

FONTES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

J. C. GARCIA¹
J. E. B. BONETI²
C. A. M. AZANIA³
L. R. BELUCI⁴
R. VITORINO⁵

RESUMO

Avaliaram-se os efeitos da adubação organomineral comparada à adubação mineral na diminuição da lixiviação de potássio. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 5 repetições. As unidades experimentais foram constituídas por colunas de PVC, com 40 cm de profundidade, preenchidos com Neossolo Quartzarênico, expostas as condições ambientais, em área localizada no Centro de Cana do IAC/APTA, município de Ribeirão Preto – SP. Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de adubação potássica (mineral e organomineral) nas doses de 50, 100, 200 e 400 kg.ha⁻¹ de K₂O para cada uma das fontes. O processo de lixiviação de potássio foi menor quando se utilizou como fonte o adubo organomineral comparado ao mineral para altas doses de aplicação.

Palavras chave: Fertilizante mineral. Fertilizante organomineral.

ABSTRACT

It was evaluated the effects of the organomineral fertilizer compared to mineral fertilizer in reducing the leaching of potassium. The trial was conducted in a completely randomized design with 5 treatments and 8 replications. The experimental unit consisted of columns of PVC tubes with 40 cm deep, filled with Quartzipsament exposed environmental conditions, in an area located in the Sugarcane IAC / APTA, Ribeirão Preto, Brazil. The treatments consisted of two sources of potassium fertilizer (mineral and organic-mineral) in doses of 50, 100, 200 and 400 kg.ha⁻¹ K₂O for each source. The process of leaching of potassium was lower when using as a source the organic mineral fertilizer compared to mineral fertilizer at high application rates.

Keywords: Potassium. Leaching organomineral.

¹ Pesquisador Científico - Centro de Cana – IAC

² Graduando: Fundação Educacional de Ituverava – Fafram

³ Pesquisador Científico - Centro de Cana – IAC

⁴ Unesp – Jaboticabal

⁵ Engenheiro Agrônomo – Bolsista Treinamento Técnico Fundag.

INTRODUÇÃO

O potássio é classificado como macronutriente essencial para as plantas. Entretanto, alguns fatores podem diminuir sua disponibilidade, como a baixa concentração nos solos, a falta de reposição por meio de programas de adubação e o manejo inadequado das adubações realizadas, podendo levar a indisponibilidade para as plantas pelo processo de lixiviação.

As perdas de potássio por lixiviação são mais expressivas em solos com baixa capacidade de troca de cátions, muito comum nos Neossolos Quartzarênicos. Em solos da região de cerrados do Brasil, estas perdas variam de 37 a 48% do total do aplicado (ASSOCIAÇÃO brasileira para pesquisa da Potassa e Fosfato, 1990).

Os atributos químicos que mais afetam a lixiviação são a capacidade de troca de cátions (CTC) e o pH, sendo que solos com alta CTC apresentam maior capacidade de adsorção dos cátions, tornando-se menos suscetíveis à lixiviação.

Com o aumento do pH, a CTC do solo se eleva e, conseqüentemente, os cátions disporão de maior número de cargas para adsorção (SANTOS *et al.*, 2002).

O cloreto de potássio, por ser o adubo mineral mais utilizado como fonte de K e por possuir alta solubilidade no solo, agrava ainda mais a ocorrência do fator lixiviação de potássio nos solos do Brasil (SANZONOWICZ & MIELNICZUC, 1985).

Em um estudo conduzido por Rosolem *et al.* (2006) referente à dinâmica de potássio no solo, verificou-se um aumento na lixiviação de K no perfil de um solo de textura média quando foram aplicadas doses acima de 80 kg ha⁻¹ de K₂O por ano, independentemente do modo de aplicação do fertilizante.

Werle, Garcia e Rosolem (2008), avaliando a lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo, resultante da adubação de soja que vinha sendo adubada com 0, 60, 120 e 180 kg/ha de K₂O, verificaram que a movimentação de K no perfil do solo obteve boa correlação com o teor inicial de K no solo remanescente das adubações anteriores, para os dois tipos de solos estudados, textura média e argilosa.

Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico.	GARCIA, J.C. et. al.
---	----------------------

Sampaio *et al.* (2010), estudando a dinâmica da lixiviação de íons em colunas de solo deformado e indeformado, em solo proveniente de área fertirrigada com água residuária da suinocultura diluída em 0%, 25%, 50% e 75%, observaram que o nitrato apresentou maior mobilidade no perfil do solo, seguido pela concentração de sais totais e do potássio.

Uma forma de minimizar os efeitos da lixiviação do elemento K no solo seria a sua quelatização com componentes químicos, onerando de forma significativa o custo do insumo, ou uma associação com a matéria orgânica, devido à grande CTC dos radicais carboxílicos presentes no material orgânico.

As características físicas que a aplicação da matéria orgânica promove no meio são: densidade, que sofre redução pela incorporação de material orgânico de baixa densidade, caracterizando, assim, um efeito direto, ou por promover uma melhor estruturação, deixando o solo mais solto (efeito indireto); retenção de água, facilitada pela capacidade de absorção dos materiais orgânicos e, como já citado pela melhoria da estruturação, que são resultados da agregação de partículas de areia, silte e argila pela matéria orgânica que atua como agente cimentante (ALVES, 1997).

O material orgânico aplicado ou existente no solo também pode provocar modificações em suas propriedades químicas, como o fornecimento de nutrientes, correção da toxidez, pH, CTC e teor de húmus, entre outros (KIEHL, 1985).

Sendo assim, a utilização de práticas que proporcionam a manutenção de matéria orgânica no solo acaba por contribuir para menor mobilização dela, melhorar sua atividade biológica, manutenção de íons em solução, capacidade de retenção de nutrientes e água (RESCK, 1998), contribuindo positivamente para um melhor crescimento e desenvolvimento das plantas.

Uma excelente prática de manejo que poderia auxiliar a diminuição da lixiviação de potássio, principalmente em solos de baixa CTC, seria associar os benefícios da adubação mineral, devido à alta solubilidade dos nutrientes aos benefícios da matéria orgânica, pela melhoria das características físico-químicas do solo, por meio da adubação organomineral.

Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico.	GARCIA, J.C. et. al.
---	----------------------

1. OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da adubação organomineral comparada à adubação mineral na diminuição da lixiviação de potássio em Neossolo Quartzarênico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em área localizada no Centro de Cana do IAC/APTA, município de Ribeirão Preto – SP, localizado a 21°10'40" de latitude sul e 47°48'36" de longitude oeste. O clima é tropical, tipo Aw, segundo Köppen, com altitude de 531m.

As unidades experimentais foram constituídas por colunas de PVC, com 40 cm de profundidade, preenchidas com solo caracterizado como Neossolo Quartzarênico, em bancadas ao ar livre, a correção do solo foi realizada conforme recomendação de Berton, 1996, baseada na análise de solo, Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo utilizado no ensaio.

pH	M.O	P	K	H + Al	Al	Ca	Mg	SB	CTC	V	Argila	Silte	Areia
CaCl ₂	g.dm ³	mg.dm ⁻³mmol _c .dm ⁻³%.....					
5,2	6	12	0,8	22	2	10	2	12,8	34,8	37	12,9	1,6	85,5

Fonte: DMLab, Laboratório de análise de solo, 2012.

Foram aplicadas duas fontes de potássio, mineral e organomineral. O adubo organomineral utilizado no experimento apresenta as seguintes garantias: 30% de K₂O em água, 10% de umidade máxima, 8% de carbono orgânico e CTC 80 mm.dm⁻³, de acordo com o fabricante. Em relação ao adubo mineral empregado, foi utilizado o Cloreto de Potássio, com 58% de K₂O.

As doses de K₂O foram calibradas de acordo com o teor de potássio contido na fonte mineral e organomineral, de forma a atingir 50, 100, 200 e 400 kg.ha⁻¹ de K₂O.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 5 repetições, assim constituídos: Tratamento 1: Fonte mineral (50 kg.ha⁻¹);

Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico.	GARCIA, J.C. et. al.
---	----------------------

Tratamento 2: Fonte mineral (100 kg.ha⁻¹); Tratamento 3: Fonte mineral (200 kg.ha⁻¹); Tratamento 4: Fonte mineral (400 kg.ha⁻¹); Tratamento 5: Fonte organomineral (50 kg.ha⁻¹); Tratamento 6: Fonte organomineral (100 kg.ha⁻¹); Tratamento 7: Fonte organomineral (200 kg.ha⁻¹) e Tratamento 8: Fonte organomineral (400 kg.ha⁻¹).

No fundo das colunas, foram fixadas telas de *nylon* com malha de 1mm para evitar perdas de solo, compactadas a ponto de ser estabelecida uma densidade próxima às condições naturais desse solo, por meio de pesagens, atingindo densidade 1,2.

As colunas foram acondicionadas em bancadas ao ar livre, expostas às condições ambientais, sujeitas às condições edafoclimáticas da região, cujos índices pluviométricos médios e temperaturas diárias encontram-se nas figuras 1 e 2.

As precipitações totais de cada mês e a temperatura média mensal durante o período de condução de ensaio encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Precipitação total e temperatura média mensal correspondente ao período de condução do ensaio.

Período	Precipitação Total (mm)	Tº med (°C)
21-31dez12	38,5	26,14
01-31jan2013	292	24,38
01-28fev2013	205,2	24,67
01-31mar2013	161,6	23,75
01-12abr2013	38	22,75
Total	735,3	24,34

Fonte: Ciagro – IAC.

Figura 1. Precipitação diária.

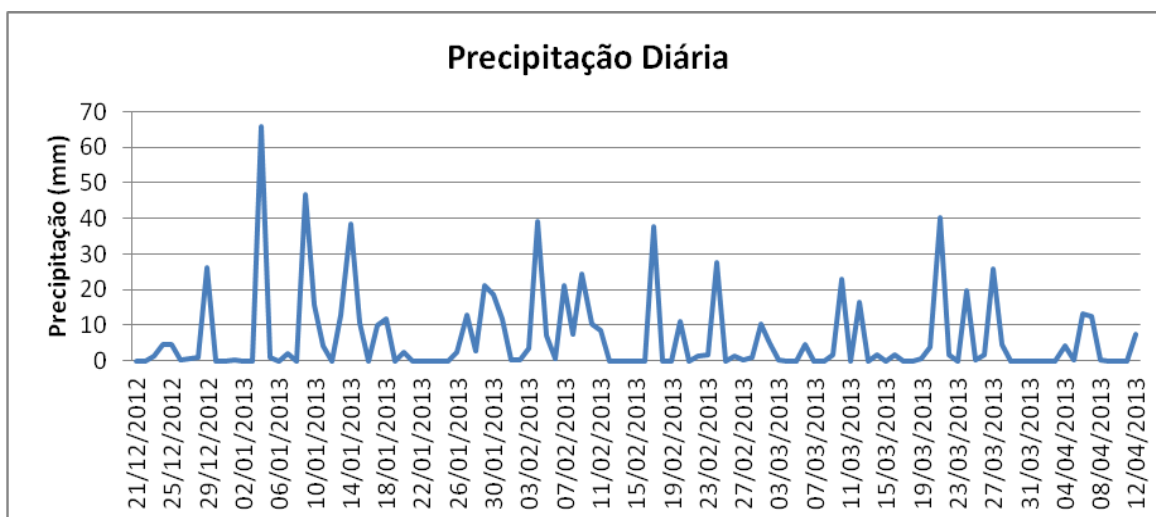
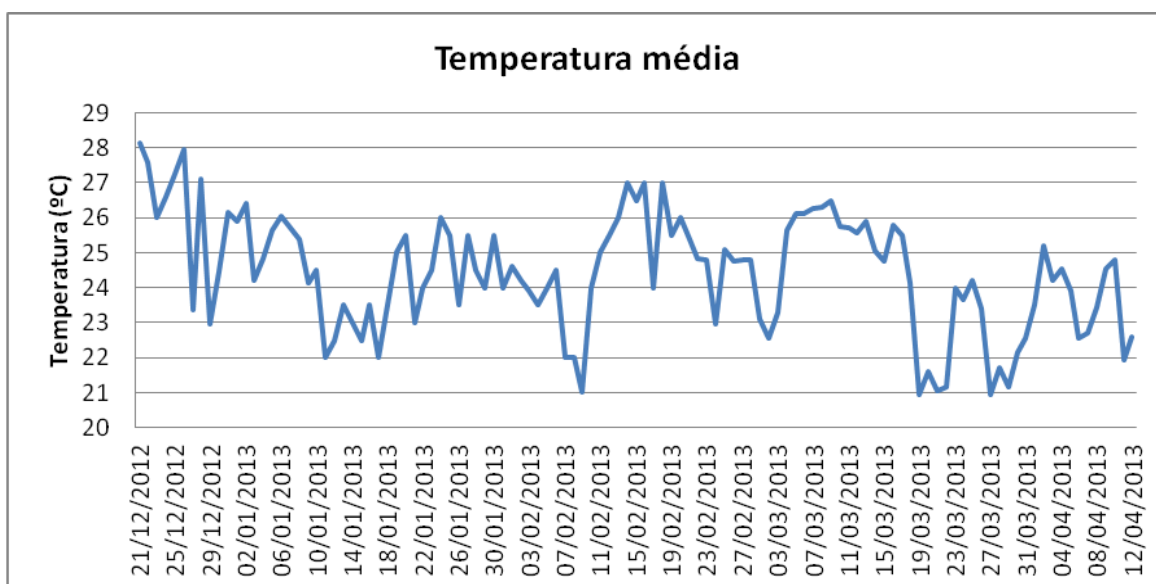


Figura 2. Temperatura média diária



2.1 Parâmetros avaliados

Por ocasião da avaliação final do ensaio, com duração de 112 dias, foram coletadas amostras de solo em cada uma das colunas, nas profundidades de 0-20 e 20-40cm, para a determinação do K trocável, a fim de verificar o deslocamento do íon K ao longo do perfil do solo.

Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico.	GARCIA, J.C. et. al.
---	----------------------

A determinação do potássio do solo foi por espectrofotometria de absorção atômica.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise de variância pelo teste F foi utilizada para avaliar o efeito dos tratamentos sobre as variáveis analisadas e, posteriormente, para comparação das médias dos tratamentos, utilizaram-se análises de regressão e teste de Scoot-knott no nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A mobilidade do potássio está diretamente relacionada à disponibilidade de água, por permanecer na solução do solo e ser carregado ao longo do perfil do solo.

Sendo assim, na Tabela 1, bem como nas Figuras 1 e 2, pode-se observar o regime hídrico e temperaturas no período de condução do ensaio, contribuindo juntamente com outros fatores, no processo de lixiviação de potássio.

O resumo da análise de variância relacionado aos teores de potássio na profundidade de 0-20 cm pode ser analisado na Tabela 3 e os valores médios na Tabela 4.

Tabela 3. Análise de variância para teores de potássio na profundidade de 0-20 cm.

FV	GL	SQ	QM	Fc
----	----	----	----	----

Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico.				GARCIA, J.C. et. al.
Fonte	1	14,9206	14,9206	17,257**
Dose	3	173,178	57,7260	66,766**
Fonte*Dose	3	9,9693	3,3231	3,844**
Erro	32	27,6671	0,8645	
Total Corrigido	39	225,7352		
CV (%)	20.38			
Média Geral	4.56			

** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, podemos observar que houve efeito de fontes, dose e interação entre fonte vs dose na concentração de potássio trocável na profundidade de 0-20 cm.

Analisando os valores médios para o desdobramento da interação fonte vs dose para teores de potássio na profundidade de 0-20 cm, observa-se que nas menores dosagens (50 e 100 kg. ha⁻¹ de K₂O) não houve efeito de fontes para cada uma das doses avaliadas.

Entretanto, ao observamos as maiores doses (200 e 400 kg. ha⁻¹ de K₂O), constata-se uma maior concentração de potássio na solução do solo da fonte mineral em relação à organomineral, na profundidade avaliada.

Pode-se observar pelos valores expressos na Figura 3 uma tendência de maiores valores de potássio no solo na camada de 0-20 cm ao utilizar a fonte mineral comparada à organomineral e a medida que se aplicam maiores doses de potássio, essa diferença tende a aumentar.

A fonte mineral possui alta solubilização, tornando o nutriente prontamente disponível, ao passo que na fonte organomineral, devido à dissociação do hidrogênio, podendo liberar cargas negativas no húmus KIEHL (1985), o cátion retido pode ser o potássio, tornando-o menos disponível para a solução do solo.

De acordo com o mesmo autor, a CTC da matéria orgânica tem sua origem nas cargas negativas oriundas dos grupos carboxílicos e fenólicos; tais grupos apresentam um átomo de hidrogênio dissociável ligado ao oxigênio; a

Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico.	GARCIA, J.C. et. al.
---	----------------------

dissociação do hidrogênio libera cargas negativas no húmus, as quais podem ser ocupadas por outros cátions como o cálcio, magnésio e potássio. O grau de dissociação depende do pH do meio.

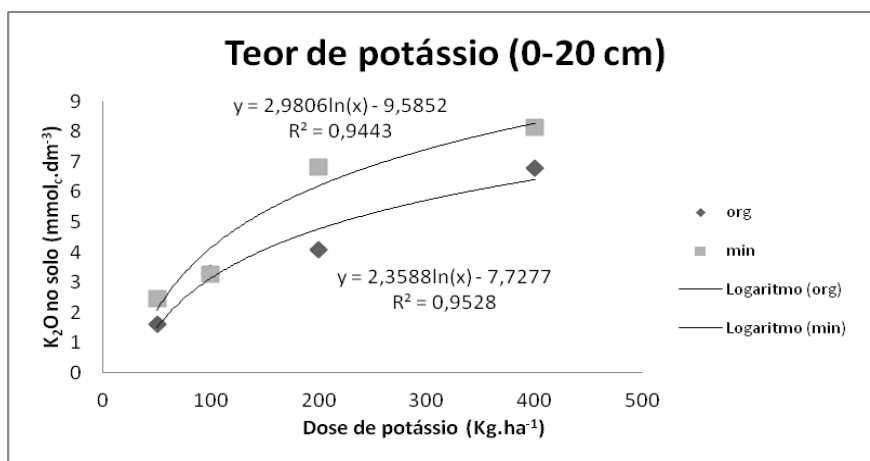
Sendo assim, devido às características de proteção dada pelo revestimento da matéria orgânica aos grânulos do cloreto, pode-se inferir que o potássio proveniente da fonte organomineral torna-se menos solúvel e, conseqüentemente, com menores concentrações na solução do solo, principalmente em maiores doses (Tabela 4), podendo contribuir para a diminuição no processo de lixiviação do elemento no solo.

Tabela 4. Valores médios para o desdobramento da interação fonte vs dose para teores de potássio na profundidade de 0-20 cm.

Fonte	50 Kg.ha ⁻¹ de K ₂ O	100 Kg.ha ⁻¹ de K ₂ O	200 Kg.ha ⁻¹ de K ₂ O	400 Kg.ha ⁻¹ de K ₂ O
mmol _c .dm ⁻³			
Organomineral	1.614 a	3.304 a	4.090 b	6.802 b
Mineral	2.442 a	3.284 a	6.820 a	8.150 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Figura 3. Teor de K₂O no solo na camada de 0-20 cm em função de doses e fonte de potássio.



O resumo da análise de variância e valores médios dos tratamentos relacionados aos teores de potássio na profundidade de 20-40 cm podem ser analisados nas Tabelas 5, 6 e 7 respectivamente.

Tabela 5. Análise de variância para teores de potássio na profundidade de 20-40 cm.

FV	GL	SQ	QM	Fc
Fonte	1	0,2371	0,2371	4,030*
Dose	3	0,5428	0,1809	3,074**
Fonte*Dose	3	0,3348	0,1116	1,897*
Erro	32	1,8832	0,0588	
Total Corrigido	39	2,9981		
CV%	25,71			
Média Geral	0.9435			

** e * significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Pode-se observar que houve efeito de fontes, dose e interação entre fonte vs dose na concentração de potássio trocável na profundidade de 20-40 cm.

Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico.	GARCIA, J.C. et. al.
---	----------------------

Tabela 6. Valores médios para teores de potássio na profundidade de 20-40 cm, em relação às fontes empregadas.

Fonte	Teor de K ₂ O (mmolc.dm ⁻³)
Organomineral	0,8665 b
Mineral	1,0205 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Observa-se, pelos dados expostos na Tabela 6, referente aos teores de potássio em subsuperfície, que a fonte organomineral proporcionou menores valores, sinalizando menor caminhamento do elemento ao longo do perfil do solo.

Ao analisarmos os dados da Tabela 7, podemos observar que na maior dose empregada na adubação (400 kg. ha⁻¹ de K₂O), a fonte organomineral foi a que proporcionou menor concentração de K₂O na profundidade de 20-40 cm quando comparada à adubação mineral, indicando menor lixiviação do potássio.

Entretanto, Rosolem *et al.* (2006) observou aumento do caminhamento do potássio com doses menores, ao analisar a dinâmica de potássio no solo, e se verificou aumento na lixiviação de K no perfil de um solo de textura média quando foram aplicadas doses a partir de 80 kg ha⁻¹ de K₂O por ano, independentemente do modo de aplicação do fertilizante.

Na Figura 4, observa-se pequena variação no teor de potássio na camada 20-40 quando a fonte empregada na adubação foi a organomineral, ao passo que a fonte mineral cresceu linearmente ao se empregar altas doses de K₂O, mostrando maior caminhamento do potássio para a subsuperfície do solo.

O cloreto de potássio, por ser o adubo mineral mais utilizado como fonte de K e por possuir alta solubilidade no solo, agrava ainda mais a ocorrência do fator lixiviação de potássio nos solos do Brasil (Sanzonowicz & Mielniczuc, 1985).

Uma forma de minimizar os efeitos da lixiviação do K no solo é a associação do adubo mineral com a matéria orgânica, devido à grande CTC dos radicais carboxílicos presentes no material orgânico. Isto foi observado no

Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico.	GARCIA, J.C. et. al.
---	----------------------

presente estudo, evidenciado pela menor concentração de potássio organomineral em subsuperfície comparado à fonte mineral em aplicação de maiores doses de potássio no solo.

Vale ressaltar que o solo utilizado no presente estudo caracteriza-se como Neossolo quartzarênico, que apresenta baixa CTC, estando de acordo com Santos *et al.*(2002) ao afirmar que os atributos químicos que mais afetam a lixiviação são a capacidade de troca de cátions (CTC) e o pH, ou seja, quanto menor a CTC de um solo, maior a lixiviação de íons, contribuindo para aumento desses elementos nas camadas subsuperficiais dos solos, principalmente quando se aumenta a dose aplicada nas adubações.

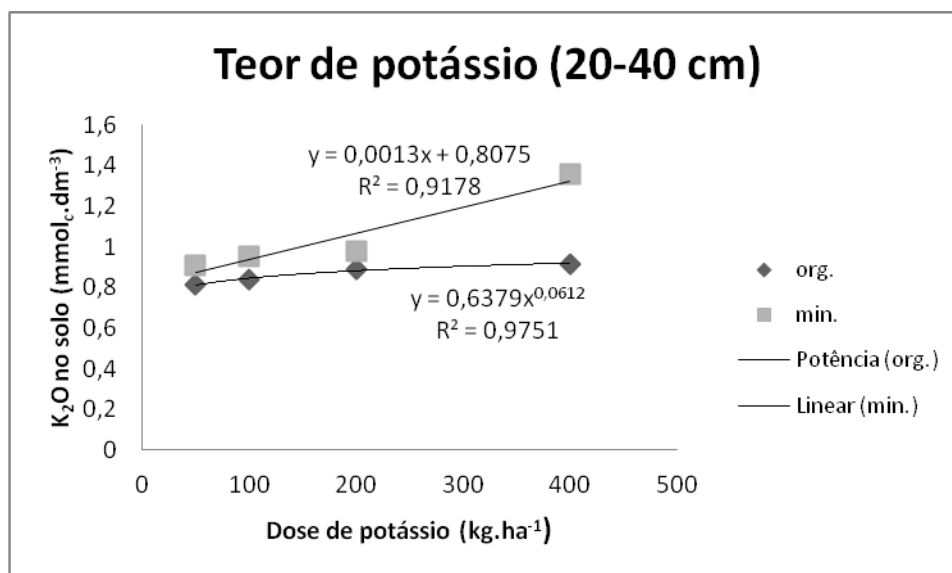
Devido aos benefícios ocasionados pela associação do adubo mineral à matéria orgânica, a fonte organomineral proporcionou menor caminhamento do potássio ao longo do perfil, dado pela menor concentração do elemento na profundidade de 20-40 cm, diminuindo o processo de lixiviação de potássio na maior dose estudada (400 Kg.ha⁻¹ de K₂O).

Tabela 7. Valores médios para o desdobramento da interação fonte vs dose para teores de potássio na profundidade de 20-40 cm.

Fonte	50 Kg.ha ⁻¹ de K ₂ O	100 Kg.ha ⁻¹ de K ₂ O	200 Kg.ha ⁻¹ de K ₂ O	400 Kg.ha ⁻¹ de K ₂ O
Organomineral	0,812 a	0,838 a	0,892 a	0,916 b
Mineral	0.908 a	0,952 a	0,976 a	1,356 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Figura 4. Teor de K₂O no solo na camada de 20-40 cm em função de doses e fonte de potássio.



CONCLUSÃO

O processo de lixiviação de potássio foi menor quando se utilizou como fonte o adubo organomineral comparado ao mineral para altas doses de aplicação.

REFERÊNCIAS

ALVES, W. L. **Efeito de Compostos Orgânico de Lixo na Fertilidade do Solo e Disponibilidade de Nutrientes e de Metais Pesados para o Sorgo**. Jaboticabal: UNESP. 1997. 75p. (Dissertação – Mestrado em Produção Vegetal.).

ASSOCIAÇÃO brasileira para pesquisa da potassa e fosfato, 1990. **Potássio: Necessidade e uso na agricultura moderna**. Piracicaba, 1990.

BERTON, R. S. Adubação orgânica. *In*: RAIJ, B. van. *et. al.* (coord.). **Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo – Fundação IAC, 1996. p. 30-35.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 492p., 1985.

Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico.	GARCIA, J.C. et. al.
---	----------------------

RESCK, D. V. S. Plantio Direto: Desafio para os cerrados. *In*: Reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas, 23.; Reunião Brasileira Sobre Micorrizas, 7.; Simpósio brasileiro sobre microbiologia do solo, 5.; Reunião brasileira de biologia do solo, 2.; FERTIBIO 98, 1998. Caxambu. **Resumos**. Caxambu. 1998. p. 32-3.

ROSOLEM, C. A. et al. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesq. Agropec. Bras.**, 41, p.1033-40, 2006.

SAMPAIO, S. C. et. al. Lixiviação de íons em colunas de solo deformado e indeformado. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.150-159, jan./fev. 2010.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura do arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.12-16, 2002.

SANZONOWICZ, C.; MIELNICZUC, J. Adubação potássica em solos de baixa retenção de cátions II. Distribuição do potássio no perfil do solo. *In*: Congresso brasileiro de Ciência do solo, 19, 1983, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: SBCS, 1983. P.64.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2297-2305, 2008.