

Acúmulo de biomassa e potássio em gramíneas em função da fonte fertilizante e do solo**Accumulation of biomass and potassium in grasslands according to the fertilizing source and soil**

DOI:10.34117/bjdv6n6-053

Recebimento dos originais: 01/05/2020

Aceitação para publicação: 02/06/2020

Ricardo de Castro Dias

Doutorando em Agronomia – Ciência do Solo pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia –
Ciência do Solo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituição: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Endereço: BR 465 km 7, Departamento de Solos, Seropédica, RJ
E-mail: ricardodiasrcd2@ufrj.br

Tadeu Augusto van Tol de Castro

Doutorando em Agronomia – Ciência do Solo pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia –
Ciência do Solo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituição: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Endereço: BR 465 km 7, Departamento de Solos, Seropédica, RJ
E-mail: tadeuavantol@hotmail.com

Rafael Gomes da Mota Gonçalves

Doutorando em Agronomia – Ciência do Solo pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia –
Ciência do Solo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituição: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Endereço: BR 465 km 7, Departamento de Solos, Seropédica, RJ
E-mail: rafaelmotag@hotmail.com

José Carlos Polidoro

Doutor em Agronomia – Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituição: Embrapa Solos
Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ.
E-mail: jose.polidoro@embrapa.br

Everaldo Zonta

Doutor em Agronomia – Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituição: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Endereço: BR 465 km 7, Departamento de Solos, Seropédica, RJ
E-mail: ezonta@ufrj.br

Marcos Gervasio Pereira

Doutor em Agronomia – Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituição: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Endereço: BR 465 km 7, Departamento de Solos, Seropédica, RJ
E-mail: mgervasiopereira01@gmail.com

Rosangela Stralotto

Doutora em Agronomia - Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituição: Embrapa Solos
Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ.
E-mail: e-mail: rosangela.stralotto@embrapa.br

Paulo César Teixeira

Doutor em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas – pela Universidade Federal de Viçosa
Instituição: Embrapa Solos
Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ.
E-mail: pct.solos@gmail.com

RESUMO

Objetivou-se avaliar a eficiência de um fertilizante organomineral (FOM) granulado a partir da mistura de turfa e cloreto de potássio na produção de gramíneas, em comparação ao cloreto de potássio comercial. O experimento foi conduzido em vasos em casa de vegetação. A planta indicadora foi o milho (*Zea mays* cv. Ipanema) durante os três cultivos iniciais e braquiária (*Brachiaria brizantha* cv Marandu) no quarto cultivo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 6, com três repetições, sendo duas classes de solo (Latosolo Vermelho Amarelo (LVA) e Planossolo Háplico (SX)) duas fontes de K₂O (KCl comercial e FOM) e seis doses de K₂O (0, 15, 30, 45, 60 e 75 mg dm⁻³). Em todos os cultivos, a parte aérea das plantas foi coletada para obtenção da massa seca e do conteúdo de K no tecido. Nas condições estudadas, os fertilizantes proporcionaram resultados semelhantes em todos os cultivos analisados e no acumulado dos cultivos para a massa seca da parte aérea. As maiores diferenças no acúmulo de K e na produção de massa seca da parte aéreas foram proporcionadas pela aplicação das maiores doses de K₂O, independente da fonte. As maiores doses de K₂O em SX proporcionaram maior eficiência relativa de FOM, indicando o maior potencial da aplicação deste fertilizante em solos de textura arenosa. De modo geral, os resultados obtidos demonstram o potencial do desenvolvimento e aplicação de fertilizantes organominerais.

Palavras-chave: fertilizante organomineral, fertilizante potássico, adubação, poaceae, textura do solo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the efficiency of a granulated organomineral fertilizer (OMF) based on peat and potassium chloride in grass production compared to commercial potassium chloride. The experiment was conducted in pots in a greenhouse. The indicator plant was corn (*Zea mays* cv. Ipanema) during the three initial cultivations and *Brachiaria brizantha* cv Marandu in the fourth cultivation. The experimental design was in randomized blocks in a factorial scheme 2 x 2 x 6, with three replications, two soil classes, two sources of K₂O (commercial KCl and OMF) and six doses of K₂O (0, 15, 30, 45, 60 and 75 mg dm⁻³). In all cultivations, shoot was collected to obtain dry mass and K accumulation in the plant tissue. Under the conditions studied, the fertilizers provided similar results in all cultivations analyzed and in the accumulated of the crops for the dry mass of the shoot. The greatest differences in K accumulation and dry mass production of the aerial part were provided by the application of the different doses of K₂O, regardless of the source. The higher doses of K₂O in SX provided higher relative efficiency of FOM, indicating the greatest potential of application of this fertilizer in sandy soils. In general, the results obtained demonstrate the potential of the development and application of organomineral fertilizers.

Keywords: organomineral fertilizer, potassium fertilizer, fertilization, poaceae, soil texture.

1 INTRODUÇÃO

Os fertilizantes são insumos agrícolas que tem por finalidade fornecer nutrientes às plantas, aumentando a produtividade e qualidade das culturas em geral (TRANI & TRANI, 2011). O desenvolvimento de tecnologias que melhorem a eficiência do uso dos fertilizantes é uma estratégia para aumentar a produção de alimentos, atendendo à crescente demanda população mundial (UNITED NATIONS, 2017).

Entre 2000 e 2015, houve aumento de 87% no uso de fertilizantes no Brasil, contribuindo significativamente para o aumento da produção de grãos em 150%, no mesmo período. Porém, a produção nacional de fertilizantes é muito aquém da própria demanda, havendo cada vez mais dependência de importações destes produtos (CRUZ et al., 2017).

Os depósitos de minérios que contenham potássio (K) na sua composição e que sejam adequados para a produção de fertilizantes potássicos são distribuídos em poucos países do hemisfério norte (Canadá, Rússia, Bielorrússia e Alemanha), sendo que estes controlam mais de 70% da produção mundial deste tipo de fertilizante (BASAK et al., 2017).

Além das limitações decorrentes da baixa produção de fertilizantes potássicos no Brasil, existe ainda um outro agravante quando se trata da aplicação e eficiência de uso destes relacionados a solos de textura arenosa. Estes solos são caracterizados como frágeis devido à baixa disponibilidade de nutrientes, elevada drenagem, baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e reduzidos teores de matéria orgânica, resultando em solos que apresentam menor aproveitamento de K (ALBUQUERQUE et al., 2011; DONAGEMMA et al., 2016).

O potássio possui papel fundamental no desenvolvimento de plantas, incluindo efeitos sobre a síntese e regulação de enzimas e compostos orgânicos, controle das relações hídricas e da atividade estomática, fotossíntese, transporte, sinalização celular, e resposta aos estresses hídrico, térmico e salino, assim como os bióticos (OOSTERHUIS et al., 2014).

Com base em sua disponibilidade para plantas e microrganismos, as formas de potássio no solo são categorizadas em quatro grupos: solúvel em água (K-solução), trocável, não trocável e potássio estrutural ou mineral. O potássio trocável, correspondente a reserva imediata para os organismos do solo, é retido pelas cargas negativas dos minerais de argila e da matéria orgânica (BASAK et al., 2017), logo, o aporte de matéria orgânica no solo pode favorecer a eficiência no uso desse nutriente.

Diante deste cenário, o segmento dos fertilizantes organominerais surge como uma alternativa para a correção de deficiências presentes no solo e redução da dependência de importação de nutrientes (CRUZ et al., 2017). Geralmente possuem um potencial menos reativo, fornecem nutrientes com solubilização gradual e melhoram as propriedades físicas do solo (FRAZÃO et al., 2019). Desde o início dos anos 2000, o desempenho do setor de organominerais foi positivo, sendo que em 2012 correspondeu a aproximadamente 11% dos nutrientes entregues aos produtores (POLIDORO, 2013).

A partir do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de um fertilizante organomineral granulado a partir da mistura de turfa e cloreto de potássio na produção de gramíneas em solos com diferentes classes texturais, em comparação com o cloreto de potássio comercial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sendo utilizados como substrato, amostras coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade de dois solos com texturas contrastantes, classificados, de acordo com Santos et al., 2018, como Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e Planossolo Háptico (SX). As amostras do LVA e SX foram coletados nos municípios de Paula Cândido – MG e Seropédica – RJ, respectivamente. LVA possuía 380 g kg⁻¹ de argila, 100 g kg⁻¹ de silte e 520 g kg⁻¹ de areia apresentando, portanto, textura argilosa, enquanto que SX constituía-se por 100 g kg⁻¹ de argila, 100 g kg⁻¹ de silte e 800 g kg⁻¹ de areia, apresentando textura arenosa. Os solos foram analisados quimicamente segundo Teixeira et al. (2017), e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos das amostras de Planossolo Háptico (SX) e do Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) na camada de 0-20 cm.

Solo	Na	Ca	Mg	K	H + Al	Al	S	T	V	pH (H ₂ O)	M.O	P
-----cmolc dm ⁻³ -----										%	g dm ⁻³	mg dm ⁻³
SX	0,0	0,9	0,3	0,1	2,8	0,3	1,3	4,1	32,0	4,6	11,0	21,0
LVA	0,0	0,6	0,3	0,3	3,8	1,0	1,2	5,0	24,0	4,4	25,0	4,0

S – Soma de bases; T – capacidade de troca catiônica em pH 7,0; V – saturação por bases; M.O – matéria orgânica.

Posteriormente, procedeu-se com a incubação do solo com calcário dolomítico, para correção do pH. Após atingir o pH de 6.5, o solo foi seco ao ar, peneirado com peneira de malha de 4 mm e homogeneizado. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 6, com três repetições, sendo duas classes de solo (Latosolo Vermelho Amarelo e

Planossolo Háplico) duas fontes de K_2O (cloreto de potássio comercial e fertilizante organomineral potássico, composto por turfa e cloreto de potássio, possuindo em sua formulação 29,2% de K_2O) e seis doses de K_2O (0, 15, 30, 45, 60 e 75 $mg\ dm^{-3}$ de K_2O).

Foram utilizados como unidades experimentais vasos plásticos contendo 2 kg de solo. A planta indicadora explorada foi o milho (*Zea mays* cv. Ipanema) durante os três cultivos iniciais, e *Brachiaria brizantha* cv Marandu no quarto cultivo. Optou-se pelo plantio de *Brachiaria brizantha* no último cultivo por ser uma cultura menos exigente quanto à fertilidade do solo e numa tentativa de maior esgotamento do potássio do solo.

Antes de cada cultivo foi aplicado 0,1 L vaso⁻¹ de uma solução nutritiva contendo todos os nutrientes essenciais, exceto potássio (Tabela 2). A aplicação dos fertilizantes potássicos, de acordo com os tratamentos, foi feita apenas antes do primeiro plantio.

Tabela 2. Nutrientes, fontes e quantidades utilizadas para o preparo da solução nutritiva.

Nutriente	Fonte	Massa da Fonte L ⁻¹	
		100%	70%
----- mg -----			
N	Ureia	1.330	931
P	MAP	900	630
S	MgSO ₄	6200	4340
B	H ₃ BO ₃	91,27	63,89
Cu	CuSO ₄ .5H ₂ O	88,73	62,11
Fe	FeCl ₃ .6H ₂ O	149,73	104,81
Mn	MnCl ₂ .4H ₂ O	263,47	184,43
Mo	NaMoO ₄ .2H ₂ O	6,87	4,81
Zn	ZnSO ₄ .7H ₂ O	353,20	247,24

No primeiro cultivo foram semeadas 10 sementes por vaso. Cinco dias após a emergência (DAE) foi realizado o desbaste, deixando-se somente duas plântulas por vaso. Aos 22 DAE foi realizada a adubação de cobertura aplicando 100 mg de N vaso⁻¹ na forma de ureia. A coleta da parte aérea das plantas ocorreu aos 41 DAE.

Antes do segundo cultivo foi realizada uma adubação com solução nutritiva contendo 70% dos nutrientes aplicados no primeiro plantio (Tabela 2), excluindo-se o potássio. Novamente foram semeadas dez sementes por vaso e, aos 9 DAE, foi realizado o desbaste, deixando duas plantas por vaso. Aos 23 DAE foi realizada a adubação de cobertura aplicando 100 mg de N vaso⁻¹ na forma de ureia. A coleta foi realizada aos 51 dias após a emergência.

Previamente ao terceiro cultivo foi realizada a adubação com a solução nutritiva contendo 70% da concentração adotada no primeiro cultivo (Tabela 2), excluindo-se o potássio. Foram

semeadas 10 sementes por vaso. Aos 5 DAE foi realizado o desbaste, deixando duas plântulas por vaso. A coleta da parte aérea do milho foi realizada aos 45 DAE.

Antecedendo o quarto o cultivo, foi feita adubação conforme cultivos 2 e 3. Foram semeados 3g de semente de *Brachiaria brizantha* cv Marandu. Aos 8 DAE foi realizado o desbaste, deixando cinco plantas por vaso. A coleta da parte aérea da braquiária foi realizada aos 47 DAE.

O momento de coleta de cada plantio foi determinado pela identificação sintomática de deficiência aguda de potássio por meio da diagnose visual. O corte das plantas foi realizado na altura do colo e as amostras coletadas foram alocadas em sacos de papel e secas em estufa de ventilação forçada a 65°C até atingirem peso constante sendo pesadas posteriormente. A seguir, as plantas foram moídas e digeridas para a determinação dos teores de potássio segundo Tedesco et al. (1995). O teor de K das amostras foi determinado através da emissão de luz em fotômetro de chama.

Ao final do último cultivo, foi coletada uma amostra de solo de cada unidade experimental. Foi realizada a determinação do potássio disponível, extraído por Mehlich de acordo com Teixeira et al. (2017).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade dos resíduos. As diferentes classes de solos foram analisadas separadamente. Atendido o pressuposto, aplicou-se a análise de variância nos resultados através do teste F, como um fatorial duplo entre fontes e doses de K₂O. Quando significativos a 10% de probabilidade, os dados do fator quantitativo (doses de K₂O) foram ajustados a modelos de regressão. A significância dos coeficientes de determinação foi feita através do teste t a 5% de probabilidade. A eficiência relativa (ER) foi calculada para o fertilizante organomineral usando a seguinte fórmula:

$$RE = \frac{\text{Rendimento de FOM} - \text{Rendimento do controle}}{\text{Rendimento Padrão} - \text{Rendimento do controle}} \times 100$$

em que o Rendimento de FOM representa a produção de massa seca da parte aérea obtida com a aplicação do fertilizante organomineral acumulada durante os quatro cultivos; Rendimento do controle é a produção de massa seca da parte aérea do tratamento sem fertilizante (dose 0 mg de K₂O dm⁻³) acumulada durante os quatro cultivos, e; o Rendimento padrão é a produção de massa seca obtida pela aplicação do fertilizante utilizado tradicionalmente (KCl) acumulada durante os quatro cultivos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 é apresentado o resumo da análise de variância para produção de massa seca da parte aérea (MSPA) e do acúmulo de potássio na parte aérea (AKPA) nos quatro cultivos). No LVA constatou-se diferença estatística entre as doses para a produção MSPA e para AKPA, além de influência da interação entre fertilizantes e diferentes doses no AKPA durante o primeiro cultivo. No segundo e terceiro cultivos foram constatadas diferenças significativas no AKPA sob diferentes doses. Não foi verificada diferença estatística entre as variáveis independentes no quarto cultivo em LVA.

Tabela 3. Resumo da análise de variância da produção de massa seca da parte aérea (MSPA) e acúmulo de potássio na parte aérea (AKPA) de plantas de milho e braquiária, cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e Planossolo Háplico (SX), submetidas à aplicação de doses crescentes de K₂O (D) na forma de diferentes fertilizantes (F).

F.V.	GL	Quadrado médio			
		LVA		SX	
		MSPA	AKPA	MSPA	AKPA
Primeiro cultivo					
Bloco	2	26,70 ^{ns}	23,11 ^{ns}	13,06 ^o	64,19 ^{ns}
Fonte (F)	1	0,91 ^{ns}	423,95 ^{ns}	0,57 ^{ns}	22,61 ^{ns}
Dose (D)	5	43,94 ^o	590,47 ^o	183,05 ^{**}	788,76 ^{**}
F x D	5	22,94 ^{ns}	1932,66 [*]	7,78 ^{ns}	36,30 ^{ns}
Resíduo	22	0,69	719,66	18,62	63,60
CV%		13,42	39,62	27,40	37,67
Segundo cultivo					
Bloco	2	5,45 [*]	70,55 ^{ns}	1,83 ^{ns}	87,44 ^o
F	1	1,58 ^{ns}	34,59 ^{ns}	7,06 [*]	80,22 ^{ns}
D	5	0,35 ^{ns}	107,21 [*]	9,41 ^{**}	166,63 ^{**}
F x D	5	1,29 ^{ns}	44,38 ^{ns}	0,53 ^{ns}	8,49 ^{ns}
Resíduo	22	1,14	38,10	0,01	28,99
CV%		14,11	21,28	14,65	20,05
Terceiro Cultivo					
Bloco	2	1,81 ^{ns}	120,56 [*]	19,89 [*]	5,62 ^{ns}
F	1	0,16 ^{ns}	6,66 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,52 ^{ns}
D	5	2,07 ^{ns}	75,22 ^o	0,20 ^{ns}	49,20 ^{**}
F x D	5	0,97 ^{ns}	30,20 ^{ns}	0,13 ^{ns}	27,43 ^{**}
Resíduo	22	0,98	34,32	0,10	6,62
CV%		20,60	24,65	18,78	27,15
Quarto cultivo					
Bloco	2	2,29 ^{ns}	0,08 ^{ns}	22,37 [*]	114,07 ^{ns}
F	1	4,66 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2,90 ^{ns}	0,51 ^{ns}
D	5	1,34 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,83 ^{ns}	115,19 ^{ns}
F x D	5	0,64 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,83 ^{ns}	39,23 ^{ns}
Resíduo	22	1,84	0,04	1,14	115,39

CV%		15,36	11,2	39,08	31,10
Acumulado nos quatro cultivos					
Bloco	2	59,62°	0,01 ^{ns}	292,11**	72,71 ^{ns}
F	1	15,73 ^{ns}	0,02 ^{ns}	31,42 ^{ns}	13,58 ^{ns}
D	5	61,78*	0,03*	323,83**	2722,48**
F x D	5	24,65 ^{ns}	0,03*	14,75 ^{ns}	90,69 ^{ns}
Resíduo	22	18,37	0,01	20,45	136,94
CV%		9,37	4,66	14,61	12,71

** , * e °: significativo a 1%, 5% e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Em LVA, o aumento da dose de K₂O usando os dois fertilizantes pouco interferiu na produção de MSPA nos quatro cultivos, havendo influência significativa apenas no primeiro cultivo. Embora a análise de variância tenha acusado a diferença estatística entre as doses, não foi possível ajustar uma curva de regressão nos modelos testados, pois os coeficientes de determinação obtidos não foram significativos (Figura 1).

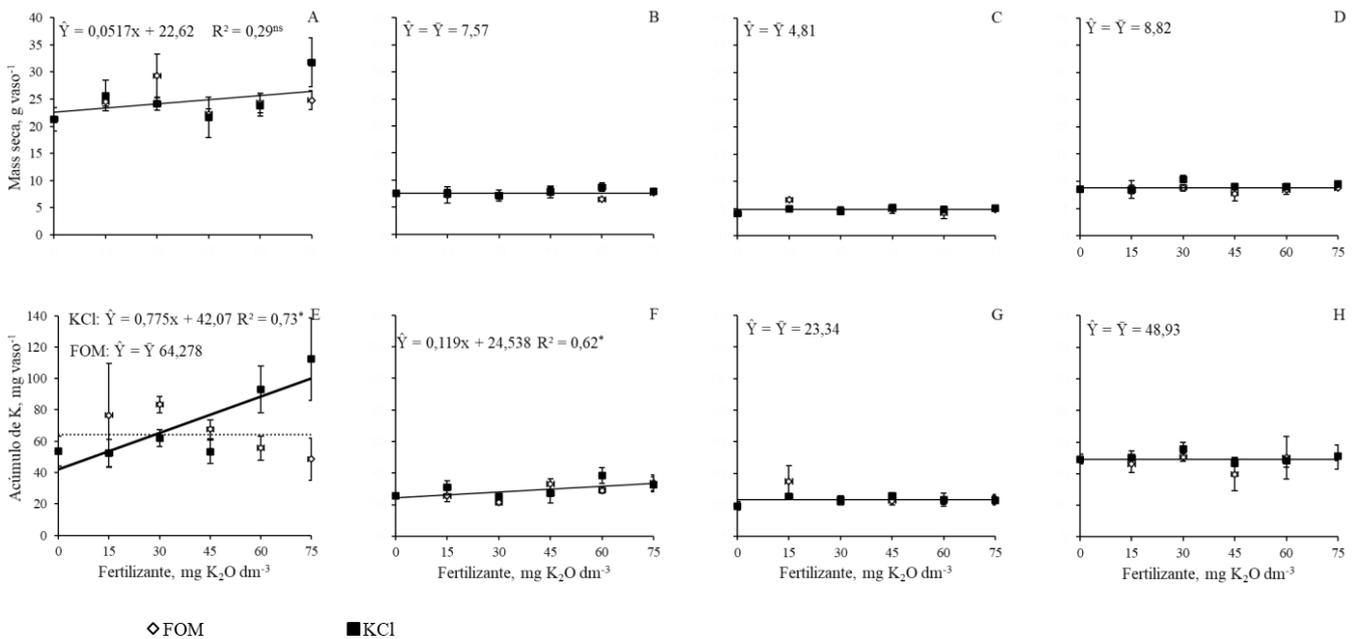


Figura 1. Produção de massa seca na parte aérea (A, B, C e D) e acúmulo de K na parte aérea (E, F, G e H) de plantas de milho no primeiro (A e E), segundo (B e F) e terceiro cultivos (C e G), e de plantas de Brachiaria no quarto cultivo (D e H), em Latossolo Vermelho Amarelo, sob doses crescentes de cloreto de potássio e fertilizante organomineral (FOM). ^{ns} e ^{*}: não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. As barras verticais representam o erro padrão da média

O aumento da dose de K₂O utilizando KCl proporcionou resposta positiva estatisticamente significativa do AKPA no primeiro cultivo, que não foi observada para FOM. No segundo cultivo, em geral, o aumento da dose resultou em maior AKPA, independentemente da fonte aplicada mostrando que houve um efeito residual da aplicação no primeiro cultivo. Já no terceiro e quarto

cultivos não foram constatadas diferenças estatísticas entre as variáveis independentes no AKPA (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Em SX, foi verificada diferença estatística para MSPA e AKPA pela aplicação das diferentes doses no primeiro cultivo (Tabela 3). No segundo cultivo, para a MSPA, foram observadas alterações significativas tanto pelo efeito dos tipos de fertilizantes utilizados quanto pelas doses adotadas, para o AKPA também se verificou diferença estatística pela aplicação de doses distintas dos produtos. No terceiro cultivo apenas o AKPA foi influenciado pelas doses e pela interação entre fertilizantes e doses. Por fim, no último cultivo, a interação entre fertilizante e foi significativa para AKPA.

No primeiro e segundo cultivos no Planossolo Háplico (SX), ocorreu aumento significativo na produção de MSPA em resposta ao aumento da dose de K_2O (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Já no segundo cultivo, o uso do FOM proporcionou MSPA estatisticamente superior a observada pela aplicação de KCl. No terceiro e quarto cultivo não houve influência do aumento da dose de K_2O na MSPA, assim como não ocorreu diferença significativa entre os fertilizantes avaliados.

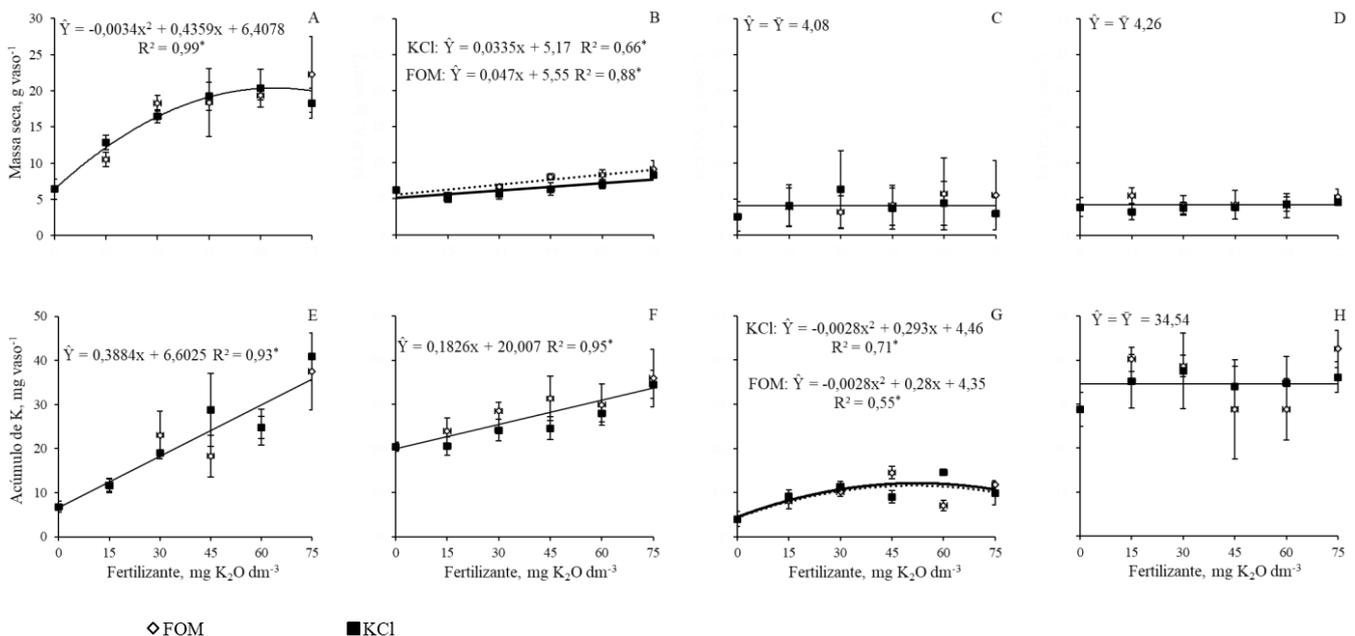


Figura 2. Produção de massa seca na parte aérea (A, B, C e D) e acúmulo de K na parte aérea (E, F, G e H) de plantas de milho no primeiro (A e E), segundo (B e F) e terceiro cultivos (C e G), e de plantas de Brachiaria no quarto (D e H) cultivo, em Planossolo Háplico, sob doses crescentes de cloreto de potássio e fertilizante organomineral (FOM). *: significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. As barras verticais representam o erro padrão da média

Em SX foram observados aumentos lineares no AKPA em resposta ao aumento da dose de K_2O nos dois primeiros cultivos, não havendo diferença estatística entre os fertilizantes avaliados.

No terceiro cultivo houve a interação entre fertilizante e dose no AKPA, porém ambas as fontes apresentaram desempenho similar no AKPA. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as variáveis independentes no AKPA no quarto cultivo (Figura 2).

Analisando a MSPA e o AKPA total, somados nos quatro cultivos, é possível observar que em LVA as doses aplicadas exerceram influência significativa tanto na MSPA quanto no AKPA, enquanto a interação entre fertilizante e dose influenciou apenas no AKPA (Tabela 3). Já em SX, a dose foi a única fonte de variação que resultou em alterações estatisticamente significativas, modificando ambos os parâmetros avaliados (MSPA e AKPA).

O total de MSPA produzido nos quatro cultivos em LVA aumentou linearmente com o aumento da dose de K_2O aplicada (Figura 3). Nesta classe de solo, o fertilizante KCl promoveu aumento linear no AKPA totalizado nos quatro cultivos, enquanto o aumento da dose de FOM não implicou em maior AKPA. Nessa classe de solo, o fertilizante convencional foi mais eficiente do que o organomineral no AKPA (Figura 3).

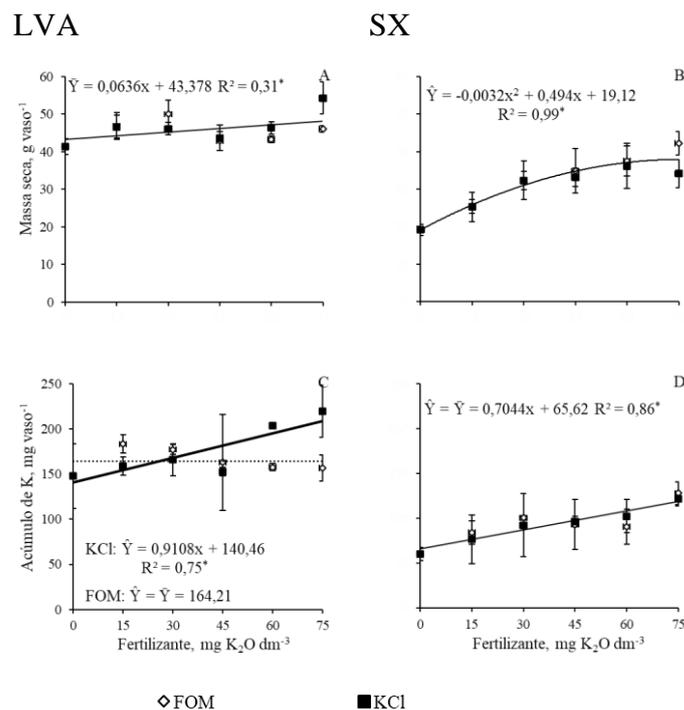


Figura 3. Produção de massa seca (A e B) e conteúdo de K (C e D) da parte aérea acumulados durante os quatro cultivos sucessivos de plantas de milho e braquiária, realizados em Latossolo Vermelho-Amarelo e Planossolo Háplico, em função da aplicação de doses crescentes de K_2O na forma de KCl e fertilizante organomineral (FOM). *: significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. As barras verticais representam o erro padrão da média.

Em SX, as respostas observadas na MSPA e no AKPA foram semelhantes, havendo estímulos estatisticamente significativos pela aplicação de diferentes doses, não sendo observados efeitos significativamente distintos entre os dois tipos de fertilizantes.

Após os quatro cultivos, os valores de potássio disponível em LVA foram muito maiores do que os encontrados em SX, o que explica parcialmente a menor resposta para MSPA no solo de textura mais argilosa em função do aumento das doses de K_2O (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Estes resultados também corroboram com o supracitado, em que no solo de textura arenosa, devido às suas características físicas e químicas, são observadas maiores limitações quanto a retenção e aproveitamento de K, refletindo em maiores estímulos desencadeados pela aplicação de adubos potássicos de diferentes fontes e doses.



Figura 4. Potássio disponível no solo após quatro cultivos sucessivos de plantas de milho e braquiária, realizados em Latossolo Vermelho-Amarelo (A) e Planossolo Háplico (B) em função da aplicação de doses crescentes de K_2O na forma de cloreto de potássio ou fertilizante organomineral. As barras verticais representam o erro padrão da média

Avaliando a fertilização organomineral nas características químicas de um Neossolo Quartzarênico cultivado com oliveira, Carvalho et al. (2014) constataram melhorias nas propriedades químicas do solo, como aumento da saturação por bases, diminuição da saturação por Al, e aumento dos teores de P disponível quando a adubação mineral foi substituída pela adubação organomineral. Os autores ainda ressaltam a importância da adubação organomineral em solos de textura arenosa, pois estes apresentam baixa capacidade de retenção de cátions que pode ser elevada através do aporte da fração orgânica desses fertilizantes.

No presente estudo, a maior eficiência relativa foi obtida em LVA com a dose de 30 mg K_2O dm^{-3} . Com o aumento da dose de K_2O houve diminuição da eficiência relativa (Figura 5). Porém, a tendência observada em SX em relação à eficiência relativa foi de aumento a partir da dose de 45 mg k_2O dm^{-3} .

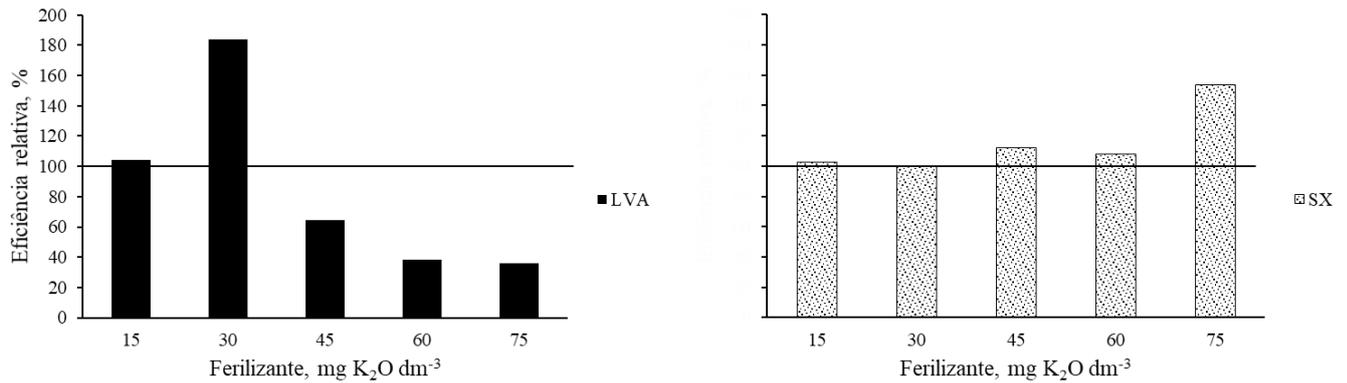


Figura 5. Eficiência relativa do fertilizante organomineral comparado ao KCl comercial, em relação a produção de matéria seca acumulada nos quatro cultivos, em Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e Planossolo Háplico (SX).

Mais de 90% do carbono do solo apresenta estrita associação com oxi-hidróxidos de Fe e Al e/ou demais minerais da fração argila, que podem proteger a matéria orgânica do solo da degradação, ocasionando redução significativa de sua biodisponibilidade com consequente retardo do processo de mineralização (ZENG et al., 2016; CHEN et al., 2019). A mineralização da matéria orgânica resulta na disponibilização de nutrientes que podem ser absorvidos pelas plantas. Como em Latossolos há o predomínio de óxi-hidróxidos Fe e Al e caulinita na fração argila (SANTOS et al., 2018), a mineralização da fração orgânica do fertilizante organomineral pode ser desacelerada, ocasionando menor liberação dos nutrientes ligados à fração orgânica. Já em SX, por conta do baixo teor de argila, a mineralização pode ser estimulada, resultando num maior aporte de nutrientes assimiláveis pelas plantas provenientes da fração orgânica do FOM. Isso pode explicar a maior eficiência relativa do FOM em SX, principalmente nas maiores doses.

De modo geral, os resultados obtidos no presente trabalho indicam haver potencial para o desenvolvimento e aplicação de fertilizantes organominerais, corroborando com trabalhos de outros autores (ANTILLE et al., 2017; CORRÊA et al., 2016; FRAZÃO et al., 2019).

4 CONCLUSÕES

Nas condições estudadas, os fertilizantes organominerais granulados produzidos a partir da mistura de turfa e cloreto de potássio proporcionaram resultados semelhantes ao KCl comercial em todos os cultivos analisados e no acumulado dos cultivos para a MSPA.

A dose de K₂O aplicada foi a variável independente que mais exerceu influência sobre a MSPA e o AKPA ao longo dos quatro cultivos, independente da classe textural do solo empregado.

A aplicação das maiores doses de FOM em SX foram mais eficientes na produção de MSPA em comparação ao KCl, evidenciado pela maior eficiência relativa.

O FOM apresentou melhor potencial de utilização em solo de textura arenosa.

AGRADECIMENTOS

À EMBRAPA, ao Departamento de Solos da UFRRJ, à Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE), à Empresa Agrária Indústria e Comércio LTDA, a ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq), pelo apoio logístico e financeiro.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P.; SOLDATI, G. T.; SIEBER, S. S.; MEDEIROS, P. M.; SÁ, J.C.; SOUZA L. C.. Rapid ethnobotanical diagnosis of the Fulni-ô Indigenous lands (NE Brazil): floristic survey and local conservation priorities for medicinal plants. **Environment, Development and Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 277-292, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-010-9261-9>

ANTILLE, N. Y.; GODWIN, R. J.; SAKRABANI, R.; SENEWEERA, S.; TYRREL, S. F.; JOHNSTON, A. E.. Field-scale evaluation of biosolids-derived organomineral fertilizers applied to winter wheat in England. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 2, p. 654-674, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2016.09.0495>

BASAK, B. B.; SARKAR, B.; BISWAS, D. R.; SARKAR, S.; SANDERSON, P.; NAIDU, R.. Chapter Three - Bio-intervention of naturally occurring silicate minerals for alternative source of potassium: challenges and opportunities. Eds: SPARKS, D.L., In: **Advances in Agronomy**, Academic Press, v. 141, 2017, p.115-145. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2016.10.016>

CARVALHO, R. P.; MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. C. M.; FERNANDES, D. R.; OLIVEIRA, A. F.. Organomineral fertilization on the chemical characteristics of Quartzarenic Neosol cultivated with olive tree. **Scientia Horticulturae**, v. 176, p. 120-126, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.07.006>

CHEN, S.; HONG, H.; HUANG, X.; FANG, Q.; YIN, K.; WANG, C.; ZHANG, Y.; CHENG, L.; ALEGO, T. J.. The role of organo-clay associations in limiting organic matter decay: Insights from the Dajiuhe peat soil, central China. **Geoderma**, v. 230, p.149-160, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.01.013>

CORRÊA, J.C .; GROHSKOPF, M. A.; NICOLOSO, R. S.; LOURENÇO, K. S.; MARTINI, R.. Organic, organomineral, and mineral fertilizers with urease and nitrification inhibitors for wheat and corn under no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 8, p. 916-924, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000800003>

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. S.; FIGUEIREDO, V. S.. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. **BNDS Setorial** 45, p. 137-187, 2017.

DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L.; BALIEIRO, F. C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T.; LUMBRERAS, J. F.; VIANA, J. H. M.; ARAUJO FILHO, J. C.; SANTOS, F. C.;

ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; MACEDO, M. C. M.; TEIXEIRA, P. C.; AMARAL, A. J.; BORTOLON, E. S. O.; BORTOLON, L.. Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003-1020, 2016. **DOI:** <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900001>

FRAZÃO, J. J.; BENITES, V. M.; RIBEIRO, J. V. S.; PIERBON, V. M.; LAVRES, J.. Agronomic effectiveness of a granular poultry litter-derived organomineral phosphate fertilizer in tropical soils: Soil phosphorus fraction and plant responses. **Geoderma**, v. 337, p. 582-593, 2019. **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.10.003>

OOSTERHUIS, D. M.; LOKA, D. A.; KAWAKAMI, E. M.; PETTIGREW, W. T.. Chapter Three – The physiology of potassium in crop production. (Ed): SPARKS, D.L. **Advances in Agronomy**, Academic Press, v. 126, 2014, p. 203-233. **DOI:** <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800132-5.00003-1>

POLIDORO, J. C.. Fertilizantes organominerais: Aspectos Mercadológicos e Tecnológicos – Rede FertBrasil. In: **V FÓRUM ABISOLO**. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil: V Fórum Abisolo. 2013.

SANTOS, H. G. ; JACOMINE, P. K. T; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. ; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F.. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5th ed. rev. and exp. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J.. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos. Inf Tec, 1995.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. 3.ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa. 573p. 2017.

TRANI, P. A.; TRANI, A. L. Fertilizantes: cálculo de fórmulas comerciais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011. 29p. (**Boletim Técnico IAC**, 208).

UNITED NATIONS. Department of Economic and Affairs. **World Population Prospects: The 2017 Revision**. 2017. 46p.

YU, Y.; WAN, Y.; CAMARA, A. Y.; LI, H.. Effects of the addition and aging of humic acid-based amendments on the solubility of Cd in soil solution and its accumulation in rice. **Chemosphere**, v. 196, p. 303-310, 2018. **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.01.002>

ZENG, Q.; DONG, H.; ZHAO, L.; HUANG, Q.. Preservation of organic matter in nontronite against iron redox cycling. **American Mineralogist**, v. 101, n. 1, p. 120 – 133, 2016. **DOI:** <https://doi.org/10.2138/am-2016-5410>