

# BIOTITA: FONTE DE POTÁSSIO PARA AGRICULTURA

## BIOTITE: POTASSIUM SOURCE FOR AGRICULTURE

Ivaniele Nahas DUARTE<sup>1</sup>; Robson Thiago Xavier de SOUSA<sup>2</sup>;  
Gaspar Henrique KORNDORFER<sup>3</sup>; Patrícia Rezende FONTOURA<sup>4</sup>;  
Rogério Augusto Bremm SOARES<sup>4</sup>

1. Engenheira agrônoma, mestranda em agronomia, Instituto de Ciências Agrárias – ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. [ielenahas@yahoo.com.br](mailto:ielenahas@yahoo.com.br); 2. Engenheiro agrônomo, doutorando em agronomia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 3. Professor, Doutor, ICIAG - UFU, Uberlândia MG, Brasil; 4. Gestor(a) de pesquisa e Gerente corporativo agrícola da Usina Jalles Machado, Goianésia, GO, Brasil.

**RESUMO:** A dependência brasileira de importações, sempre crescente ao longo dos anos, mostra a importância de se realizar pesquisas sobre novas fontes para produção de fertilizantes que contém potássio. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica do mineral biotita, em relação à fonte convencional cloreto de potássio (KCl) na disponibilidade de potássio para as plantas. O experimento foi instalado na casa-de-vegetação da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O solo utilizado foi um Neossolo Quartzarênico Órtico típico, com  $1 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$  de potássio e 12% de argila (arenoso). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso (DBC) em um esquema fatorial de  $5 \times 2 + 1$ , sendo 5 doses (0, 30, 60, 120, 240 e 480  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ), 2 fontes de potássio (KCl e a Biotita), mais um tratamento adicional (testemunha) com 4 repetições, totalizando 44 parcelas. O milho foi colhido 60 dias após a semeadura e foi determinada a matéria seca, os teores de  $\text{K}^+$  na parte aérea do milho e no solo. Foram avaliados também o potássio acumulado na parte aérea do milho e o equivalente em  $\text{K}_2\text{O}$  do KCl. Houve maior incremento do teor acumulado de potássio na parte aérea quando se utilizou a fonte padrão (KCl). Tanto a biotita como o KCl, promoveram aumento da matéria seca do milho com o aumento da dose de  $\text{K}_2\text{O}$  aplicada. O teor máximo de matéria seca foi obtido na dose de 424  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Com relação ao potássio no solo, percebe-se maior efeito residual da biotita em relação ao cloreto de potássio. O índice de eficiência agrônômica da biotita em relação à fonte padrão, cloreto de potássio, foi de 54%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Disponibilidade. Nutrientes. Solo.

## INTRODUÇÃO

Para garantir altas produtividades é importante o uso de fertilizantes e no Brasil mais de 75% dos fertilizantes consumidos no país vem de fora. No caso do potássio, 91% são importados, pois a produção interna satisfaz pouco mais do que 10% da demanda, sendo necessária a importação de grandes volumes a um custo superior a US\$ 600 milhões/ano. Há previsões de que a demanda brasileira de  $\text{K}_2\text{O}$  cresça 50% até 2015, ou seja, um consumo da ordem de 7,0 Mt (NASCIMENTO; LOUREIRO, 2004).

O cloreto de potássio (KCl) é o fertilizante mais utilizado na agricultura brasileira por causa da alta concentração de  $\text{K}_2\text{O}$  que é de 58 a 62 % de  $\text{K}_2\text{O}$ , e devido ao menor custo por unidade de potássio (YAMADA; ROBERTS, 2005).

Porém, a alta dependência de importações, sempre crescente ao longo dos anos, mostra a importância de se desenvolverem estudos intensivos e profundos nas ocorrências de depósitos já conhecidos e de se realizarem pesquisas sobre novas fontes para produção de fertilizantes que contém potássio. No Brasil existem reservas de minerais primários com teores relativamente altos de

potássio, encontradas em quase todas as regiões do país (NASCIMENTO; LOUREIRO, 2004).

Dentre as fontes novas que estão sendo estudadas encontra-se a biotita, que é um mineral do grupo das micas que são os minerais com potássio mais comum nos solos. No processo de intemperismo das micas o  $\text{K}^+$  é liberado e essa liberação é maior nas micas trioctaedrais (biotita) e menor nas dioctaedrais (muscovita), pois, o comprimento da ligação potássio-oxigênio é maior o que faz com que esta ligação das micas trioctaedrais seja mais fraca do que nas micas dioctaedrais (KAMPF et al., 2009).

Para o estudo das adubações com fontes de potássio destaca-se o milho (*Pennisetum americanum*), que é considerado como uma “bomba acumuladora de potássio”, sendo resistentes as pragas e as doenças além de adaptar-se bem ao cerrado brasileiro. É uma cultura que se expande cada vez mais devido ao advento do plantio direto na região do cerrado, se caracteriza por ser uma planta C4, gramínea anual e cuja origem é compartilhada por alguns autores entre África e Índia (BONAMIGO, 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica do mineral biotita, em relação

à fonte convencional cloreto de potássio (KCl) na disponibilidade de potássio para as plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na casa-de-vegetação do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia. O solo utilizado foi um Neossolo Quartzarênico Órtico

típico, cujos atributos químicos e físicos estão expostos na Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso (DBC) em um esquema fatorial de  $5 \times 2 + 1$ , sendo 5 doses (0, 30, 60, 120, 240 e 480 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) 2 fontes de potássio (KCl e a Biotita), mais um tratamento adicional (testemunha) com 4 repetições, totalizando 44 parcelas. A biotita utilizada neste trabalho apresentou a caracterização química descrita na Tabela 3.

**Tabela 1.** Caracterização química da amostra de terra do Neossolo Quartzarênico Órtico típico (RQo).

pH	P meh-1	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+1</sup>	SB	t	T	V	m	M.O.
	-mg dm <sup>-3</sup> -	----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							-- % --		g kg <sup>-1</sup>
5,0	5,3	6	3	1	1	5	11	43	11	57	17

Pmeh<sup>-1</sup> e K - Extrator Mehlich (HCl 0,05 N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N); Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; t - CTC efetiva; T - CTC potencial (a pH 7,0); V - saturação por bases; m - saturação por alumínio (Embrapa, 1999).

**Tabela 2.** Caracterização física do Neossolo Quartzarênico Órtico típico (RQo)\*.

Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
----- g. kg <sup>-1</sup> -----			
650	230	0	120

\*Análise textural pelo Método da Pipeta (EMBRAPA, 1997).

**Tabela 3.** Caracterização química\* da biotita.

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Zn	Co
----- dag kg <sup>-1</sup> -----										
49,87	10,25	10,39	17,48	3,76	0,61	4,95	0,04	0,15	0,04	0,01

\*Determinação em ICP-AES, Embrapa Cerrados, Resende et al, (2006).

Cada parcela experimental consistiu de 5 kg de terra fina seca ao ar (TFSA) que foi colocada em vasos plásticos. A TFSA foi umedecida com água destilada até próximo a 70 % do volume total de poros para que pudesse ocorrer a reação dos produtos. Ao solo foram adicionados 700 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (77 kg ha<sup>-1</sup> de N + 378 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 400 kg ha<sup>-1</sup> de uréia (180 kg ha<sup>-1</sup> de N), 100 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12, 400 kg ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola e 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de silicato de Ca e Mg, visando atender as necessidades nutricionais do milho (*Pennisetum americanum*).

O experimento foi instalado no dia 10 de agosto de 2010, onde foram semeadas 30 sementes de milho por vaso e 14 dias após a semeadura foi realizado um desbaste deixando 6 plantas por parcela. O milho foi colhido 60 dias após a semeadura e a parte aérea das plantas foram secas em estufa, à 65° C, até peso constante para obtenção da massa seca.

As folhas, depois de secas, foram moídas para análise dos teores de K<sup>+</sup> na parte aérea, determinado segundo metodologia descrita pela Embrapa (1999). Além disso, foi calculado o potássio acumulado na parte aérea do milho através da produção de massa seca (g vaso<sup>-1</sup>) e a concentração foliar de K<sup>+</sup> (g kg<sup>-1</sup>). Outra variável analisada foi o equivalente em KCl (Equação 1). Após o corte da matéria fresca, também foram coletadas amostras de solo dos vasos com auxílio de um mini trado e foi quantificado o teor de K<sup>+</sup> (potássio trocável) segundo metodologia descrita pela Embrapa (1999).

Os resultados obtidos, tanto de solo quanto da parte aérea do milho, foram submetidos a análises de variância, com a aplicação do programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2009). Quando o Teste F foi significativo, os tratamentos quantitativos foram submetidos à análise de regressão, empregando-se o mesmo programa estatístico.

**Equação 1.** Cálculo do Equivalente K<sub>2</sub>O do Cloreto de Potássio

$$\text{Eq.KCl (\%)} = \frac{\sum [(Xf30 - X_t) + (Xf60 - X_t) + \dots + (Xfn - X_t)]}{\sum [(XK30 - X_t) + (XK60 - X_t) + \dots + (XK480 - X_t)]} \times 100$$

Onde:

**Xf30** = Teor de K na parte aérea do milho quando aplicou Biotita – dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O

**Xf60** = Teor de K na parte aérea do milho quando aplicou Biotita – dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O

**Xfn** = Teor de K na parte aérea do milho quando aplicou Biotita – última dose de K<sub>2</sub>O utilizada

**XK30** = Teor de K na parte aérea do milho quando aplicou KCl – dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O

**XK60** = Teor de K na parte aérea do milho quando aplicou KCl – dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O

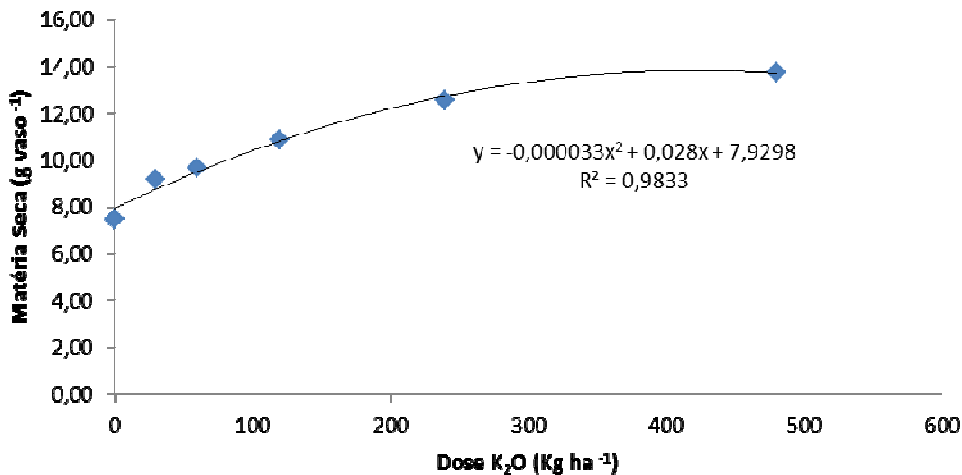
**XKn** = Teor de K na parte aérea do milho quando aplicou KCl – última dose de K<sub>2</sub>O utilizada

**Xt** = Teor de K na parte aérea do milho quando não aplicou fonte de potássio (testemunha).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Houve incremento na matéria seca da parte aérea do milho apresentando um ajuste quadrático ( $y = -0,000033x^2 + 0,028x + 7,9298$ ) em função das doses de K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>) independente da fonte de potássio utilizada, ou seja, tanto aplicação de KCl

quanto a aplicação do mineral biotita proporcionaram aumento da produção de matéria seca da parte aérea do milho com o aumento da dose de potássio aplicada, sendo que a produção máxima de matéria seca (13,86 g vaso<sup>-1</sup>) foi obtida na dose de 424 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 1).



**Figura 1.** Produção de matéria seca do milho após o primeiro cultivo, em função de doses e fontes de potássio aplicadas num solo contendo 12% argila.

Filho et al. (2006), também verificou incremento na proporção de matéria seca do arroz quando se utilizou rochas silicática potássica. As fontes que disponibilizaram mais potássio para o solo, em relação à fonte tradicional, foram às rochas ultramáfica alcalina e brecha alcalina, no cultivo do arroz em terras altas. Porém segundo Resende et al. (2006), avaliando o uso potencial agrônomico de três rochas silicáticas potássicas para a cultura do milho, com relação ao incremento de matéria seca, não houve muita variação em resposta às doses e fontes de potássio, possivelmente porque muitos consideram que a reserva original de potássio em solos do Cerrado, mesmo considerada baixa para fins agrônomicos, pode ser suficiente para atender a demanda nutricional das plantas no primeiro cultivo,

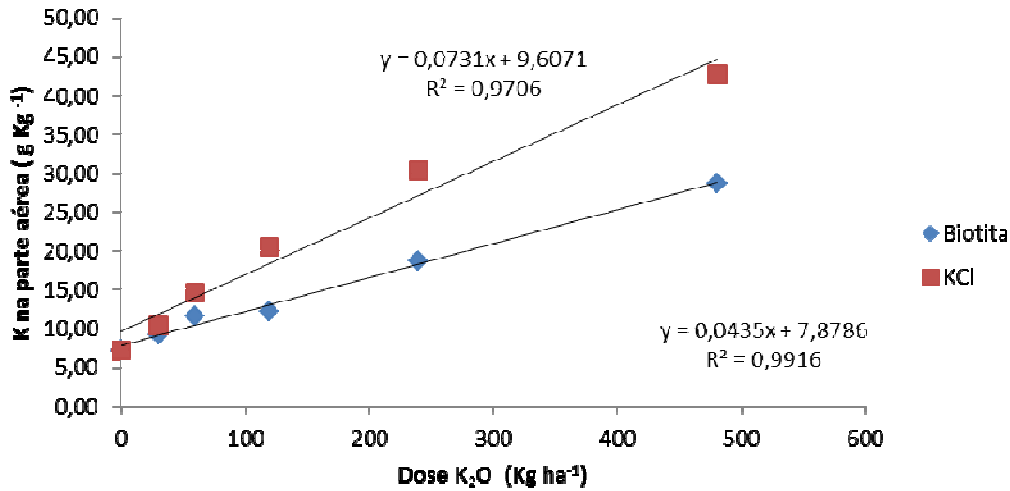
mascarando assim as respostas do fornecimento do nutriente.

Em um trabalho realizado por Sobral et al. (2006), no qual um dos parâmetros avaliados foi o incremento de matéria seca em virtude da liberação de potássio de diferentes rochas, flogopitito, ultramáfica e brecha para a cultura da soja e do milho, percebeu que não houve efeito das rochas na matéria seca da soja em sua parte aérea, tendo sido observado efeito na matéria seca das raízes, o qual pode estar associado ao teor de cálcio nas rochas.

De acordo com a Figura 2, observa-se diferença significativa para o teor de potássio na parte aérea do milho em função das fontes de potássio utilizadas no plantio dessa cultura, ajustando um modelo linear. Apesar do aumento da

disponibilidade de potássio com o incremento das doses da biotita a liberação do nutriente proveniente desse mineral em relação à fonte convencional (KCl) foi inferior. A aplicação de cloreto de potássio resultou num incremento de 73 mg de

potássio para cada kg de  $K_2O$  aplicado no solo e quando utilizou-se a biotita esse incremento foi de  $43 \text{ mg kg}^{-1}$  para cada kg de  $K_2O$  aplicado no solo. Isso ocorre, pois esse mineral é pouco solúvel não havendo liberação total do potássio a curto prazo.

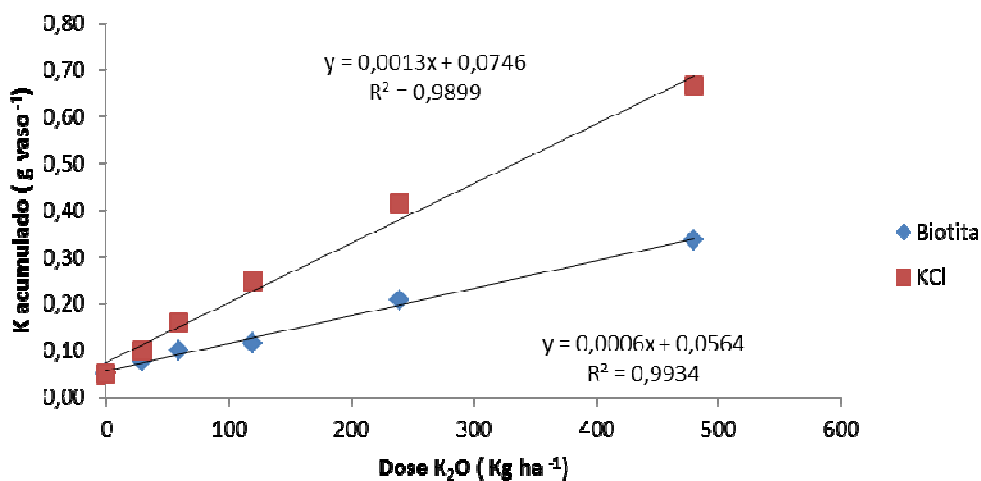


**Figura 2.** Teor de K na parte aérea do milho após o primeiro cultivo, em função de doses e fontes de potássio aplicadas num solo contendo 12% argila.

Segundo Resende et al. (2006) a possibilidade de utilização direta da maioria das rochas que contém na sua composição o potássio foi descartada devido à baixa disponibilização deste nutriente às plantas sendo necessários tratamentos químicos ou térmicos para aumentar a solubilidade das rochas.

Na Figura 3 observa-se que à medida que aumenta as doses de  $K_2O$  aumenta o potássio

acumulado pela parte aérea das plantas de milho, ocorrendo um incremento de  $1,3 \text{ mg vaso}^{-1}$  e  $0,6 \text{ mg vaso}^{-1}$  para cada 1 kg de  $K_2O$  aplicado utilizando o cloreto de potássio e a biotita, respectivamente. Esse maior acúmulo de potássio na parte aérea do KCl em relação à biotita pode ser explicado pela maior solubilidade do KCl, possibilitando maior absorção de potássio pela planta de milho.



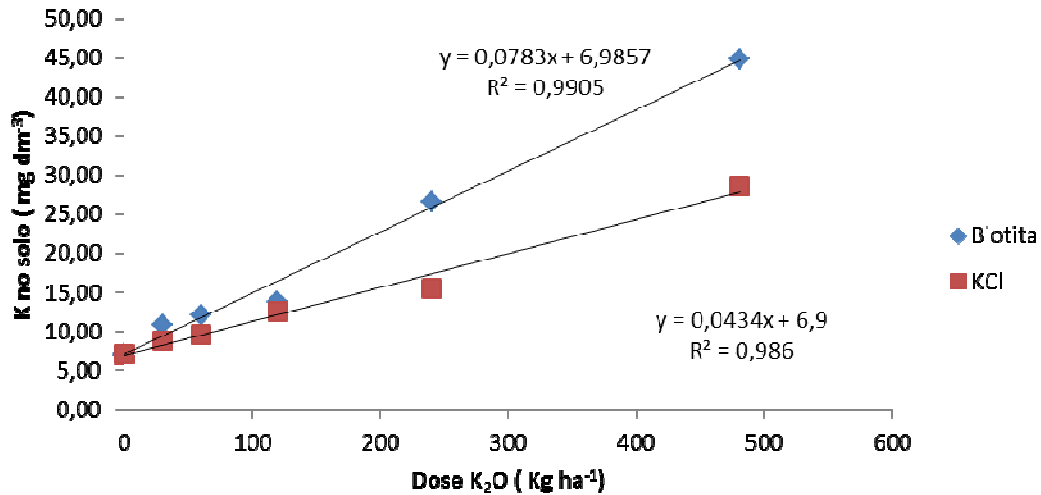
**Figura 3.** Teor de K acumulado pela parte aérea do milho após o primeiro cultivo, em função de doses e fontes de potássio aplicadas num solo contendo 12% argila.

À medida que aumenta as dose  $K_2O$  aumenta o teor de potássio no solo (Figura 4). Além disso, após o cultivo do milho o teor de potássio no solo quando aplicou a biotita foi maior do que

quando aplicou o cloreto de potássio (KCl). Este resultados demonstram o maior efeito residual da biotita em relação ao KCl. Isso ocorre, pois aquele mineral possui menor solubilidade que o KCl e por

isso não libera todo o potássio presente nele no primeiro cultivo, ou seja, aos 60 dias após sua aplicação. Esses dados estão de acordo com Martins

et al., 2004 que estudaram o intemperismo das micas e verificaram que a biotita apresenta cinética de dissolução moderada.



**Figura 4.** Teores de K no solo (Mehlich 1) após o primeiro cultivo do milho, em função de doses e fontes de potássio aplicadas num solo contendo 12% argila.

O cálculo do Equivalente K<sub>2</sub>O do Cloreto de Potássio ou eficiência relativa das fontes foi calculado com base na proporção de potássio acumulado na parte aérea e tendo o cloreto de potássio (KCl) como fonte referência. De acordo a equação 1 verifica-se que a eficiência da biotita em relação ao KCl foi de 54% , ou seja, quando se aplica 100 kg do mineral biotita corresponde a aplicação de 54 kg do fertilizante cloreto de potássio. Portanto, a biotita não poderia substituir totalmente a fonte padrão se aplicada isoladamente.

Contudo, a averiguação de índices de eficiência, oriundos de dados de primeiro cultivo e da quantidade de nutrientes na matéria seca da planta, não irão necessariamente representar o valor agrônomo correto das fontes. Segundo Resende et al. (2005) é importante também realizar avaliações de médio a longo prazo, no decorrer de vários cultivos, em condições de campo. Isso possibilita alcançar resultados satisfatórios e consistentes sob a eficiência agrônoma de fontes de solubilidade baixa.

## CONCLUSÕES

Houve maior incremento do teor acumulado de potássio na parte aérea do milho quando se utilizou a fonte padrão (KCl). Tanto a biotita como o KCl, promoveram aumento da matéria seca do milho com o aumento da dose de K<sub>2</sub>O aplicada. O teor máximo de matéria seca foi obtido na dose de 424 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Com relação ao potássio no solo, percebe-se maior efeito residual da biotita em relação ao cloreto de potássio.

O índice de eficiência agrônoma da biotita em relação à fonte padrão, cloreto de potássio, foi de 54%.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e à Usina Jalles Machado, Goianésia (GO)

**ABSTRACT:** Brazil's dependence on increasing importation through the years, demonstrates the importance of research about new sources of potassium containing fertilizers. This study evaluated the agronomic efficacy of a biotite source, in relation to the conventional potassium chloride (KCl) on potassium availability for plants. The experiment was done in a greenhouse at the Universidade Federal de Uberlândia (UFU). The soil used was Ustoxic Quartzipsamment, containing 1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> K (potassium) and 12% clay (sandy). The experimental design was randomized blocks, as a 5 X 2 + 1 factorial, containing 5 doses ( 0, 30, 60, 120, 240 and 480 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O), 2 potassium sources (KCl and Biotite), and an additional treatment (control), with 4 repetitions. Millet was harvested 60 days after sowing and dry matter, K<sup>+</sup> contents in above ground millet matter and soil were determined; accumulated K in millet above ground matter and its equivalent K<sub>2</sub>O in KCl were estimated. Greater increase in above ground matter accumulated K was observed when the standard source (KCl) was used. Both the biotite as KCl, promoted increased dry matter of millet with increasing dose of K<sub>2</sub>O applied. The

maximum dry matter was obtained at the dose of 424 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. In soil, a residual effect of biotite was observed in relation to potassium chloride. Biotite's agronomic efficacy index in relation to the standard source (potassium chloride) was 54%.

**KEYWORDS:** Availability. Nutrients. Soil.

---

## REFERÊNCIAS

- BONAMIGO, L. A. A cultura do milho no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Planaltina. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados. 1999. p. 31-65.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa de solos (Rio de Janeiro- RJ). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2 ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, 1999, 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1997. 212 p.
- FILHO, M. P. B., FAGERIA, N. K., SANTOS, D. F., COUTO, P. A. Aplicação de rochas silicáticas como fontes alternativas de potássio para a cultura do arroz de terras altas. **Espaço & Geografia**, Brasília, v.9, n. 1, p. 63-84, 2006.
- KAMPF, N.; CURI, N.; MARQUES, J. J. Intemperismo e ocorrência de minerais no ambiente do solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F.; **Química e mineralogia do solo**. Parte I- Conceitos básicos. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Viçosa-MG, 2009.
- MARTINS, J. C.; MARTINS, E. S.; REATTO, A. (2004). Revisão sobre intemperismo de micas. Planaltina, DF: Cerrados, **Série Documentos**, 164:1-42.
- NASCIMENTO, M.; LOUREIRO, F. E. L. **Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2004. 66 p. (Série Estudos e Documentos n. 61).
- RESENDE, A. V.; MACHADO, C. T. T.; MARTINS, E. S.; SOBRINHO, D. A. S.; NASCIMENTO, M. T.; FALEIRO, A. S. G.; LINHARES, N. W.; SOUZA, A. L. & CORAZZA, E. J. Potencial de rochas silicáticas no fornecimento de potássio para culturas anuais: I Respostas da soja e do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2005, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE/SBCS, 2005 (CD-ROM).
- RESENDE, A. V.; MACHADO, C. T. T.; MARTINS, E. S.; NASCIMENTO, M. T.; SENA, M. C.; SILVA, L. C. R.; LINHARES, N. W. Rochas moídas como fonte de potássio para o milho em solo de cerrado. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa cerrados**, 162. Planaltina – DF, 20p. 2006.
- SILVA, F. DE A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SOBRAL, L. F. JUNIOR; R. C. F. VIANA, D. R.; MARTINS, E. S. Liberação de K pelo flogopitito, ultramáfica e brecha em um Latossolo amarelo dos tabuleiros costeiros. **Espaço & Geografia**, Brasília, v. 9, n. 1, p. 117-133, 2006.
- YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. **Potássio na Agricultura Brasileira**. Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, Piracicaba-SP, 2005. 84p.