



RESPOSTA DA CULTURA DO MILHO À APLICAÇÃO DE VINHAÇA COMO FONTE DE POTÁSSIO

ANSWERING OF CORN CULTURE TO THE APPLICATION OF VINASSE AS POTASSIUM SOURCE

Artigo
Completo

Alessandro da Silva¹
Juan Gabriel Cristhoffer Lopes Ruiz¹
Leonardo Mendes Viana¹
Luis Mendes Viana¹

¹Centro Universitário UNIFAFIBE. Departamento de agronomia. Bebedouro - SP, Brasil.

*Autor para correspondência: leonardo.viiana@hotmail.com

RESUMO

O milho (*Zea Mays*) se destaca no Brasil por sua produção em larga escala juntamente com a variedades de produtos que podem ser produzidas a partir do grão ou da planta em si, tornando-o fundamental na economia do país, assim como, para a sociedade. Este experimento foi conduzido em casa de vegetação no município de Bebedouro-SP, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de doses de vinhaça sob as características agrônômicas de plantas de milho. O solo utilizado foi um LATOSSOLO VERMELHO. O delineamento experimental empregado foi em blocos completos casualizados constituídos por cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais que foram compostas por vasos com capacidade para 3,6 dm³ de solo. Os tratamentos corresponderam a 5 doses de vinhaça: 0, 4375, 8750, 13125 e 17500 L ha⁻¹. Cada vaso foi constituído por duas plantas e a vinhaça foi aplicada no primeiro dia de semeadura. Decorridos 55 dias após a emergência, foram coletados os dados dos parâmetros vegetativos: altura de planta, diâmetro da planta, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea. Os resultados foram submetidos a análise de Tukey, com o teste de F a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR, resultando em gráficos de regressão quadrática. Verificou-se que as diferentes doses de vinhaça promoveram alterações significativas nos parâmetros vegetativos analisados, exceto no diâmetro.

Palavras-chave: Adubação, Doses, Parâmetros.

ABSTRACT

The corn plant (*Zea mays*) is highlighted in Brazil due to its large scale with the product variety that may be produced from the plant or its grain, becoming essential to the country economy as well as for the society. This experiment was conducted in greenhouse in Bebedouro, SP, with the objective applying vinasse rates in the agronomic characteristics of corn plants. The soil used was an oxisol. The experimental design was a randomized complete block consisting of five treatments and four replicates, totaling 20 experimental units, which were composed of pots with a capacity of 3.6 dm³ of soil. Treatments correspond to 5 doses of vinasse: 0, 4375, 8750, 13125 and 17500 L.ha⁻¹. Each pot consisted of two plants and the vineyard was applied on the first day of sowing. After 55 days after emergence, the data on the vegetative parameters were collected: plant height, plant diameter, shoot fresh mass and shoot dry mass. The results were used for Tukey analysis, with a 5% probability F test, using the SISVAR program, resulting in quadratic regression graphs. The different doses of vinasse altered the alterations in the vegetative parameters analyzed, except the diameter.

Key words: Fertilization, Dose, Parameters.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays*) tem grande importância econômica e social, é um grão utilizado para a alimentação humana, animal e outros fins, devido a esse fato sua produção, não só no Brasil, mas mundialmente, é de larga escala. Na safra 2017/18 o Brasil teve uma área plantada de 16,6 milhões de hectares de milho, o que rendeu uma produção de 88,62 milhões de toneladas e produtividade média de 5.336 de kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

O milho, apesar de ter uma taxa fotossintética expressiva resultante do seu metabolismo C4, é muito sensível e pode ser facilmente influenciado por estresses ambientais, dentre eles a fertilidade do solo (DARTORA et al., 2013). Segundo Costa et al. (2012), nos manejos adotados para se obter um índice satisfatório na produtividade, deve-se ter atenção especial para o fornecimento da adubação, pois a cultura do milho demanda de grande disponibilidade de nutrientes, principalmente o potássio e fósforo, devido à abundância em seu tecido vegetal. Entretanto, deve-se estudar o uso da adubação nos cultivos agrícolas, pois a definição das doses a serem aplicadas é um fator limitante para garantir o sucesso da atividade, portanto, a mesma deve ser definida com base nas diretrizes técnicas fundamentadas nas exigências nutricionais de cada cultura produzida (GIACHINI; FERRAZ, 2009).

A utilização racional da vinhaça pelo setor sucroenergético do Brasil, como forma de substituição ou complementação a adubação mineral na cana-de-açúcar, já tem como provas os efeitos benéficos sobre as produtividades, principalmente quando aplicada em solos de menor fertilidade. Entretanto, esta mesma vinhaça, se aplicada em excesso pode acarretar sérias alterações sobre a qualidade da matéria

prima. A vinhaça é composta de material químico, que pode ser percolado e lixiviado para o lençol freático, possibilitando a possível poluição do mesmo, dessa forma, se faz necessário seguir a norma técnica P 4.231/2005 que objetiva estabelecer os critérios para transporte, armazenamento e aplicação de vinhaça (CETESB, 2015). Quando aplicada no solo, a vinhaça pode promover melhoria em sua fertilidade, porém, quando usada para este fim, as quantidades não devem ultrapassar sua capacidade de retenção de íons, ou seja, as doses devem ser mensuradas de acordo com as características de cada solo (BAFFA et al., 2009).

Barros et al. (2010) relatam que o potássio é um dos nutrientes que se encontra em maior quantidade no tecido vegetal e seu retorno ao solo é muito rápido. A vinhaça além de possuir o potássio em sua composição, também é agregada de cálcio e magnésio. Basso et al, (2013) estudaram a aplicação de vinhaça ao solo como fonte de potássio e concluíram que o mesmo pode substituir a adubação mineral com cloreto de potássio (KCl).

Segundo Martins et al. (2013), diferentes doses de vinhaça promovem mudanças significativas nos parâmetros vegetativos, como massa fresca, altura da planta, diâmetro da planta e tamanho da raiz, exceto no número de folhas. Logo, o potássio presente na vinhaça do ponto de vista fisiológico favorece a divisão e o crescimento celular, aumento na suculência, altura, diâmetro e a maior massa das plantas de milho.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de doses de vinhaça sob as características agrônômicas de plantas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Centro Universitário de Bebedouro, UNIFAFIBE, em vasos com capacidade para 3,6 dm³. O solo utilizado foi o Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013) coletado na profundidade de 0-20 cm, em área não

adubada e ocupada com mata. O solo foi destorroado, seco ao ar, e passado em peneira de malha com abertura de 4 mm. Foram tomadas sub 20 amostras e passadas em peneira de malha com abertura de 2 mm, constituindo-se assim, terra fina seca ao ar para caracterização química e encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Caracterização química inicial do solo utilizado no experimento

| pH (CaCl ₂) | P resina mg/dm ³ | M.O g/dm ³ | K+ | Ca ²⁺ Mmolc/dm ³ | Mg ²⁺ | H+Al | SB | CTC | V% |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|----|---|------------------|------|----|-----|----|
| 5,1 | 14 | 30 | 3 | 59 | 12 | 19 | 74 | 93 | 80 |

Para avaliação dos efeitos da aplicação de vinhaça, empregou-se o delineamento inteiramente casualizados, com cinco doses e quatro repetições, totalizando 20 parcelas (vasos). As doses de vinhaça como fonte de potássio (K₂O) foram equivalentes a: testemunha (T) 0 kg ha⁻¹, dose 1 (D1) 17,5 kg ha⁻¹, dose 2 (D2) 35 kg ha⁻¹, dose 3 (D3) 52,5 kg ha⁻¹ e dose 4 (D4) 70 kg ha⁻¹.

As quantidades de vinhaça aplicadas para cada tratamento foram calculadas de acordo com a análise da Tabela 2, com vinhaça tratada possuindo 4 kg de potássio (K₂O) para cada 1.000 litros de vinhaça, sendo assim, para a (T) foi aplicada 0,0 L ha⁻¹; (D1) 4375 L ha⁻¹; (D2) 8750 L ha⁻¹; (D3) 13125 L ha⁻¹ e (D4) 17500 L ha⁻¹. A semeadura foi realizada distribuindo 10 sementes por vaso da variedade híbrida dekalb 290 PRO 3® com cerca de 2,5 cm de profundidade e a aplicação das doses foram feitas logo após o plantio, juntamente com a irrigação. O desbaste ocorreu 17 dias após a semeadura, deixando duas plantas por vaso que foram conduzidas até

o final do experimento. A manutenção da umidade foi realizada diariamente, uma vez por dia. Foram aplicados 444,4L ha⁻¹ de solução de fosfato de potássio (KH₂PO₄) 25 dias após o plantio em todos os tratamentos.

O experimento foi conduzido por 55 dias, contando da semeadura. Apenas a parte aérea das plantas foram colhidas, sendo cortadas rente à superfície do solo de cada vaso. Do material vegetal coletado mediu-se a altura, diâmetro da planta e massa de matéria fresca e, posteriormente, foi acondicionado em sacos de papel, seco em circulação natural exposto ao sol por 14 dias, até atingir o peso constante. Após a secagem o material foi pesado novamente para determinar a massa da matéria seca.

As variáveis foram submetidas à análise de Tukey, com o teste de F a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011) e análise de regressão quadrática.

TABELA 2. Análise química de vinhaça

| Determinação | Unidade | Resultado | Metodologia |
|---|--------------------|-----------|--|
| pH | - | 4,20 | SM, método 4500-B H ⁺ |
| Nitrogênio Total - N | Kg.m ⁻³ | 0,81 | SM, método 4500-N _{org} C. |
| Fósforo - P ₂ O ₅ | Kg.m ⁻³ | 0,17 | SM, método 4500-P C./SM, método 3030 H |
| Potássio - K ₂ O | Kg.m ⁻³ | 4,00 | SM, método 3111-K B./SM, método 3030 H |
| Cálcio - CaO | Kg.m ⁻³ | 1,85 | SM, método 3111-Ca D./SM, método 3030 H |
| Magnésio - MgO | Kg.m ⁻³ | 1,00 | SM, método 3111-Mg B./SM, método 3030 H |
| Enxofre - S | Kg.m ⁻³ | 0,63 | SM, método 4500-SO ₄ ²⁻ E./SM, método 3030 H |
| Boro - B | mg.L ⁻³ | 0,60 | SM, método 4500-B A |
| Cobre - Cu | mg.L ⁻³ | 0,70 | SM, método 3111-Cu B./SM, método 3030 H |
| Ferro - Fe | mg.L ⁻³ | 25,50 | SM, método 3111-Fe B./SM, método 3030 H |
| Manganês - Mn | mg.L ⁻³ | 2,80 | SM, método 3111-Mn B./SM, método 3030 H |
| Zinco - Zn | mg.L ⁻³ | 1,50 | SM, método 3111-Zn B./SM, método 3030 H |
| Matéria Orgânica | mg.L ⁻³ | 26,77 | MAPA, método C. Org., Cap. III. D. 10 |
| Carbono Orgânico | mg.L ⁻³ | 15,53 | MAPA, método C. Org., Cap. III. D. 10 |
| Relação C/N | - | 19:01 | MAPA, método C/N, Cap. III. D. 13 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses mostraram diferença na maioria dos dados biométricos analisados, com exceção apenas no diâmetro da planta. Dentre as doses avaliadas a que demonstrou maior média entre todos os parâmetros foi a dose de 8750L ha⁻¹.

Para os dados do diâmetro das plantas com diferentes doses de vinhaça, não houve diferença significativa, no entanto, é de importância agrícola que plantas mais altas tenham caules com diâmetro espesso para se tornarem mais resistentes e estáveis.

Barbosa et al. (2013) avaliaram o desenvolvimento vegetativo do milho sob diferentes doses de vinhaça e verificaram que houve significância no desenvolvimento do diâmetro da planta, sendo que, o modelo de regressão que melhor se ajustou foi o método linear, com o aumento da vinhaça havia o incremento no diâmetro. Em contrapartida, o trabalho realizado demonstrou que o diâmetro da planta não apresentou diferença significativa

para as doses aplicadas, constatando que não há necessidade da aplicação de vinhaça.

Silva et al. (2016) constataram em seu trabalho que a adubação utilizando a vinhaça como fonte de nutriente para a cultura do milho não apresentou diferenças estatísticas na altura da planta quando comparado com a adubação mineral, com exceção da dose de 50 m³ ha⁻¹ que foi significativamente inferior aos demais tratamentos e a testemunha.

As plantas de milho responderam de forma positiva à aplicação de vinhaça quando comparados os tratamentos com a testemunha, sendo a dose de 8750 L ha⁻¹ a que demonstrou maior altura de planta. As doses de 13125 e 17500 L ha⁻¹ apresentaram um decréscimo em relação à dose 8750 L ha⁻¹, evidenciando que a planta apresenta um fator limitante à vinhaça como fonte de potássio, demonstrando que a incorporação com teores elevados de vinhaça não trará necessariamente melhores resultados

na altura da planta, devido ao elevado teor de índice salino e a inibição de outros nutrientes, como cálcio e magnésio (Figura 1).

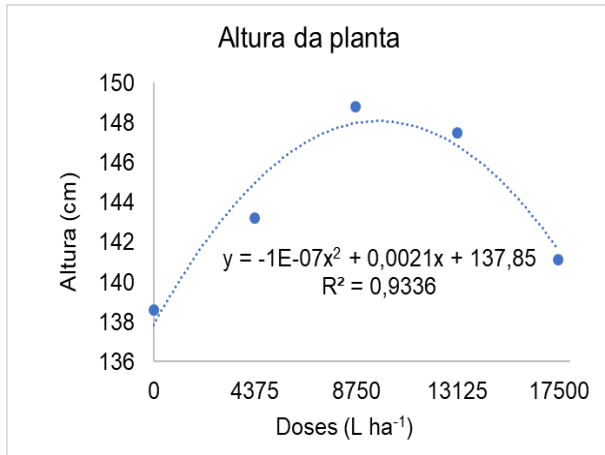


FIGURA 1. Altura da planta em diferentes doses de vinhaça.

Segundo Silva (2017), em seu trabalho realizado por três anos, foi possível constatar que a matéria fresca apresentou resultados superiores às doses adubação mineral com NPK onde a dose aplicada foi de $100m^3 ha^{-1}$, resultados esses obtidos apenas nos dois primeiros anos de pesquisas. Demais tratamentos como 50, 150, 200 e $250 m^3 ha^{-1}$ apresentaram resultados inferiores, entretanto, a utilização da vinhaça, mesmo em doses inferiores, como de $50m^3 ha^{-1}$, proporcionou resultados de produtividade similares à adubação mineral com NPK.

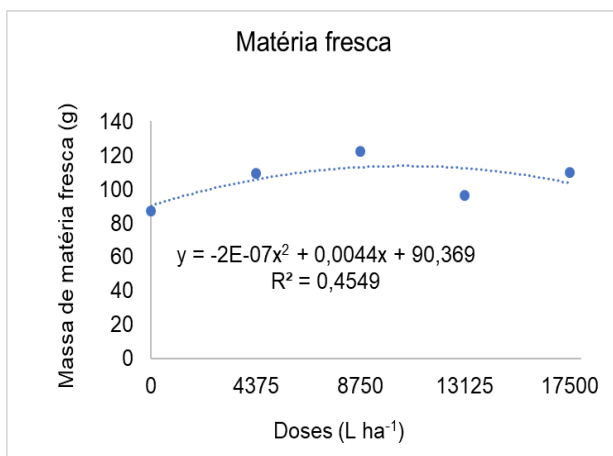


FIGURA 2. Massa de matéria fresca em diferentes doses de vinhaça.

Em comparação, o trabalho realizado demonstrou que a maior média da massa de matéria fresca foi de 122,13g, essa atingida quando aplicada a dose de $8750 L ha^{-1}$, também foi possível analisar que, independente da dose aplicada, o resultado é significativo quando comparado com tratamento, viabilizando a utilização da vinhaça como fonte de potássio (Figura 2).

Segundo Martins et al. (2013), o crescimento da matéria seca da parte aérea pode ser resultante da agregação química da vinhaça como fonte de K, já que o mesmo é abundante no tecido vegetal. O potássio, sendo um íon de maior presença na vinhaça, agrega ao solo quando aplicado, fato que contribui para o aumento de massa vegetal nas plantas. Bébé et al. (2008) observaram que dentre os níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de necessidade de K, o peso seco da parte aérea foi significativamente maior quando foi aplicado o nível correspondente a 25% de vinhaça em relação aos demais tratamentos e doses acima dessa porcentagem não demonstraram acréscimo.

Para a matéria seca, a dose que proporcionou maior massa foi a dose de $35 kg ha^{-1}$ ($8750 L ha^{-1}$), assim como na matéria fresca, indicando que maior acréscimo de vinhaça não irá influenciar no acúmulo de massa (Figura 3).

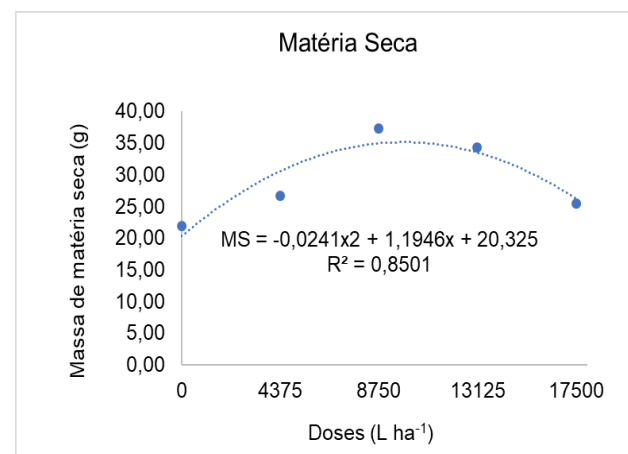


FIGURA 3. Massa de matéria seca em diferentes doses de vinhaça.

CONCLUSÃO

A vinhaça é uma alternativa para a substituição da adubação mineral potássica, sendo a dose de 8750 L ha⁻¹ a mais indicada.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, K. de P.; MARTINS, Y. A. M.; SILVA, C. P. Aplicação de diferentes doses de vinhaça sob o desenvolvimento do vegetativo do milho. Disponível em: <<http://www.anais.ueg.br/index.php/jauieg/article/view/6751/4791>> Acesso em: 20 jun. 2018
- BAFFA, D. C. F.; FREITAS, R. G. de.; BRASIL, R. P. C. do. O uso da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar. **Nucleus**, Edição Especial 2009, p. 31-49, 2009.
- BARROS, R. P.; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA, T. L. da; SOUZA, R. M. de; BARBOSA, L.; VIÉGAS, R. A.; BARRETTO, M. C. V.; MELO, A. S. de. 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.
- ASSO, 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**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 596-602, 2013.
- 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**, Campina Grande, v. 8, n. 2, p. 191- 196, 2008.
- CETESB. Vinhaça – Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/NTC-P4.231_Vinha%C3%A7a_-Crit%C3%A9rios-e-procedimentos-para-aplica%C3%A7%C3%A3o-no-solo-agr%C3%ADcola-3%C2%AA-Ed-2%C2%AA-VERS%C3%83O.pdf> Acesso em: 26 jun.2019
- COSTA, M. S.; COSTA, Z. V. B.; ALVES, S. M. C.; FERREIRA NETO, M.; MARINHO, M. J. C. Avaliação nutricional do milho cultivado com diferentes doses de efluente doméstico tratado. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 2-26, 2012.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2018) 8º Levantamento - Safra Agrícola de Grãos 2017/2018. Disponível em: <<http://www.conab.br>> Acessado em: 09 de maio de 2018.
- DARTORA, J.; GUIMARÃES V. F.; MARINI D.; SANDER G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.10, p.1023–1029, 2013.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.
- GIACHINI, C. F.; FERRAZ, M. V. Benefícios da utilização de vinhaça em terras de plantio de cana-de-açúcar - revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 3, p. 1-15, 2009.

MARTINS, Y. A. M.; BARBOSA K. P. B.; SILVA. P. C.; COSTA, R. A.; COSTA A. R. Aplicação de diferentes doses de vinhaça sob o desenvolvimento vegetativo de plantas de milho. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.9, n.16; p277-284, 2013.

SILVA, S. F. Uso agrícola da vinhaça: efeitos no solo, nutrição e produtividade na cultura do milho. 2017. Disponível em: < <http://repositorio.ufes.br/handle/10/7610>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

SILVA, S. F; Garcia, G. O; Reis E. F; Dalvi L. P. Uso agrícola da vinhaça para produção de forragem de milho durante três anos de cultivo. Irriga, Botucatu, Edição Especial, **Irriga & inovagri**, p. 59-69, 2016.

Recebido: 06/07/2018
Aceito: 09/09/2019