



SUBSTITUIÇÃO DA ADUBAÇÃO MINERAL POTÁSSICA NO MILHO VIA FORNECIMENTO DE VINHAÇA

SUBSTITUTION OF POTASSIC MINERAL FERTILIZATION IN CORN VIA SUPPLYING VINHAÇA

Mario Peretti Filho¹

Daniel Dias Valadão Júnior²

Franciele Caroline de Assis Valadão³

Resumo

O objetivo desse trabalho foi estabelecer parâmetros que possam permitir a substituição da adubação potássica mineral pela adubação orgânica utilizando vinhaça na cultura do milho. O experimento ocorreu na área de produção Fazenda Campo Verde, localizada no município de Campo Novo do Parecis - MT, em um Latossolo Vermelho Distrófico típico. Os tratamentos foram constituídos por divisões entre doses de vinhaça e adubação mineral calculadas em porcentagem, distribuídos no campo em blocos casualizados, com 6 tratamentos e 4 repetições. As variáveis analisadas na planta foram: estande, altura de planta, teor de potássio na planta, número de fileiras por espiga, diâmetro do sabugo, massa seca da parte aérea e produtividade de grãos. No solo foi avaliado: pH em CaCl₂. Os valores de pH do solo, potássio na planta, diâmetro do sabugo, número de fileiras de grãos por espiga e a produtividade foram influenciados pelas combinações entre adubação química e a vinhaça. Levando em consideração a produtividade de grãos, não se recomenda a substituição completa do adubo mineral pela vinhaça sendo o percentual de 46,19% o máximo indicado.

Palavras-chave: *zea mays*, fertirrigação, resíduo de cana-de-açúcar.

¹Engenheiro Agrônomo, formado pelo IFMT-Campus Campo Novo do Parecis. E-mail: mariocnp@hotmail.com

²Professor Doutor do IFMT-Campus Campo Novo do Parecis, E-mail: daniel.valadao@ifmt.edu.br

³Professora Doutora do IFMT-Campus Campo Novo do Parecis, E-mail: franciele.valadao@ifmt.edu.br

Abstract

The objective of this work was to establish parameters that can allow the substitution of mineral potassium fertilization for organic fertilization using vinasse in the corn culture. The experiment took place in the Fazenda Campo Verde production area, located in the municipality of Campo Novo do Parecis - MT, in a Latossolo Vermelho Distrófico típico. The treatments consisted of divisions between doses of vinasse and mineral fertilization calculated in percentage, distributed in the field in randomized blocks, with 6 treatments and 4 repetitions. The variables analyzed in the plant were: stand, plant height, potassium content in the plant, number of rows per ear, cob diameter, shoot dry mass and grain yield. In the soil it was evaluated: pH in CaCl₂. The pH values of the soil, potassium in the plant, diameter of the cob, number of rows of grains per ear and productivity, were influenced by the combinations between chemical fertilization and vinasse. Taking into account the grain yield, it is not recommended to completely replace the mineral fertilizer with vinasse, the percentage of 46.19% being the maximum indicated.

Keywords: *zea mays*, fertigation, sugarcane residue.

1. INTRODUÇÃO

Vários fatores podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, com consequência sobre a produtividade e a rentabilidade, entre eles o desbalanço de nutrientes no solo, como, quando ocorre um aumento excessivo de potássio. Nesse caso, pode ocorrer a inibição de absorção Ca e Mg pela planta, chegando a ocasionar a deficiência dos mesmos. Desta forma, os teores dos macronutrientes no solo não devem ser considerados por si só, para a sua recomendação na hora da aplicação no solo para que seja suprido a necessidade nutricional da planta (SILVA *et al.*, 2016).

O potássio mineral em solução do solo, movimenta-se verticalmente, acompanhando a água que está em processo de infiltração para camadas mais profundas, por conta disso, esse elemento pode ser facilmente perdido por lixiviação, ou seja, passar a estar em camadas em que o sistema radicular não consegue acessar (OLIVEIRA e VILLAS BOAS, 2008). Convém ressaltar que essa movimentação depende de características intrínsecas do solo, como, o tipo de solo, a textura, capacidade de troca de cátions e de características externas, como regime pluviométrico, dose e tipo de fertilizante.

Como forma de repor o potássio perdido se recorre a adubação mineral, onde a principal fonte é o cloreto de potássio (KCl), sendo que em culturas anuais ela pode ser feita a lanço ou em sulco de semeadura. Por conta do seu alto teor salino em maiores doses do fertilizante, é recomendado que se faça o parcelamento entre a semeadura e a adubação de cobertura, para que assim, não possa prejudicar a cultura de interesse comercial. Malavolta (2006) resalta que a alta solubilidade do KCl, aplicado no sulco de semeadura, pode prejudicar a germinação das sementes ou o desenvolvimento das plântulas. Por outro lado, a aplicação a lanço pode não suprir a quantidade adequada de potássio (SALTON *et al.*, 2002).

Por conta desses problemas e da crescente pressão da social por uma produção mais sustentável, há uma busca constante, visando acrescentar novas fontes de nutrientes para as culturas, tanto anuais quanto perenes. Para a cultura do milho, em regiões produtoras de cana-de-açúcar, poderia se reduzir a utilização de fontes industrializadas de potássio substituindo-as por fontes renováveis, como por exemplo, a vinhaça, que irá fornecer não apenas o potássio, mas também outros nutrientes, matéria orgânica e grande quantidade de água.

A vinhaça é um resíduo resultante da extração de etanol e açúcar, onde em média, para cada litro de álcool produzido há a geração de 13 litros desse produto (SOUZA *et al.*, 2015). Após a geração, a eliminação passa a ser um problema, pois, por conta da sua corrosibilidade e

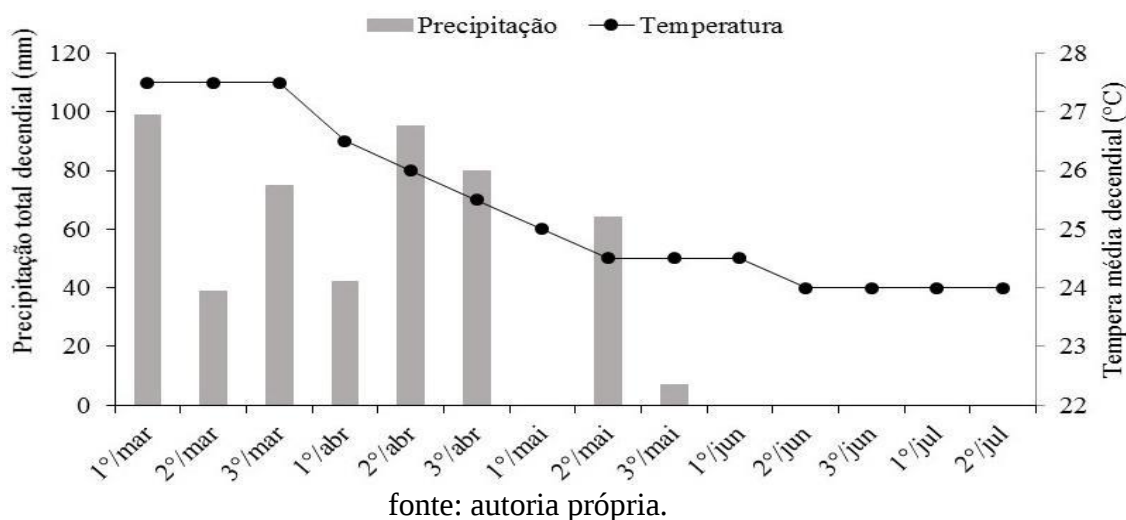
alta putrefação (SOUZA *et al*, 2015) ele não pode ser simplesmente descartado no meio ambiente exigindo estratégias que são caras e complexas. Logo, juntando a necessidade de adubação e a de se eliminar o produto de forma rápida e econômica uma alternativa é o aproveitamento em solos de cultivo, principalmente da cana-de-açúcar, mas que também podem ser aproveitados para outras culturas.

Segundo Barros *et al.* (2010), entre os efeitos associados à adição da vinhaça ao solo está a elevação do pH, e a elevação da CTC devido ao grande aporte de matéria orgânica, no qual diminui os riscos de lixiviação de cátions e o aumento dos teores de macronutrientes no solo. Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo estabelecer parâmetros que possam permitir a substituição da adubação potássica mineral pela adubação orgânica utilizando vinhaça na cultura do milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área de produção da fazenda Campo Verde, localizada na BR 364, Km 864, Zona Rural do Município de Campo Novo do Parecis, estado de Mato Grosso, cuja coordenadas são: latitude 13°49'25'' e longitude 57°52'34.45''. O clima local é Equatorial quente e úmido, com precipitação média 1.750 mm, temperatura média anual de 24°C e estando numa altitude de 572 metros (LIRA, 2011). As condições climáticas no período em que a cultura permaneceu a campo podem ser visualizadas na Figura 1, apresentando uma precipitação média de 501 mm e uma temperatura média de 24,75 °C.

Figura 1. Precipitação total e temperatura média decendial durante os meses de março a julho de 2017.



O solo local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico cuja caracterização da camada de 0,0 a 0,2 m, antes da implantação encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise física e química do solo da área experimental

Profundidade	P	K	Ca	Mg	Al	H	M.O	V	pH	S	CTC	Areia	Silte	Argila	
Cm	-mg/dm³-		——cmol/dm³——				g/dm³	%	Água	CaCl₂	cmol/dm³	——g/kg——			
00-20	16,1	85,6	2,6	1,0	0,0	3,73	32,1	51,11	6,0	5,3	3,9	7,6	140	182	678

* pH (H₂O) – em água na proporção de 1:2,5 (solo: água); * pH (CaCl₂) – em solução de cloreto 0,01M, na proporção 1:2,5 (solo: CaCl₂); * P e K – extraídos com solução de HCl 0,05 N e H₂SO₄ 0,025N (Mehlich); * Ca, Mg e Al – extraídos com solução de cloreto de potássio 1 N; * H – extraído com acetato de cálcio a pH=7; * Matéria Orgânica – Oxidação com bicromato de potássio e determinação colorimétrica; * Areia, Silte e Argila – dispersante NaOH, e determinação por densímetro;

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições, onde: T1 com 100% adubação mineral e 0% adubação com vinhaça, T2 com 80% adubação mineral e 20% adubação com vinhaça, T3 com 60% adubação mineral e 40% adubação com vinhaça, T4 com 40% adubação mineral e 60% adubação com vinhaça, T5 com 20% adubação mineral e 80% adubação com vinhaça, T6 com 0% adubação mineral e 100% adubação com vinhaça, sendo divididas em semeadura e cobertura.

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise química do solo e da vinhaça (TABELA 2), seguindo recomendação de Sousa e Lobato (2004). Assim, a dose utilizada foi de 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Tendo como fonte o KCl para a mineral e para a vinhaça como adubação orgânica. Foram utilizados ainda 30 kg ha⁻¹ de N, tendo como fonte a uréia e 80 kg ha⁻¹ de P, como fonte o Superfosfato triplo, padronizados para todas as parcelas, aplicados a lanço.

Tabela 2. Características química da vinhaça utilizada no experimento

Amostras	Macronutrientes (g/L)						Outras determinações	
	N (Total)	P ₂ O ₅ (Total)	K ₂ O (Total)	Ca	Mg	S	Mat. Org. (g/L)	pH
Captação no motor	0,7	0,05	0,84	0,20	0,10	1,7	6,48	4,2

Por ser uma área de cana-de-açúcar, primeiro foi realizada a gradagem e destruição completa da soqueira. No dia 6 de março de 2017 foi realizado a semeadura da cultura do milho, cultivar 30F53VYH, de forma mecanizada com espaçamento entre linhas de 0,90 m e densidade

de 5,9 plantas por metro⁻¹ a profundidade de semeadura de 0,02 m, de forma a manter uma população de 60.000 mil plantas por hectare. Cada parcela foi composta por sete linhas de 10 m de comprimento espaçadas 0,45 m. Para área útil foram consideradas as três linhas centrais, descartando-se 0,50 m de cada extremidade.

A adubação de cobertura foi realizada em 31 DAE (dias após a emergência) com base na produtividade esperada (superior a 8 t ha⁻¹). Para o potássio foram utilizados 30 kg ha⁻¹ como fonte o KCl e a vinhaça. Para o nitrogênio foram utilizados 70 kg ha⁻¹ como fonte a uréia, de forma padronizada para todas as parcelas.

A aplicação de vinhaça foi feita com o auxílio de regadores com capacidade máxima de 20 L, no qual era realizado a metragem do volume coletado, que era captada no canal de distribuição construído pela usina Coprodia.

Foram realizadas três aplicações de fungicidas em todo o ciclo da cultura, sendo a primeira aplicação aos 21 dias após a emergência (DAE) com os ingredientes ativos fluxapiraxade + piraclostrobina (0,35 L ha⁻¹) mais mancozebe (1,5 kg ha⁻¹), a segunda aplicação ocorreu aos 35 DAE com os ingredientes ativos azoxistrobina + ciproconazol (0,30 L ha⁻¹) mais picoxistrobina + benzovindiflupir (0,35 L ha⁻¹), e a terceira aplicação ocorreu aos 51 DAE com os ingredientes ativos piraclostrobina + epoxiconazol (0,40 L ha⁻¹) mais mancozebe (1,65 kg ha⁻¹).

Para o controle dos insetos praga dentro da área do experimento foi necessário a realização de três aplicações durante todo o ciclo da cultura, a primeira aplicação ocorreu em V3 com o ingrediente ativo tiametoxam + lambda-cialotrina (0,30 L ha⁻¹) com foco em controlar a vaquinha (*Diabrotica speciosa*), a segunda aplicação ocorreu em R1 com os ingredientes ativos imidacloprido + bifentrina (0,35 L ha⁻¹) mais imidacloprid (0,20 kg ha⁻¹), e a terceira e última aplicação foi realizada em R5.2 com os ingredientes ativos metomil (1,0 L ha⁻¹) mais tiametoxam + lambda-cialotrina (0,25 L ha⁻¹) com foco em controlar a mosca-da-espiga (*Euxesta spp.*).

As variáveis analisadas foram:

- a. Estande de plantas (plantas ha⁻¹): aos 15 dias, após a semeadura contou-se número de plantas emergidas dentro da área útil em cada parcela. A partir dessa contagem se extrapolou para a população de plantas por ha;
- b. Altura de planta (cm): quando as plantas atingiram o estágio R1 com o auxílio de uma fita métrica mediu-se a altura da planta, partindo do solo até a altura do pendão;

- c. Massa seca da parte aérea (kg ha^{-1}): foram coletadas três plantas de forma aleatória dentro da área útil da parcela em R1, e secas em estufa de ventilação forçada a 65°C até massa constante;
- d. Teor de potássio na parte aérea (g kg^{-1}): as plantas utilizadas para a obtenção da massa seca foram moídas e utilizando o extrator de digestão úmida $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ (3:1), foi determinado o teor de K no tecido (EMBRAPA, 2009);
- e. pH do solo (CaCl_2): na colheita do milho foi coletado 0,40 kg de solo de cada parcela em uma profundidade de 0,0-0,20 m dentro da área útil, sendo o mesmo destorroado, peneirado e seco ao ar livre para posterior análise (EMBRAPA, 2009).
- f. Número de fileiras e diâmetro do sabugo (cm): após a maturação fisiológica da cultura aos 126 dias após a emergência foi realizada a colheita e escolhidas aleatoriamente 10 espigas por parcelas onde se contou o número de fileiras e mediu-se o diâmetro do sabugo.
- g. Produtividade (kg ha^{-1}): foi realizada a colheita da área útil total das parcelas, debulha de forma mecanizada dos grãos, pesados e transformados os valores obtidos em kg ha^{-1} . Para a padronização foi determinada a umidade dos grãos e o valor corrigido para 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando F significativo ($p < 0,01$), foi aplicado a análise de regressão em relação às doses de vinhaça. As análises estatísticas foram realizadas no programa SISVAR (FERREIRA, 2011). Para a escolha dos modelos foi verificado o valor do R^2 e a significância dos parâmetros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante todo o desenvolvimento da cultura, não ocorreu em nenhum momento, condições ambientais, como deficiência hídrica e variações térmicas, que possam ter influenciado nos resultados. Além disso, o controle de insetos, pragas, doenças e plantas invasoras foi efetivo evitando danos à cultura.

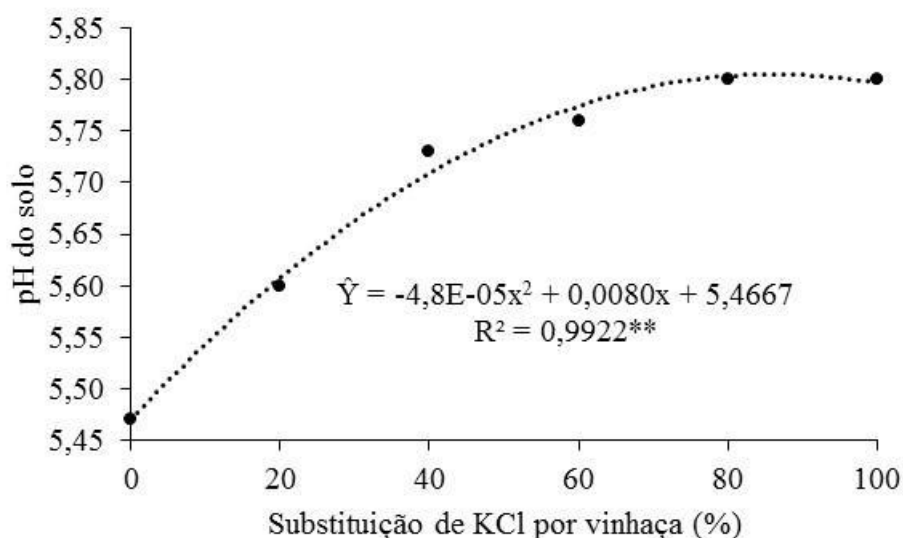
Com a aplicação da análise de variância foi verificado que: estande de plantas, altura de planta e massa seca da parte aérea não foram afetadas pelas doses de vinhaça. Enquanto houve significância para pH do solo, teor de potássio na planta, diâmetro do sabugo, número de fileiras por espiga e a produtividade.

Para as variáveis que não apresentaram influência das doses de vinhaça as médias gerais foram: estande de plantas com $58.789 \text{ plantas ha}^{-1}$; altura de planta com 1,73 m e massa seca de parte aérea com um total de $5.133,9 \text{ kg ha}^{-1}$. Esses resultados indicam que a variação

na dose de vinhaça não afetou as características do solo que interferem na germinação como é o caso da condutividade elétrica, umidade e temperatura. Além disso, o fato de não haver diferença na altura e na massa indica que não houve tendência das plantas investirem em massa em detrimento da produção, o que evidencia a possibilidade de uso da vinhaça em substituição a fonte mineral.

Ao analisar o pH do solo foi observado um incremento dos valores com as doses de vinhaça, no entanto, o modelo que melhor se ajustou foi um polinomial de 2º grau (FIGURA 2), indicando que as respostas em maiores doses tendem a diminuir, ou seja, invés de aumentar o pH começa a reduzir. No estudo realizado por Bebé et al. (2008) também foi observado o aumento do pH do solo, justificando que isso ocorre pela substituição dos íons de H^+ por K^+ oriundos da vinhaça.

Figura 2 - Valores de pH do solo em relação a substituição da adubação mineral potássica no milho via fornecimento de vinhaça. ** Significativo a 0,01 de probabilidade.



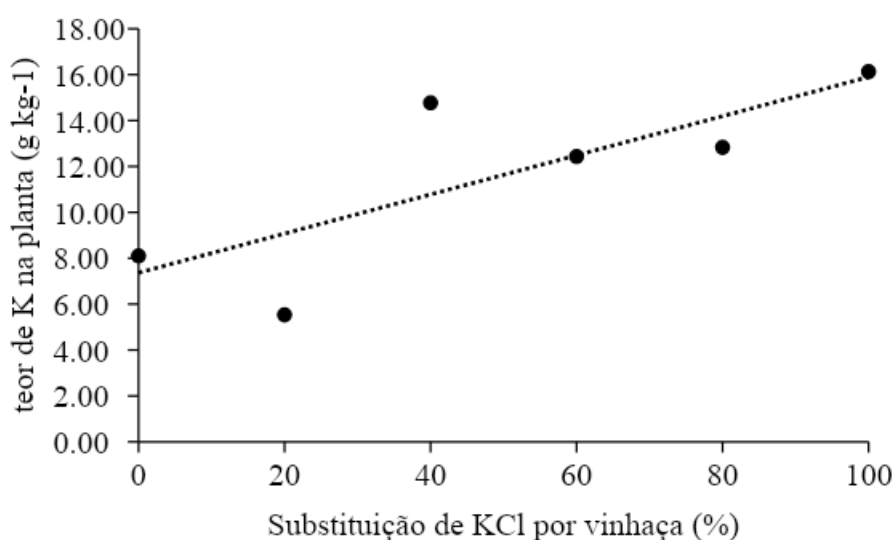
fonte: autoria própria.

Segundo Barros et al. (2010), o pH pode sofrer redução considerável, para, posteriormente, elevar-se abruptamente, podendo alcançar valores superiores a 7,0, provavelmente, devido à ação de microrganismos. Salienta-se, ainda, que a vinhaça apresenta N na forma de amônia (NH_3) e que, quando adicionado ao solo, se transforma em amônio (NH_4^+) utilizando H^+ da solução do solo, o que eleva o pH; entretanto esta elevação do pH pela NH_3 , deve ser desconsiderada em virtude da reação de nitrificação que transforma o NH_4^+ em nitrato (NO_3^-) e o H^+ é liberado para a solução do solo acidificando o mesmo. Como o pH do

solo se manteve o efeito corretivo foi maior que o da acidificação da vinhaça (SILVA et al., 2014).

Para o teor de K na planta (FIGURA 3), houve resposta significativa para as doses de vinhaça utilizadas, sendo que para cada ponto de aumento da vinhaça, houve um incremento de $0,08 \text{ g kg}^{-1}$ de K, indicando um fornecimento mais eficiente da vinhaça em relação ao adubo mineral. Normalmente, quanto maior o valor de K aplicado no solo, maior a possibilidade de absorção do elemento pela planta, fato verificado também por Paula et al. (1999), onde observaram que quanto maior o volume de vinhaça aplicado, maior a proporção de K no solo, podendo aumentar a chance de absorção, incrementando o teor na planta. No entanto, pela resposta obtida não basta apenas a dose, havendo uma grande influência da fonte utilizada.

Figura 3 - Teor de K na planta em relação a substituição da adubação mineral potássica no milho via fornecimento de vinhaça. ** Significativo a 0,01 de probabilidade.

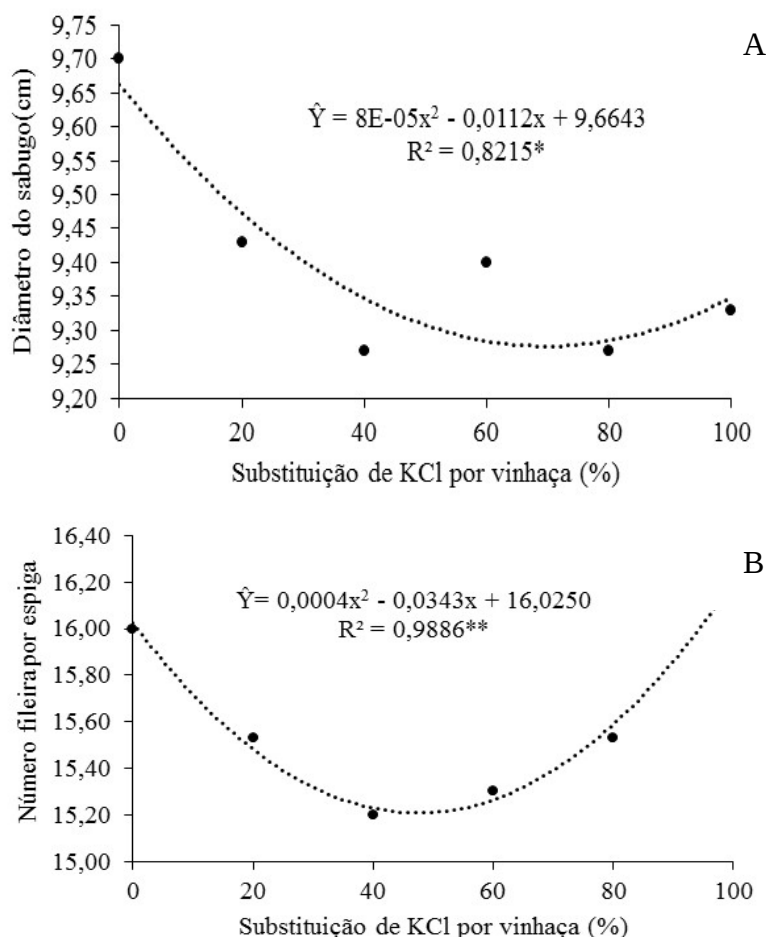


fonte: autoria própria.

As variáveis diâmetro do sabugo e número de fileiras por espiga apresentaram respostas semelhantes em função das doses de vinhaça, para ambas o modelo que melhor se ajustou foi o polinomial de segundo grau inverso (FIGURA 4A e FIGURA 4B). No caso do diâmetro de sabugo o valor foi 9,70 cm no tratamento 1 para 9,35 cm no tratamento 6. Civardi et al. (2011) que observaram uma correlação positiva entre diâmetro e produtividade de grãos.

Figura 4 - Diâmetro do sabugo (A) e número de fileira por espiga (B) em relação a substituição da adubação mineral potássica no milho via fornecimento de vinhaça.

* Significativo a 0,05 de probabilidade. ** Significativo a 0,01 de probabilidade.



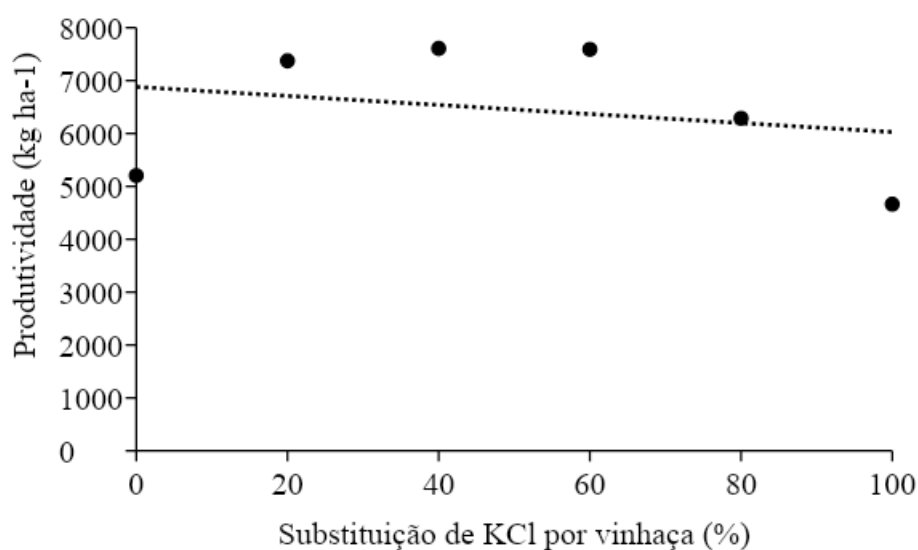
fonte: autoria própria.

No caso da produtividade, a média geral foi de 6.453,88 kg ha⁻¹ ou 107,3 Sc ha⁻¹ com resposta significativa para a combinação entre adubação mineral e adubação com vinhaça (FIGURA 5). Ao calcular o ponto máximo da curva verifica-se que a produtividade foi obtida na dose de 46,19% de vinhaça com 7.778,43 kg ha⁻¹ ou 129 Sc ha⁻¹. Essa resposta indica que quando se observa a produtividade de grãos a máxima produtividade ocorre quando se combina as duas fontes, ou seja, não se recomenda a aplicação somente da fonte alternativa. Bebé et al. (2008) encontraram que para peso seco da parte aérea, rendimento máximo relativo de peso seco da parte aérea e peso seco de raiz os maiores valores foram obtidos com a aplicação do nível de 25% da necessidade e que ao contrário do presente estudo a aplicação de 100% da

recomendação de potássio via vinhaça não foi suficiente para o máximo desenvolvimento das plantas de milho.

Essa resposta diferenciada pode ocorrer por vários motivos, entre eles: tipo de solo, saturação de Ca e Mg na solução do solo e concentração inicial de K no solo (TAKASU et al., 2012). Segundo Nolla et al. (2015) doses inadequadas podem causar produção abaixo do esperado (doses baixas) ou desequilíbrio nutricional, contaminação do lençol freático e salinização (doses excessivas).

Figura 5. Produtividade em relação a substituição da adubação mineral potássica no milho via fornecimento da vinhaça. ** Significativo a 0,01 de probabilidade.



fonte: autoria própria.

4. CONCLUSÃO

Levando em consideração a produtividade de grãos, não se recomenda a substituição completa do adubo mineral pela vinhaça sendo o percentual de 46,19% o máximo indicado. Como sugestão para trabalhos futuros deve-se testar os efeitos residuais da vinhaça, ou seja, a persistência da mesma no solo, bem como, em outras texturas e verificar se os resultados se repetem. Assim, esse trabalho deixa uma possibilidade para produtores de cana-de-açúcar com acesso a vinhaça, em utilizar a mesma como parte da adubação das culturas de grãos.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao proprietário da Fazenda Campo Verde por ceder a área de cultivo e os defensivos agrícolas para a realização do trabalho e a Usina COPRODIA pela disponibilização da vinhaça.

6. REFERÊNCIAS

BARROS, R.P.; VIÉGAS, P.R.A.; SILVA, T.L.; SOUZA, R.M; BARBOSA, L; VIÉGAS, R.A.; BARRETTO, M.C.V.; MELO, A.S. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.3, p.341-346, 2010.

BEBÉ, F.V; SILVA, G.B; BARROS, M.F.C.; CAMPOS, M.C.C. Desenvolvimento do milho e alterações químicas em solo sob aplicação de vinhaça. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. São Cristóvão, v.08, n.2, p.191-196, 2008.

CIVARDI, E.A; SILVEIRA NETO, A.N.; RAGAGNIN, V.A.; GODOY, E.R; BROD, E. 2011. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e uréia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.41, n.1, p.52-59, 2011.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2009. 627 p.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paula: Agronômica Ceres, 2006.

NOLLA, A; VILA, E.J.P.; SANTINI, C.O.; SILVA, W.; FEDRI, G, SILVA, T.R.B. Dosagem para fertilização com vinhaça baseada no crescimento radicular da cultura do milho. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.4, n.2, p.134-143, 2015.

OLIVEIRA, M. V. A. M. de; VILLAS BOAS, R. L. Uniformidade de distribuição do potássio e do nitrogênio em sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 95-103, 2008.

PAULA, M.B; HOLANDA, F.S.R; MESQUITA, H.A; CARVALHO, V.D. Uso de vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p.1217-1222, 1999.

SALTON, J. C.; FABRICIO, A.C.; TIRLONI, C.; GANCEDO, M. **Cloreto de potássio na linha de semeadura pode causar danos a soja**. Dourados: Embrapa, 2002. (Comunicado Técnico 64).

SILVA, A.N.; BASSO, C.J.; MURARO, D.S; BREITENBACH, D.A. Doses de potássio no trigo cultivado em sucessão ao milho silagem. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n.23, p.509-520, 2016.

SILVA, A.P.M; BONO, J.A.M; PEREIRA, F.A.R. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.18, n.1, p.38-43, 2014.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

SOUZA, J.K.C.; MESQUITA, F.O.; DANTAS NETO, J.; SOUZA, M.M.A.; FARIAS, C.H.A.; MENDES, H.C.; NUNES, R.M.A. Fertirrigação com vinhaça na produção de cana-de-açúcar. **Revista ACSA: Agropecuária Científica no Semiárido**. Patos, v.11, n.2, p.7-12. 2015.