

## CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO MILHO FERTIRRIGADO COM VINHAÇA E CLORETO DE POTÁSSIO

Caroline Loureiro do Nascimento Silva<sup>1</sup>, Fernando Rodrigues Cabral Filho<sup>2</sup>, Daniely Karen Matias Alves<sup>3</sup>, Frederico Antonio Loureiro Soares<sup>4</sup>, Marconi Batista Teixeira<sup>5</sup>, Cícero Teixeira Silva Costa<sup>6</sup>

### RESUMO

Devido à importância mundial do milho (*Zea mays* L.) na agroindústria, produção de ração e etanol, diversos estudos evidenciam a necessidade da correta nutrição da planta. Nutrientes como o potássio são de fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito comparativo entre a adubação potássica com cloreto de potássio e vinhaça concentrada de cana-de-açúcar nas variáveis biométricas da cultura do milho. O experimento foi conduzido na estação experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, GO. 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% (0, 45, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>) da recomendação para a cultura do milho. As características morfológicas foram avaliadas aos 30, 58 e 86 dias após a semeadura, quantificando: altura de planta, diâmetro de colmo e o comprimento da folha. Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Independente da fonte utilizada (vinhaça concentrada ou cloreto de potássio), a dose de 200% da recomendada de potássio proporciona a maior altura de planta, diâmetro de colmo e comprimento da folha no final do ciclo do milho.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., potássio, biometria.

## GROWTH AND DEVELOPMENT OF FERTIRRIGATED CORN WITH VINASSE AND POTASSIUM CHLORIDE

<sup>1</sup> Estudante de Engenharia Ambiental, Depto. de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano – Campus Rio Verde, CEP 75901-970, Rio Verde, GO. Fone (64) 36205600. e-mail: caroline.loureiro@gmail.com.

<sup>2</sup> Estudante de Doutorado em Ciências Agrárias – Agronomia, Depto. de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO. e-mail: fernando.cabral@estudante.ifgoiano.edu.br.

<sup>3</sup> Estudante de Doutorado em Ciências Agrárias – Agronomia, Depto. de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO. e-mail: daniely\_karen@hotmail.com.

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Depto. de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO. e-mail: frederico.soares@ifgoiano.edu.br.

<sup>5</sup> Prof. Doutor, Depto. de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO. e-mail: marconibt@gmail.com.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Depto. de Recursos Naturais e Tecnologias Agropecuárias, IFMS, Naviraí, MS. e-mail: cicero.costa@ifms.edu.br.

## ABSTRACT

Due to the worldwide importance of corn (*Zea mays* L.) in the agribusiness, feed production and ethanol, several studies show the need for the correct nutrition of the plant. Nutrients such as potassium are of fundamental importance for the growth and development of the crop. The objective of this work was to evaluate the comparative effect between potassium fertilization with potassium chloride and concentrated sugarcane vinasse on the biometric variables of corn culture. The experiment was conducted at the experimental station of the Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, GO. The experimental design used was in randomized blocks, analyzed in a 2 x 4 factorial scheme, with three blocks. The treatments consisted of two potassium sources (concentrated vinasse and potassium chloride) and four potassium doses referring to 0, 50, 100 and 200% (0, 45, 90 and 180 kg ha<sup>-1</sup>) of the recommendation for the cultivation of corn. The morphological characteristics were evaluated at 30, 58 and 86 days after sowing, quantifying: plant height, stem diameter and leaf length. The data were submitted to analysis of variance by the F test at the level of 5% probability. Regardless of the source used (concentrated vinasse or potassium chloride), the 200% dose of the recommended potassium provides the highest plant height, stem diameter and leaf length at the end of the corn cycle.

**Keywords:** *Zea mays* L., potassium, biometry.

## INTRODUÇÃO

Atualmente a matriz produtiva de etanol no Brasil se baseia na cana-de-açúcar (JACQUES, 2019). Contudo, as usinas moem cana-de-açúcar apenas durante a safra, que normalmente pode durar até oito meses (MILANEZ et al., 2014). Dentre as biomassas que podem ser utilizadas como alternativa na produção de etanol destaca-se a cultura do milho, que é uma das mais cultivadas no mundo e tem expressiva participação na economia do Brasil, graças às condições favoráveis de cultivo e à utilização de materiais genéticos de alta qualidade (CONAB, 2017).

O resíduo orgânico oriundo da produção de etanol de cana-de-açúcar possui potencial para suprir as necessidades nutricionais de potássio de qualquer cultura, portanto, nas usinas *flex* (usinas que produzem etanol de milho e cana-de-açúcar), a vinhaça apresenta grande potencial como forma de suplementação orgânica de potássio e outros nutrientes para a cultura do milho (CRUZ et al., 2016).

O potássio (K) tem grande importância para o desenvolvimento das culturas pela grande quantidade extraída pelas plantas (RAIJ et al., 1997). Na cultura do milho, é o

segundo nutriente mais requerido no período reprodutivo e o primeiro no vegetativo (MENEZES et al., 2018), sendo acumulado em grande quantidade nos grãos. Aplicações na semeadura e em cobertura de potássio no milho cultivado em Latossolo de Cerrado, podem proporcionar maior eficiência agrônômica, diâmetro do caule, altura de planta, fitomassa seca, índice de colheita e produtividade, como observado por Petter et al. (2016), contudo, deve-se estipular a dosagem correta.

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 nas variáveis biométricas da cultura do milho.

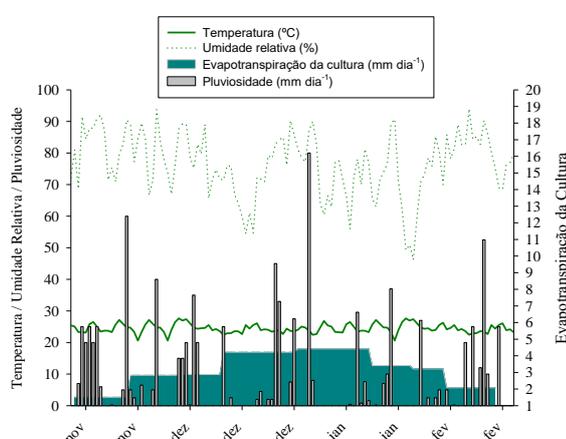
## MATERIAL E MÉTODOS

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

## CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO MILHO FERTIRRIGADO COM VINHAÇA E CLORETO DE POTÁSSIO

clima da região é classificado conforme Köppen e 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).

A precipitação pluvial observada durante os meses de cultivo do milho na safra 2018/19: novembro (267,30 mm); dezembro (241,20 mm); janeiro (182,30 mm); fevereiro (186,70 mm), conforme Figura 1.



**Figura 1.** Dados meteorológicos do município de Rio Verde e a evapotranspiração da cultura no período decorrente do experimento (Milho safra 2018/19). Fonte: Estação Normal INMET – Rio Verde - GO. Pluviômetro instalado na área de cultivo.

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% (0, 45, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de potássio) da recomendação para a cultura do milho (expectativa de rendimento de 12 t ha<sup>-1</sup>) 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.

O solo utilizado para o preenchimento dos vasos foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), fase Cerrado, de textura argilosa (SANTOS et al., 2018).

O solo foi coletado numa camada de 0,0-0,30 m de profundidade em uma área de Cerrado nativo pertencente ao IFGoiano – Campus Rio Verde, 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 distroférrico utilizado para o preenchimento dos vasos, na camada de 0,00–0,30 m de profundidade.

Prof. <sup>1</sup> (m)	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	H+Al	K	K	S	P	CaCl <sub>2</sub>
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>			pH	
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	SB	V%	m%
	Micronutrientes (mg dm <sup>-3</sup> )						cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		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 <sup>-1</sup> )			M.O.	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
	Argila	Silte	Areia	g dm <sup>-3</sup>	Relação entre bases					
0,0-0,3	502	49	449	27,6	3,6	25,3	7,1	0,5	0,2	0,02

<sup>1</sup>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<sup>-1</sup>; S (Enxofre): Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>; M.O. (Matéria orgânica): Método colorimétrico; B (Boro): água quente.Capacidade de troca catiônica (CTC); soma de bases (SB); saturação de bases (V%); saturação de alumínio (m%).

As características morfológicas foram avaliadas aos 30, 58 e 86 dias após a

semeadura (DAS), quantificando: Altura de Planta (AP - cm); Diâmetro de colmo (DC -

mm) e o Comprimento da folha (CF – cm). A AP foi mensurada com auxílio de fita métrica, a partir do solo até o colarinho da última folha totalmente expandida; O DC foi determinado pelo auxílio do paquímetro digital no terço inferior da planta; O CF foi mensurado com o auxílio de uma fita métrica.

Os dados das variáveis biométricas obtidos em cada fase de desenvolvimento 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® (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis biométricas analisadas ocorreu efeito significativo do fator isolado doses (D) para as variáveis comprimento da folha (CF) e altura de planta (AP) aos 30 e 86 dias após a semeadura (DAS) e diâmetro de colmo (DC) aos 58 e 86 DAS (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento da folha (CF) e altura de planta (AP) aos 30 e 86 dias após a semeadura (DAS) e o diâmetro de colmo (DC) aos 58 e 86 DAS do feijão-comum.

FV	GL	Quadrado médio					
		CF		AP		DC	
		30 DAS	86 DAS	30 DAS	86 DAS	58 DAS	86 DAS
Dose	3	56,45*	65,89*	0,006*	0,05*	3,90*	6,64*
Fonte	1	28,71 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>
Dose*Fonte	3	10,34 <sup>ns</sup>	36,92 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	2,11 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>
Bloco	2	31,22	0,20	0,001 <sup>ns</sup>	0,07	1,18	0,94
Resíduo	14	15,47	14,91	0,001	0,01	0,79	1,48
CV (%)		5,21	5,52	9,21	6,20	5,07	7,06

<sup>ns</sup> não significativo e \*, \*\* significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F. FV – Fonte de variação, GL – Grau de Liberdade, EA – Época de aplicação do bioestimulante e CV – Coeficiente de Variação.

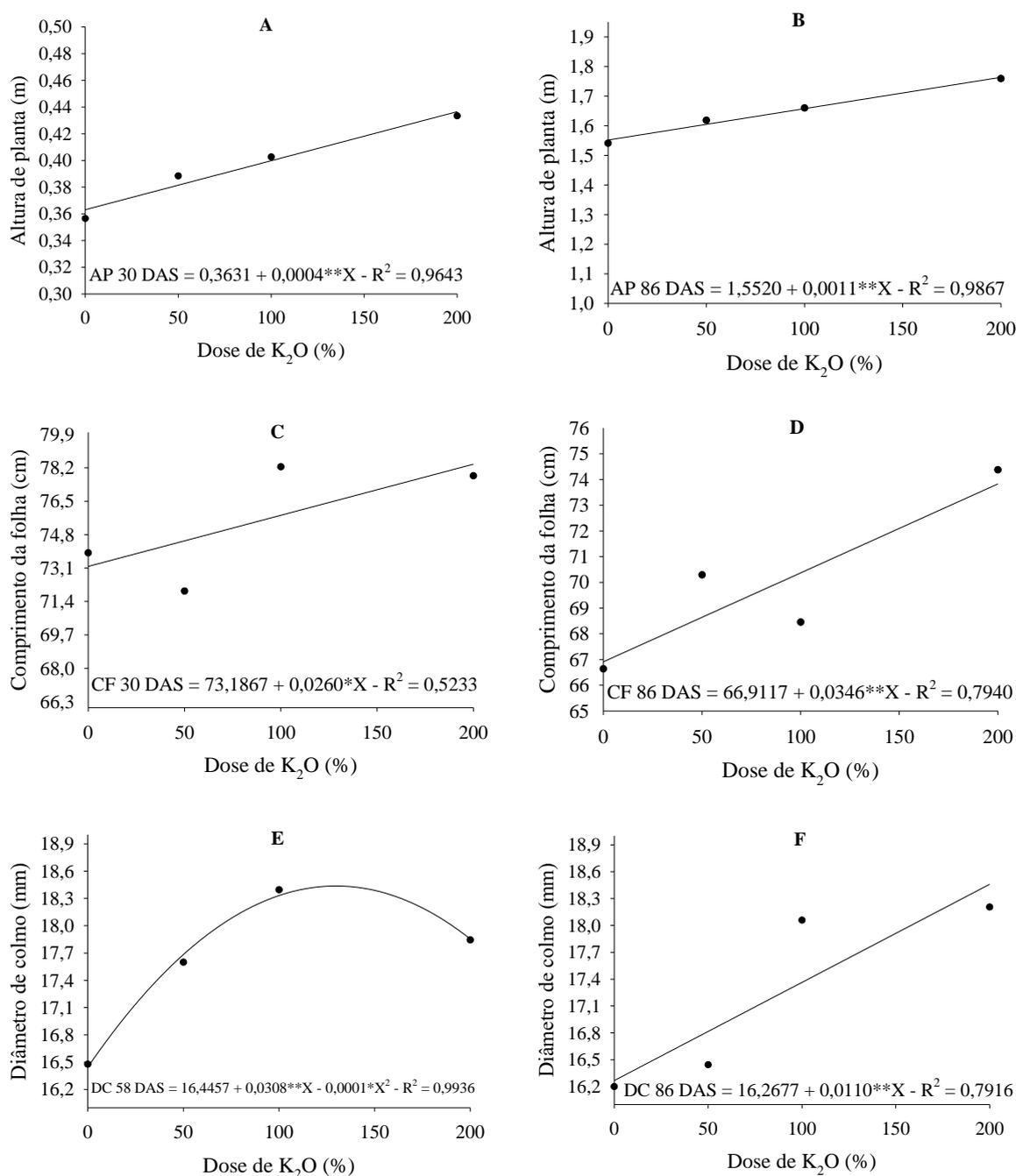
Conforme a Figura 2A e 2B a cada acréscimo de 50% (45 kg ha<sup>-1</sup>) na dose estima-se um aumento de 5,50% e 3,54% na AP, aos 30 e 86 DAS; 3,38% no DC aos 86 DAS (Figura 2F); 1,77% e 2,58% no CF aos 30 e 86 DAS (Figura 2C e 2D).

Os maiores valores AP, DC e CF foram observados na D de 200% e os menores valores na D de 0%, havendo redução estimada de 18,05% (0,08 m) e 12,41% (0,22 m) na AP aos 30 e 86 DAS, 11,91% (2,2 mm) no DC aos 86 DAS e, 6,63% (5,2 cm) e 9,37%

(6,92 cm) no CF aos 30 e 86 DAS, respectivamente.

Comportamento semelhante com relação a AP do milho foi observado por Silva et al. (2017), que obteve resposta linear, com altura máxima superior a 2 m. Somado a uma característica genética, de híbridos de milho com alturas superiores a 2 m, o aumento linear de altura conforme a maior disponibilização de potássio tem relação com a função deste nutriente nas plantas, atuando como promotor da assimilação de CO<sub>2</sub> (SILVA et al., 2017).

## CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO MILHO FERTIRRIGADO COM VINHAÇA E CLORETO DE POTÁSSIO



**Figura 2.** Altura de planta (AP) (A e B) e comprimento da folha (CF) (C e D) aos 30 e 86 dias após a semeadura (DAS) e, diâmetro de colmo (DC) do milho aos 58 e 86 DAS (E e F) em função das doses de potássio, Rio Verde, Goiás, safra 2018/2019. Doses: 0% = 0 kg ha<sup>-1</sup> de K; 50% = 45 kg ha<sup>-1</sup> de K; 100% = 90 kg ha<sup>-1</sup> de K; 200% = 180 kg ha<sup>-1</sup> de K.

Segundo Pariz et al. (2011) o aumento na altura de planta é fator importante para a cultura do milho, pois além de influenciar no aumento do acúmulo de biomassa, ocorre também maior absorção de nutrientes pela planta, que serão translocados para os grãos, influenciando diretamente na produtividade de grãos.

Basso et al. (2013) observaram incremento na altura do milho silagem conforme o aumento da dose de vinhaça, que foi superior a adubação mineral com cloreto de potássio, o que, neste estudo não ocorreu entre as fontes utilizadas. Contudo, apenas a tendência do milho em aumentar a altura conforme o aumento da dose de potássio. O

DC aos 58 DAS em função das doses (Figura 2E) adequou-se a equação polinomial de segundo grau, cujo maior DC foi estimado na D de 154%, igual a 18,81 mm. O menor DC também foi na D de 0% (16,45 mm).

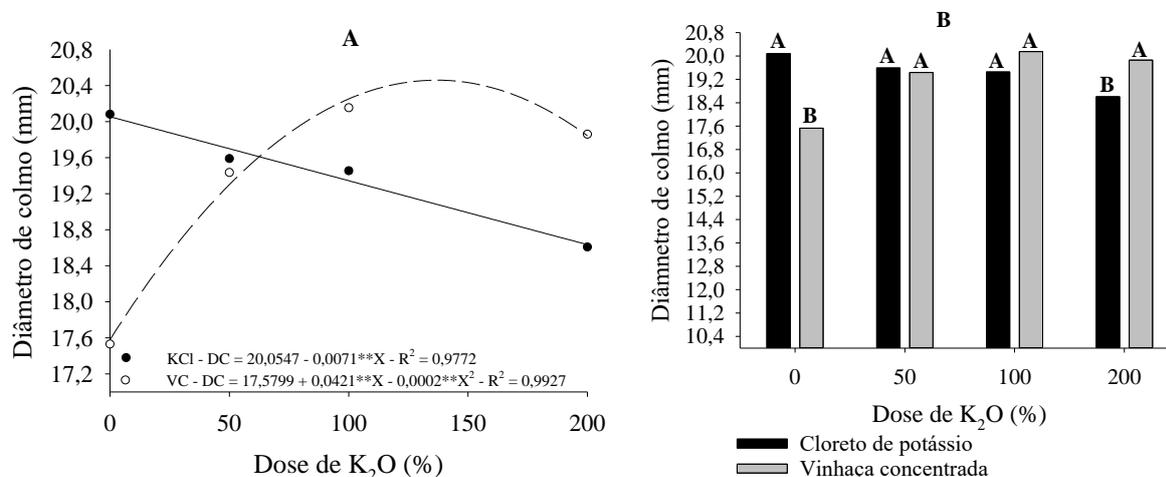
O DC aos 58 DAS em função das doses de potássio adequou-se a equação polinomial quadrática, cujo maior DC foi estimado na dose de potássio de 154% (138,6 kg ha<sup>-1</sup>), igual a 18,81 mm. O menor DC também foi verificado quando não foi realizada a fertirrigação com potássio na cultura do milho (16,45 mm) (Figura 2E).

O aumento do diâmetro de colmo é importante fator não apenas do ponto de vista de sustentação da planta de milho, evitando acamamentos e consequentes perdas no momento da colheita, mas também, como importante estrutura de armazenamento de fotoassimilados, como por exemplo, açúcares e o próprio nutriente potássio, que serão utilizados no crescimento e enchimento dos

grãos (CARMO et al., 2012; PETTER et al., 2016).

O efeito positivo do incremento das doses de potássio sobre o crescimento da planta de milho não é observado por alguns autores, como no caso de Valderrama et al. (2011) e Parente et al. (2016), contrastando ao resultados obtidos neste estudo, contudo, o aumento da altura de planta, diâmetro de colmo e componente foliar do milho em função do aumento das doses de potássio, pode ser explicado pelas funções estruturais e bioquímicas do potássio na planta, como por exemplo, ativador de diversas enzimas, importante na expansão celular, transporte de íons e células meristemáticas (PRADO, 2008).

Na Figura 3A, nota-se diferença no DC aos 30 DAS quando se avalia as doses em cada fonte de K utilizadas. Para a fonte vinhaça concentrada (VC), o DC adequou-se a equação polinomial do segundo grau, cuja dose de 105% proporcionou o maior DC, estimado em 19,80 mm.



**Figura 3.** Desdobramento da interação doses x fontes de potássio (cloreto de potássio – KCl e vinhaça concentrada – VC) para o diâmetro de colmo do milho (DC) aos 30 dias após a semeadura (DAS), Rio Verde, Goiás, safra 2018/2019. Doses: 0% = 0 kg ha<sup>-1</sup> de K; 50% = 45 kg ha<sup>-1</sup> de K; 100% = 90 kg ha<sup>-1</sup> de K; 200% = 180 kg ha<sup>-1</sup> de K.

Já para a fonte cloreto de potássio (KCl), o aumento da dose reduziu o DC na ordem de 0,36 mm a cada 50%. Assim, ocorreu a redução de 7,6% no DC quando comparadas as doses de 0 e 200%. Ocorreu diferença estatística quando comparada as fontes utilizadas apenas nas D de 0% e 200% (Figura 3B), em que a fonte KCl proporcionou

aumento de 14,6% no DC quando contrastada com a fonte VC na dose 0% e, redução de 6,3% na dose de 200% (180 kg ha<sup>-1</sup>).

A diferença no DC entre as fontes VC e KCl na dose de 0%, na primeira avaliação, pode ser justificada pela semeadura manual nos vasos, que não garante uniformidade da profundidade da semente e adubo, acarretando

## CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO MILHO FERTIRRIGADO COM VINHAÇA E CLORETO DE POTÁSSIO

variações nos parâmetros biométricos das plantas no início do seu crescimento e desenvolvimento (TEXEIRA et al., 2018).

### CONCLUSÕES

Independente da fonte utilizada (vinhaça concentrada ou cloreto de potássio), a dose de 200% (180 kg ha<sup>-1</sup> de potássio) da recomendada de potássio proporciona a maior altura de planta, diâmetro de colmo e comprimento da folha no final do ciclo do milho.

### 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

BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; LAMEGO, F. P.; SOMAVILLA, L.; BRIGO, T. J. Vinhaça como fonte de potássio: resposta da sucessão aveia-preta/milho silagem/milho safrinha e alterações químicas do solo na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, abr, 2013.

CARMO, M. S., CRUZ, S. C. S., SOUZA, E. J., CAMPOS, L. F. C., MACHADO, C. G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*). **Bioscience Journal**, v. 28 (Supplement 1): 223–231, 2012.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Quarto levantamento da safra brasileira de grãos da Conab e IBGE**. Brasil, 2017. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_01\\_11\\_11\\_30\\_39\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf)>. Acesso em: 19/05/2018.

CRUZ, Z. S.; ANDRADE, I. C. B.; SOUZA, R. R.; FACCIOLI, G. G. Efluentes da indústria canavieira do estado de Sergipe. **Revista Exata e Tecnológica**, v. 2, n. 2, p. 27-36, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

JACQUES, K. A. S. O agronegócio da cana-de-açúcar e os preços dos combustíveis no estado de Minas gerais. **Revista interface**, v. 16, n. 1, 2019.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

MENEZES, J. F. S.; BERTI, M. P. S.; VIEIRA JÚNIOR, V. D.; RIBEIRO, R. L.; BERTI, C. L. F. Extração e exportação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo milho adubado com dejetos de suínos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 3, p. 55-59, jul./set. 2018.

MILANEZ, A. Y.; NYKO, D.; VALENTE, M. S.; et al. A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política. **Revista do BNDES**, v. 41, junho, 2014.

PARENTE, T. L.; LAZARINI, E.; CAIONI, S.; SOUZA, L. G. M.; PIVETTA, R. S.; BOSSOLANI, 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, julho-setembro, 2016.

- PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p.875-882, 2011.
- PETTER, F. A.; ANDRADE, F. R.; ZUFFO, A. M.; MONTEIRO, M. M. S.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. Doses e épocas de aplicação de potássio no desempenho agrônomo do milho no cerrado piauiense. **Com. Sci.**, Bom Jesus, v. 7, n. 3, p. 372-382, Ago./Out. 2016. DOI: 10.14295/CS.v7i3.1218
- PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo, SP: Unesp, 2008. 408p.
- 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 Agrônomo Campinas, 1997. 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.
- 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.
- TEIXEIRA, H. R. S.; LIMA, E. A.; MIELEZRSKI, F.; SILVA, A. F.; OLIVEIRA, A. M. Efeito da profundidade de adubação e semeadura na cultura do milho. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 27, n. 1, p.91-100, 2018
- SILVA, D. C. O.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; SOUSA, A. A.; BARRETO, G. F.; SILVA, C. N. Curvas de crescimento de plantas de mandioca submetidas a doses de potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 2, p. 158-165, 2017.
- SILVA, W. C.; MOTA, A. M. D.; SILVA, C. S.; BRITO, L. L. M.; SILVA, J. M. F.; CAMARA, F. T. Resposta do milho a doses de NPK na semeadura e de N em cobertura em sistema de plantio convencional. **Revista Espacios**, v. 38, n. 36, 2017.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 254 - 263, 2011.