

ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES NA PALHADA DE MILHO FERTIRRIGADO COM DOSES E FONTES DE POTÁSSIO

Carlos Henrique Freitas da Silva¹, Fernando Rodrigues Cabral Filho², Daniely Karen Matias Alves³, Frederico Antonio Loureiro Soares⁴, Edson Cabral da Silva⁵, Fernando Nobre Cunha⁶

RESUMO: A reciclagem de nutrientes através da palhada do cultivo anterior é um dos benefícios do sistema de plantio direto, sendo, que o manejo da fertilização pode influenciar neste retorno. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito comparativo entre a adubação potássica mineral com cloreto de potássio e a orgânica com vinhaça concentrada de cana-de-açúcar no acúmulo de macronutrientes na palhada do milho. O experimento foi conduzido na estação experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 2 x 4, com três blocos. Os tratamentos consistiram em duas fontes de potássio (vinhaça concentrada e cloreto de potássio) e quatro doses de potássio referentes a 0, 50, 100 e 200% da recomendação para a cultura do milho. Foi avaliado o acúmulo de macronutrientes na palhada do milho no momento da colheita. Não há influência das fontes de potássio no acúmulo de macronutrientes na palhada do milho, apenas para o enxofre.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L., ciclagem de macronutrientes, retorno

ACCUMULATION OF MACRONUTRIENTS IN FERTIRRIGATED MAIZE STRAW WITH DOSES AND SOURCES OF POTASSIUM

ABSTRACT: The recycling of nutrients through the straw of the previous crop is one of the benefits of the no-till system, being that the management of fertilization can influence this return. The objective of this work was to evaluate the comparative effect between the mineral potassium fertilization with potassium chloride and the organic one with concentrated sugarcane vinasse in the accumulation of macronutrients in the corn straw. The experiment

¹ Estudante de Agronomia, IF Goiano – Campus Rio Verde, CEP 75901-970, Rio Verde, GO. Fone (64) 36205600. e-mail: carloshenriquefreitas1307@gmail.com.

² Estudante de Doutorado em Ciências Agrárias – Agronomia, IF Goiano, Rio Verde, GO.

³ Estudante de Doutorado em Ciências Agrárias – Agronomia, IF Goiano, Rio Verde, GO.

⁴ Prof. Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO.

⁵ Pesquisador (Pós-doutorado), IF Goiano, Rio Verde, GO.

⁶ Pesquisador (Pós-doutorado), IF Goiano, Rio Verde, GO.

was carried out at the experimental station of the Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. The experimental design used was in randomized blocks, analyzed in a 2 x 4 factorial scheme, with three replications. The treatments consisted of two potassium sources (concentrated vinasse and potassium chloride) and four potassium doses referring to 0, 50, 100 and 200% of the recommendation for the cultivation of corn. The accumulation of macronutrients in the corn straw at the time of harvest was evaluated. There is no influence of potassium sources on the accumulation of macronutrients in corn stalks, only for sulfur.

KEYWORDS: *Zea mays* L., Macronutrient cycling, Return

INTRODUÇÃO

Dentre as principais culturas de cereais dos trópicos subúmidos e semiáridos, o milho tem a mais alta produtividade em condições adequadas de água, luz e nutrientes minerais, com destaque para o potássio (K), que é o segundo nutriente mineral absorvido em maior quantidade, superado apenas pela nitrogênio (N) (RAIJ et al., 1996; VILELA et al., 2004; PARENTE et al., 2016), sendo, essencial na ativação de diversas enzimas no metabolismo das plantas, abertura e fechamento estomático, respiração, transpiração, fotossíntese, formação de carboidratos, controle de turgidez do tecido, dentre outras funções (TAIZ et al., 2017).

Sua forma predominante no solo é a catiônica (K^+) e seus sais possuem alta solubilidade, favorecendo a ocorrência de efeitos deletérios ao crescimento e desenvolvimento das plantas pelo seu potencial salino e grandes perdas por lixiviação, dependendo do manejo e doses adotadas (LEAL et al., 2015).

Com base exposto acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito comparativo entre a adubação potássica mineral com cloreto de potássio e a orgânica com vinhaça concentrada de cana-de-açúcar no acúmulo de macronutrientes na palhada do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos plásticos, dispostos a céu aberto, no período de novembro de 2018 a fevereiro de 2019 (Milho safra), na estação experimental do Instituto Federal Goiano – *Campus* Rio Verde – GO. As coordenadas geográficas do local de instalação são 17°48'28" S e 50°53'57" O, com altitude média de 720 m ao nível do mar. O clima da região é classificado conforme Köppen & Geiger (1928), como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A

temperatura média anual varia de 20 a 35°C e as precipitações variam de 1.500 a 1.800 mm anuais e o relevo é suave ondulado (6% de declividade).

Os vasos foram preenchidos com um solo coletado numa camada de 0,0-0,30 m de profundidade em uma área de Cerrado nativo pertencente ao IF Goiano – Campus Rio Verde, classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), fase Cerrado, de textura argilosa (SANTOS et al., 2018), cujas características físico-químicas desse solo se encontram na Tabela 1, analisadas conforme metodologias descritas por Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Características físico-químicas do Latossolo Vermelho distroférico utilizado para o preenchimento dos vasos, na camada de 0,00–0,30 m de profundidade.

Prof. (m)	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	H+Al	K	K	S	P	CaCl ₂
	cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³				
0,0-0,3	4,3	1,2	5,5	0,00	2,5	0,17	67	9,9	55,3	5,6
Prof. (m)	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	CTC ^a	SB ^b	V% ^c	m% ^d
	Micronutrientes (mg dm ⁻³)					cmol _c dm ⁻³			Sat. Bases	Sat. Al
0,0-0,3	0,0	19,9	9,3	2,95	1,65	0,06	8,2	5,7	69,1	0,00
Prof. (m)	Textura (g kg ⁻¹)			M.O. ^e	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
	Argila	Silte	Areia	g dm ⁻³	Relação entre bases					
0,0-0,3	502	49	449	27,6	3,6	25,3	7,1	0,5	0,2	0,02

P (Fósforo) = Mehlich 1, K (Potássio), Na (Sódio), Cu (Cobre), Fe (Ferro), Mn (Manganês) e Zn (Zinco) = Melich 1; Ca (Cálcio), Mg (magnésio), e Al (Alumínio) = KCl 1 mol.L⁻¹; S (Enxofre) = Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol.L⁻¹; M.O. = Método colorimétrico; B (Boro) = água quente.

^aCapacidade de troca catiônica; ^bsoma de bases; ^c saturação de bases; ^d saturação de alumínio; ^eMatéria orgânica.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 2 x 4, com três blocos. Os tratamentos consistiram em duas fontes de potássio (vinhaça concentrada e cloreto de potássio) e quatro doses de potássio referentes a 0, 50, 100 e 200% da recomendação para a cultura do milho (expectativa de rendimento de 12 t ha⁻¹) na região de Cerrado (SOUSA & LOBATO, 2004), totalizando 24 parcelas experimentais, sendo que, cada parcela foi constituída por cinco vasos com duas plantas, totalizando 120 unidades experimentais. O critério para o cálculo da dose por vaso foi o de número de plantas, em que, considerou-se a população de 75.000 plantas por hectare.

Para a determinação do acúmulo de macronutrientes na palhada, no momento da colheita (114 DAS) as plantas foram divididas em palhada (colmo, folhas e sabugo), posteriormente acondicionadas em sacos de papel previamente identificados com os tratamentos e levadas a estufa de ventilação forçada de ar a 65°C por 72 horas, e em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo Wiley, numa peneira de 10 mesh. Acondicionadas em recipientes heméticos de acrílicos e levadas ao laboratório de análises químicas, para determinação dos teores (g kg⁻¹) dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), segundo metodologia descrita em Malavolta et al. (1997).

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e, em casos de significância, foi realizada a análise de regressão polinomial linear e quadrática para os níveis doses (D). Para o fator fontes (F), as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreu efeito interativo doses (D) x fontes (F) de potássio no acúmulo de nitrogênio (N) e cálcio (Ca) na palhada do milho (PL). Na PL do milho, ocorreu efeito significativo das doses de potássio para os nutrientes potássio (K), N e Ca (Figura 1). A cada acréscimo de 50% na D estima-se a redução de 6,68% no acúmulo de N. Para o K e Ca, as doses de 60 e 81% obtiveram os menores acúmulos para estes nutrientes, iguais a 1,14 e 0,44 g planta⁻¹, sendo, 5,93, 0,17, 2,72 e 25,57% e, 10,82, 1,76, 0,64 e 20,58% menores que os estimados nas doses de 0, 50, 100 e 200%, respectivamente.

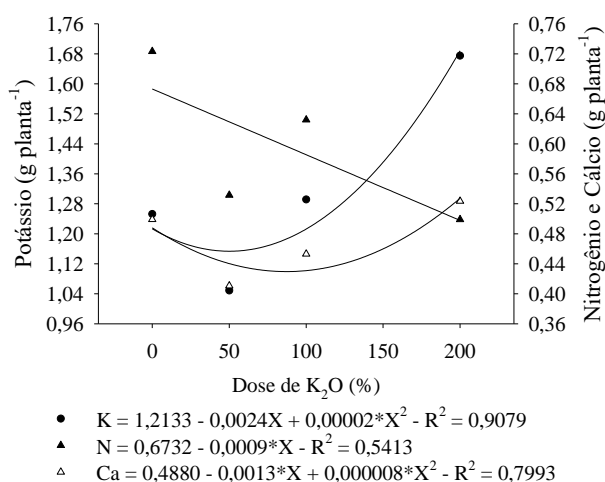


Figura 1. Acúmulo de potássio (K), nitrogênio (N) e cálcio (Ca) na palhada do milho em função das doses de potássio, Rio Verde, Goiás, safra 2018/2019.

Na Figura 2A observa-se o acúmulo de enxofre (S) em função das doses para cada fonte utilizada. Para a fonte cloreto de potássio (KCl) estimou reduções de 0,004 g planta⁻¹ no acúmulo de S para cada aumento de 50% na dose, em que o menor valor foi constatado na dose de 200%, igual a 0,0647 g planta⁻¹. Para a fonte vinhaça concentrada (VC) a dose 100% apresentou o menor acúmulo de S, estimado em 0,0537 g planta⁻¹. Ocorreu diferença entre as fontes apenas na dose de 50% (Figura 2B), sendo a fonte KCl apresentando 35% maior acúmulo de S que a fonte VC, com valores iguais a 0,08 e 0,05 g planta⁻¹, respectivamente.

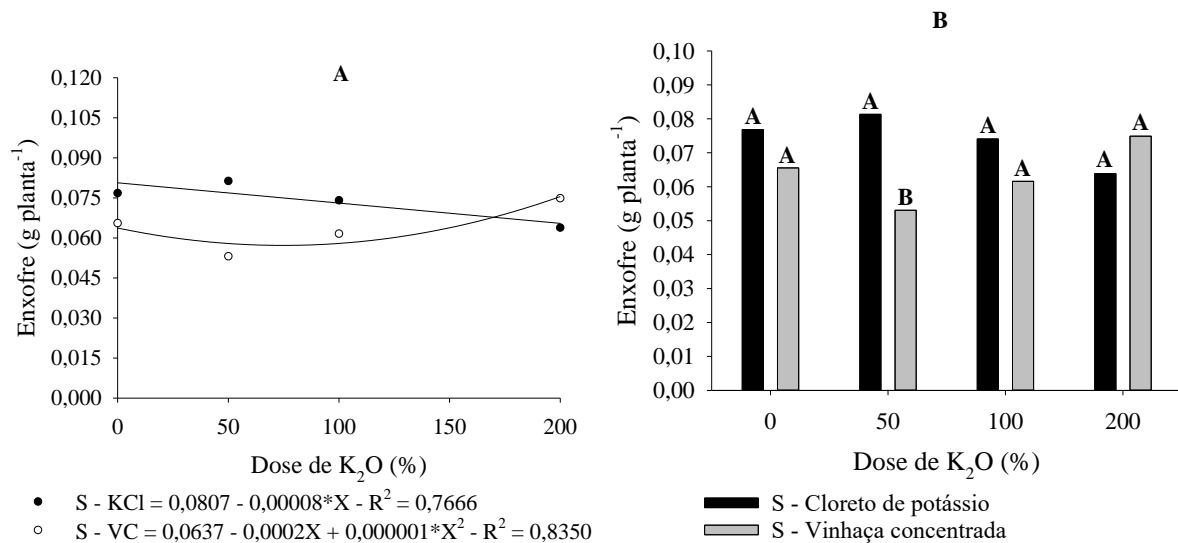


Figura 2. Desdobramento da interação doses x fontes de potássio (cloreto de potássio – KCl e vinhaça concentrada – VC) para o acúmulo de enxofre (S) na palhada do milho, Rio Verde, Goiás, safra 2018/2019.

Devido sua similaridade com o N, em relação a disponibilidade na planta e absorção, o S teve seu acúmulo reduzido conforme o aumento da doses para a fonte KCl, da mesma forma que ocorreu para o N, independente da fonte aplicada. Para o S, o aumento no seu acúmulo para a fonte VC a partir da dose de 100%, pode estar relacionado a sua maior disponibilidade na planta, devido, a vinhaça conter significativa concentração do mesmo.

Prado et al. (2004), afirmam que as maiores doses de potássio aplicadas implicaram no decréscimo de Ca e Mg acumulados na planta, como foi observado neste estudo. O inverso desta relação é mostrado por Medeiros et al. (2008), em que revela que o aumento de Ca e Mg no solo implica na diminuição de absorção do potássio.

CONCLUSÕES

Não há influência das fontes de potássio no acúmulo de macronutrientes na palhada do milho, apenas para o enxofre. A quantidade de potássio e cálcio acumulada na palhada é maior na dose de 200% da recomendação. A não influencia das doses e fontes de potássio na quantidade de macronutrientes acumulados na palhada, não remete a apenas uma menor absorção, pois estes nutrientes podem ter acumulado nos grãos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), ao Conselho

Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LEAL, A. J. F.; VALDERRAMA, M.; LANEKO, F. H.; LEAL, U. A. S.; PERIN, A.; LUCHESE, K. U. O. Produtividade da soja de acordo com diferentes doses de cloreto de potássio revestido ou não com polímeros. **Gl. Sci Technol**, v. 8, n. 1, p.19-30, 2015.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; ROSA, J. D.; GATIBONI, L. C. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Áplico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 4, p. 799-806, 2008.

PARENTE, T. L.; LAZARINI, E.; CAION, S.; SOUZA, L. G. M.; PIVETTA, R. S.; BOSSOLAN, J. W. Potássio em cobertura no milho e efeito residual na soja em sucessão. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 3, p. 193-200, 2016.

PRADO, R. de M.; BRAGHIROLI, L. F.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. de M.; ALMEIDA, E. V. de Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 295-299, 2004.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE P. K. T; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F; COELHO, M. R; ALMEIDA, J. A de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 5 ed. ver. amp., 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3ª edição revista e ampliada. Embrapa, Brasília, DF, 574 p., 2017.

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de.; SILVA, J. E. Adubação potássica. In.: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Cap. 7, p. 169-183.