é um insumo importado em aproximadamente 85%, portanto é necessária e fundamental uma ação coordenada no sentido de buscar fontes alternativas. Assim, o objetivo foi avaliar atributos químicos do solo e a altura e a produtividade de milho em consórcio com *Brachiaria decumbens*, cv. Basilisk, utilizando fontes alternativas de adubação potássica. Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso em um esquema fatorial 3x4 mais três controles, com 4 repetições. Os tratamentos constaram da combinação entre os fatores: fontes (Biotita Xisto, Brecha Alcalina e Flogopitito) e doses de potássio (0, 100, 200 e 400 kg/ha de K<sub>2</sub>O), além dos tratamentos controle, que foi utilizado o KCl nas doses de 100, 200 e 400 (com efeito residual) kg/ha de K<sub>2</sub>O. A área total de cada parcela foi de 40 m<sup>2</sup> e a área útil de 24 m<sup>2</sup>. No experimento foram avaliados a influência da fonte e da dose de potássio no crescimento e na produtividade do milho cultivado em consórcio com *B. decumbens*. As avaliações das plantas de milho foram feitas quando atingiram o ponto de ensilagem. No caso do solo, foram coletadas amostras de 0 a 20 cm, nas quais foram avaliados o valor de pH e as concentrações de P, K, Ca e Mg. O crescimento e a produtividade de milho foram maiores quando o KCl foi utilizado como fonte de potássio. O valor de pH e as quantidades de K, Ca e Mg foram maiores quando foram aplicados 400 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

**Palavras-Chave:** química; consórcio milho/braquiária; cloreto de potássio

### INTRODUÇÃO

Na maioria dos solos brasileiros, devido à forte atuação do intemperismo, a quantidade de potássio (K) disponível é menor do que a planta necessita para o seu desenvolvimento. Deste modo, a adição em grande quantidade deste elemento é necessária para a maioria das culturas. O problema está relacionado com a sustentabilidade do sistema, pois, no Brasil, cerca de 90% do K consumido é importado, na forma de cloreto de potássio (KCl). Em virtude da pequena produção interna, comparada à grande demanda interna pelo produto, o Brasil situa-se no contexto mundial como grande importador de potássio fertilizante, tendo como

principais fornecedores em 2008, o Canadá (33,15%), a Bielorrússia (28,83%) a Alemanha (13,19%), Israel (11,82%) e a Rússia (10,93%), segundo Oliveira, 2010.

O uso de KCl apresenta tendência de crescimento, diretamente relacionada com o aumento da produção agropecuária brasileira. Em 1988, o Brasil importou 1,3 milhão de toneladas de K<sub>2</sub>O, em 2003 essas importações atingiram 3,1 milhões de toneladas e em 2004 o país importou 4,1 milhões de toneladas (Oliveira, 2006). Observando-se as estatísticas do Comércio Exterior Brasileiro em 2008, nota-se uma pequena queda das importações de potássio fertilizante em relação ao ano anterior, no entanto, com um significativo aumento do custo de importação, que está relacionado ao incremento no preço da tonelada do produto. A quantidade de potássio fertilizante importada em 2008 esteve em torno de 0,17% abaixo da verificada em 2007, com um aumento no valor de importação da ordem de 155,2%. O quadro observado em 2008 mantém a situação do Brasil no contexto mundial como grande importador de potássio fertilizante (Oliveira, 2010). Devido à baixa produção em relação ao consumo há dificuldade em garantir a sustentabilidade no setor. Deste modo, é necessária e fundamental uma ação coordenada no sentido de se buscar fontes alternativas deste nutriente.

No Brasil existem várias rochas silicáticas ricas em minerais que possuem potássio na constituição. Estudos iniciados pela Embrapa Cerrados e Universidade de Brasília evidenciaram o potencial de utilização dessas rochas como fontes alternativas do nutriente às culturas (Nascimento e Loureiro, 2004).

No milho, a competição por nutrientes é influenciada pelo tipo e pela disponibilidade do nutriente, pelo índice de precipitação pluviométrica e pelo uso eficiente dos nutrientes pelas plantas. Deste modo, o cultivo consorciado pode interferir na disponibilidade de nutriente. Porém, Jakelaitis et al. (2005) não verificaram efeito significativo do consórcio com *Brachiaria brizantha* na quantidade de P, K, Ca e Mg nos tecidos foliares do milho. Rocha et al. (2007) avaliando a resposta do consórcio milho com *Brachiaria decumbens*, cv. Basilisk sob diferentes fontes alternativas de adubação potássica e doses, observaram que tanto a fonte quanto a dose de potássio não influenciaram na densidade de plantas, na altura e na produtividade de milho. Isto é justificado pela quantidade de potássio

disponível no solo, considerando, também, que estes resultados foram obtidos no primeiro ano de cultivo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar atributos químicos do solo e a altura e a produtividade de milho em consórcio com *Brachiaria decumbens*, cv. Basilisk utilizando fontes alternativas de adubação potássica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no Campo Experimental de Coronel Pacheco pertencente à Embrapa Gado de Leite, localizado no município de Coronel Pacheco/MG. Foi utilizado um sistema de integração lavoura-pecuária com milho e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk

O solo da área foi preparado com o uso de arado e grade, sendo incorporado o calcário dolomítico na dose de 1.800 kg/ha, corrigido o seu PRNT para 100%, baseado nos resultados de análise do solo, aplicado no primeiro ciclo de cultivo (2006/2007). Neste ciclo de cultivo (2008/2009), o plantio do milho foi feito após o pastejo da área por vacas secas, seguida de dessecação, ocorrida em outubro de 2008. Simulou-se o sistema de plantio direto, com os sulcos para plantio de milho sendo abertos com enxada, no espaçamento de 1 m com uma população de milho de 70.000 plantas/ha. No mesmo dia, a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk foi semeada a lanço, na quantidade de 45 kg/ha de sementes com valor cultural de 70%. Esta quantidade foi utilizada para garantir um bom estabelecimento da braquiária consorciada.

No experimento foram avaliados a influência da fonte e da dose de potássio na altura, na produtividade de silagem do milho, além da avaliação dos atributos químicos do solo na camada de 0 a 20 cm. Nas amostras de solo foram avaliadas o valor de pH e as concentrações de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, de acordo com a metodologia da Embrapa (1999). Os tratamentos constaram da aplicação direta de rochas silicáticas como fontes de potássio, no primeiro ano de consórcio entre milho e *B. decumbens* (2006/2007), em granulometria inferior a 2 mm, tal como se procede no uso agrícola do calcário. Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso em um esquema fatorial 3x4 mais três controles, com 4 repetições. Os tratamentos constaram da combinação entre os fatores: fontes (Biotita Xisto, Brecha Alcalina e Flogopitito) e doses de potássio (0, 100, 200 e 400 kg/ha de K<sub>2</sub>O), além dos tratamentos controle, onde se utilizou o cloreto de potássio nas doses de 200 kg/ha de K<sub>2</sub>O sem adubação de cobertura com potássio (efeito residual), e 100 e 200 kg/ha de K<sub>2</sub>O aplicados em cobertura e a lanço após o plantio das culturas, em novembro de 2008. O cálculo da quantidade aplicada foi baseado no potássio solúvel presente na fonte, sendo de 7,93% de K<sub>2</sub>O no Flogopitito, 3,26% na Biotita, 1,90% na Brecha e 60% no KCl. A área total de cada parcela foi de 40 m<sup>2</sup> e a área útil utilizada para avaliação foi de 24 m<sup>2</sup>. A adubação com fósforo foi realizada no plantio e a de nitrogênio em cobertura. O adubo fosfatado foi adicionado de duas formas, uma no sulco de semeadura (100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) para atender a demanda da cultura

do milho e outra a lanço (50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) para atender à cultura da *B. decumbens*. A adubação de cobertura foi feita com sulfato de amônio, na base de 60 kg/ha de N dividido em duas aplicações iguais, aos 20 e 35 dias após a semeadura do milho.

As avaliações no milho foram realizadas quando este se apresentava no ponto ideal para a ensilagem

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando necessário, foram submetidas ao teste de Skott-Knott (1974).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento do milho e a sua produtividade foram maiores quando a fonte utilizada foi o cloreto de potássio (Tabela 1), diferente do que ocorreu no primeiro e segundo anos de cultivo (Rocha et al. 2007, 2008). Este resultado pode ser devido a nova aplicação de cloreto de potássio, já que as rochas silicáticas não foram aplicadas novamente, pois o objetivo do experimento foi verificar o efeito residual das mesmas.

Quando se avaliou o efeito da dose de K<sub>2</sub>O, independente das fontes de potássio utilizadas, foi verificado que não houve diferença nem no crescimento e nem na produtividade do milho (Tabela 1), o mesmo resultado foi verificado no primeiro ano de cultivo (Rocha et al., 2007). Porém, no segundo cultivo (2007/2008) a dose de potássio influenciou na produtividade (Rocha et al., 2008). A dose de 400 kg/ha de K<sub>2</sub>O pode não ter influenciado no resultado de altura e produtividade, pois o valor de potássio estava no nível crítico (Tabela 2).

A concentração de fósforo foi maior nas parcelas onde foi aplicada a Brecha Alcalina (Tabela 2), porém, para os outros atributos as fontes utilizadas não influenciaram no resultado. Este resultado é corroborado pela composição das rochas, a Brecha possui mais fósforo do que as outras fontes (0,86% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na Brecha e 0,08% no Flogopitito e na Biotita Xisto). Mesmo a utilização de uma fonte mais solúvel de potássio (KCl) não favoreceu o aumento na quantidade de potássio em relação às fontes menos solúveis (Tabela 2).

O valor de pH e as concentrações de potássio, cálcio e magnésio foram maiores nos solos onde foram adicionados 400 kg/ha de K<sub>2</sub>O (Tabela 2), o que confirma que mais elementos químicos são adicionados no solo com o acréscimo na dose da fonte.

## CONCLUSÕES

1. A resposta de milho foi maior quando o cloreto de potássio foi utilizado na adubação.
2. A dose utilizada influenciou nos atributos químicos do solo.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a Fapemig pelas bolsas de iniciação científica.

## REFERÊNCIAS

Embrapa. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999.

- JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A. da; FERREIRA, L.R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. *Acta Scientiarum Agronomy*, 27: 39-46. 2005.
- NASCIMENTO, M.; LOUREIRO, F.E.L. Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas. Rio de Janeiro: CET EM/MCT. 66p. (Série Estudos e Documentos, 61). 2004.
- OLIVEIRA, L.A.M. Potássio. In: Sumário Mineral. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Homepage: [http://www.dnpm.gov.br/mostra\\_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=1006](http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=1006), 2006.
- OLIVEIRA, L.A.M. [Online]. Potássio. In: Sumário Mineral – Departamento Nacional de produção Mineral (DNPM), V. 29, Junho de 2010. <http://www.dnpm.gov.br> (acesso em 10 de maio de 2011).
- ROCHA, W. S. D.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; OLIVEIRA, J. S.; SOUZA SOBRINHO, F.; ALMEIDA, M.; ALVES, D. B.; MIGUEL, P. S. B.; ARAÚJO, J. P. M.; CUNHA, R. A.; LANES, É. C. M.; SOUZA, R. C. V. Rochas silicáticas com fonte de potássio e a produtividade de milho em um sistema de integração agricultura-pecuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DE SOLO. n. 31. 2007, Anais. Gramado/RS. Serrano Centro de Convenções, 2007. 4p.. 1CD.
- ROCHA, W. S. D.; MARTINS, C. E.; SOUZA SOBRINHO, F.; SANTOS, A. M. B.; MIGUEL, P. S. B.; ARAÚJO, J. P. M.; CARVALHO, C. A.; OLIVEIRA, A. V.; DERESZ, F.; SOUZA, R. C. V. Rochas silicáticas como fonte de potássio e a produtividade de milho em um Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO. n. 27. 2008, Anais. Londrina/PR. ABMS, 2008. 4p. 1CD.
- SCOTT, A. J. & KNOTT, M. A. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30: 507-512. 1974.

**Tabela 1.** Altura e produtividade de silagem de milho (PS-M) submetido a diferentes fontes e doses de potássio.

Fonte de K	Altura m	PS-M kg/ha
Biotita Xisto	1,64 b	12.359 b
Brecha Alcalina	1,70 b	12.302 b
Flogopitito	1,63 b	11.938 b
KCl	1,98 a	15.220 a
Dose de K <sub>2</sub> O (kg/ha)		
0	1,77 a	12.627 a
100	1,68 a	12.096 a
200	1,71 a	12.482 a
400	1,79 a	14.614 a
Fonte KCl		
100 * <sup>1</sup>	2,23 a	15.196 a
200 * <sup>2</sup>	1,96 a	15.977 a
200 * <sup>3</sup>	1,79 a	13.729 a

Valores médios seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). \*<sup>1</sup> - adição de 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O antes do plantio da safra 2008/2009. \*<sup>2</sup> - adição de 200 kg/ha de K<sub>2</sub>O antes do plantio da safra 2008/2009. \*<sup>3</sup> - sem adição de potássio (efeito residual do KCl).

**Tabela 2.** Valor de pH e quantidade de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no solo (0 a 20 cm) adubado com diferentes fontes e doses de potássio. Análises realizadas antes da adubação de plantio da safra 2008/2009.

Fonte de K	pH (H <sub>2</sub> O) H <sub>2</sub> O	P mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	Ca cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Mg cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Biotita Xisto	4,91 a	4,8 b	49 a	1,77 a	0,83 a
Brecha Alcalina	5,00 a	8,4 a	66 a	2,00 a	0,93 a
Flogopitito	4,98 a	5,1 b	65 a	1,94 a	0,89 a
KCl	5,01 a	3,4 b	50 a	1,92 a	0,89 a
Dose de K <sub>2</sub> O (kg/ha)					
0	4,88 b	6,5 a	48 b	1,76 b	0,81 b
100	4,99 b	4,1 b	51 b	1,86 b	0,89 b
200	4,91 b	4,6 b	59 b	1,79 b	0,85 b
400	5,13 a	7,1 a	72 a	2,21 a	0,98 a

Valores médios seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).