

DESENVOLVIMENTO DE FEIJOEIRO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE DOSES DE VINHAÇA EM ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO

Adriely Vechiato Bordin¹, Antonio Nolla¹, Thaynara Garcez da Silva¹

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama.

Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR.

E-mail: ra103368@uem.br, anolla@uem.br, ra102647@uem.br

RESUMO: O feijão possui grande importância econômica e social no Brasil. Devido à baixa fertilidade do solo, seu cultivo depende da utilização de fertilizantes. A vinhaça é um resíduo orgânico de elevado teor nutricional, que pode ser empregada como fertilizante. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento de feijão submetido a doses de vinhaça para estabelecer critérios para a fertilização em um Argissolo Vermelho distrófico típico. Para tal, cultivou-se feijão em vasos de 250 L preenchidos com o solo, cujos tratamentos consistiram da aplicação de 0, 50, 100 e 200 m³ ha⁻¹ de vinhaça. Após 90 dias de cultivo, as plantas foram coletadas e avaliou-se a altura, diâmetro de caule, massa de matéria seca e fresca número de vagens por planta e número de grãos por vagem. No solo, avaliou-se os teores de P e K. O uso de vinhaça aumentou o desenvolvimento do feijoeiro, obtendo-se a máxima eficiência com 147,04 m³ ha⁻¹. A maior dose reduziu o desempenho das plantas. A vinhaça elevou os teores de fósforo e potássio disponível, apresentando o maior teor de P com 103,08 m³ ha⁻¹ de vinhaça.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo agroindustrial, adubação orgânica, *Phaseolus vulgaris*.

DEVELOPMENT OF COMMON BEAN SUBMITTED TO THE APPLICATION OF INCREASING DOSES OF VINASSE

ABSTRACT: Beans have great economic and social importance in Brazil. Due to the low fertility of the soil, its cultivation depends on the use of fertilizers. Vinasse is an organic residue with a high nutritional content, which can be used as a fertilizer. The objective of this paper was to evaluate the development of beans subjected to doses of vinasse to establish criteria for fertilization in an Argisol. For this, beans were grown in 250 L pots filled with soil, whose treatments consisted of applying 0, 50, 100 and 200 m³ ha⁻¹ of vinasse. After 90 days of cultivation, the plants were collected and height, stem diameter, dry and fresh matter mass, number of pods per plant and number of grains per pod were evaluated. In the soil, it were evaluated P and K concentration. The use of vinasse increased the development of beans, obtaining maximum efficiency with 147.04 m³ ha⁻¹. The higher dose reduced the performance of the plants. Vinasse increased the levels of phosphorus and potassium available, presenting the highest P content with 103.08 m³ ha⁻¹ of vinasse.

KEY WORDS: Agroindustrial waste, organic fertilization, *Phaseolus vulgaris*.

INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta de ciclo curto, cerca de 95 dias, leguminosa herbácea que apresenta desenvolvimento sujeito a alterações ocasionadas por circunstâncias meteorológicas, sendo afetado por situações de déficit hídrico (Lopes et al., 1986). Esta espécie tem sido explorada comercialmente, o que corresponde a 90% do total das plantas cultivadas no mundo do gênero *Phaseolus* (Singh, 1992). Mundialmente, destacam-se os maiores produtores de feijão (Índia, Myanmar, Brasil, China, Estados Unidos e México), responsáveis por 26,08 milhões de toneladas (CONAB, 2020a).

O feijão apresenta importância econômica e social no Brasil, porque a população apresenta hábito alimentar característico por consumo de grãos, dentre eles o feijão. Esta leguminosa possui grãos com fonte de proteína, carboidratos e ferro na alimentação humana (Carneiro et al., 2014). Na primeira safra de 2019 o Brasil teve uma área de 1.603.417 hectares plantados com feijão e uma produção de 1.284.007 toneladas, (SIDRA, 2019). O Paraná lidera a produção nacional de feijão, com produção de 710 mil toneladas ou 21% do total produzido (SIDRA, 2019). É na região Sul que se acumula a maior fração da produção de feijão, atingindo aproximadamente 1 milhão de toneladas e correspondendo em torno de 30% do total que é produzido no país (CONAB, 2020b). É desejável que o cultivo de feijão seja capaz alcançar seu máximo potencial produtivo. Por este motivo, é fundamental o manejo adequado de cultivo e atender as exigências nutricionais para o aumento de produtividade, e também para melhorar as propriedades nutricionais do feijão (Andrade et al., 2004), justificando uma fertilização adequada.

Em solos arenosos como os da região noroeste do Paraná, que são formados da intemperização do arenito, geralmente apresentam originalmente acidez ($\text{pH-H}_2\text{O} < 5,5$; $\text{Al}^{+3} > 0,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), baixos teores de matéria orgânica ($< 14 \text{ g kg}^{-1}$), baixa capacidade de troca catiônica ($< 7,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), reduzida concentração de macro e micronutrientes, além de ter baixa capacidade de armazenamento de água e susceptibilidade a erosão (Ottoni Filho, 2003). Desse modo, o cultivo em solos arenosos é dependente da utilização de insumos tanto para correção da acidez, quanto para a fertilização do solo, devido a reduzida aptidão para atividades agrícolas. Contudo, é necessário promover a racionalização no uso desses insumos para um menor impacto ambiental, além da redução do custo de produção e maior período residual do fertilizante no solo. Baseado nisso, vem

sendo utilizados materiais como fertilizantes orgânicos, gerados a partir de processos industriais de usinas sucroalcooleiras, como a vinhaça (Silva et al., 2007).

A vinhaça é um resíduo líquido proveniente da industrialização da cana-de-açúcar que apresenta forte odor, coloração escurecida e é decorrente da destilação da cana para fabricação do etanol. Sua constituição apresenta predominantemente (93%) água e 7% de sólidos, composto predominantemente (75%) por matéria orgânica (Lucena, 2014).

Os fertilizantes orgânicos assim como a vinhaça, tem sido empregados como para otimização do potencial produtivo por conta da liberação gradual de nutrientes (Prado et al., 2008). Além de macronutrientes como potássio (20% de sua composição nutricional) esses fertilizantes também fornecem micronutrientes, possibilitando uma adubação mais completa, promovem ainda matéria orgânica no solo, o que aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC) e não só isso, mas também eleva a capacidade de retenção de água (Marques, 2006). Isto posto, a utilização de vinhaça pode apresentar recomendações diferenciadas, por ser um resíduo líquido que pode sofrer lixiviação e causar poluição, a dose também varia em função do tipo de solo, justificando a necessidade de estudar a aplicação desse resíduo para estabelecer indicadores para o uso de fertilizante em doses adequadas, buscando proporcionar o melhor desenvolvimento de feijão. Assim, faz-se necessário estabelecer dosagens adequadas para maximizar o desenvolvimento e produtividade de culturas anuais, como o feijão.

O trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de doses de vinhaça no desenvolvimento de *Phaseolus vulgaris* L. cultivado em Argissolo Vermelho distrófico típico, com vistas à estabelecer critérios para adubação orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano de 2017 na área experimental da Universidade Estadual de Maringá, campus Fazenda em Umuarama – PR. O clima da região é considerado pela classificação de Köppen, como Cfa (Clima Subtropical Úmido), apresentando um período de intensas chuvas no verão e também por um período de baixa pluviosidade durante o ano. Utilizou-se como base experimental um Argissolo Vermelho distrófico típico, que apresentava-se originalmente ácido e com baixa fertilidade (Tabela 1).

O trabalho foi conduzido em tambores de plástico de 250 L, dispostos em uma área descoberta, sendo dispostos em cada vaso experimental 250 kg do Argissolo

Vermelho distrófico típico (Tabela 1) que foi utilizado como base experimental. Foi realizada a correção de acidez do solo nos vasos para elevar a saturação por bases para 70%, recomendado para a cultura do feijão (Pauletti e Motta, 2017). O solo dos vasos passou por um período de incubação, sendo mantido úmido por 20 dias.

Tabela 1- Caracterização química e teor de argila da camada de (0-20 cm) de um Argissolo Vermelho distrófico típico (LVd) de textura arenosa, sob campo natural, utilizado como base experimental

pH	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	V	m	Argila
H ₂ Ocmol _c dm ⁻³mg dm ⁻³%.....		g kg ⁻¹
4,9	1,3	0,66	0,23	27,37	5,5	16,22	57,52	200

Ca⁺², Mg⁺² e Al⁺³ – extrator KCl 1 mol L⁻¹; P e K – Mehlich 1

Posteriormente aplicou-se superficialmente os tratamentos experimentais, que se basearam em dose de vinhaça de 0, 50, 100 e 200 m³ ha⁻¹. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 5 repetições. A umidade do solo dos vasos foi controlada por meio da pluviosidade e de irrigação no período de secas. Os vasos foram perfurados na lateral inferior e no fundo para permitir a drenagem da água durante a irrigação e o período de chuvas.

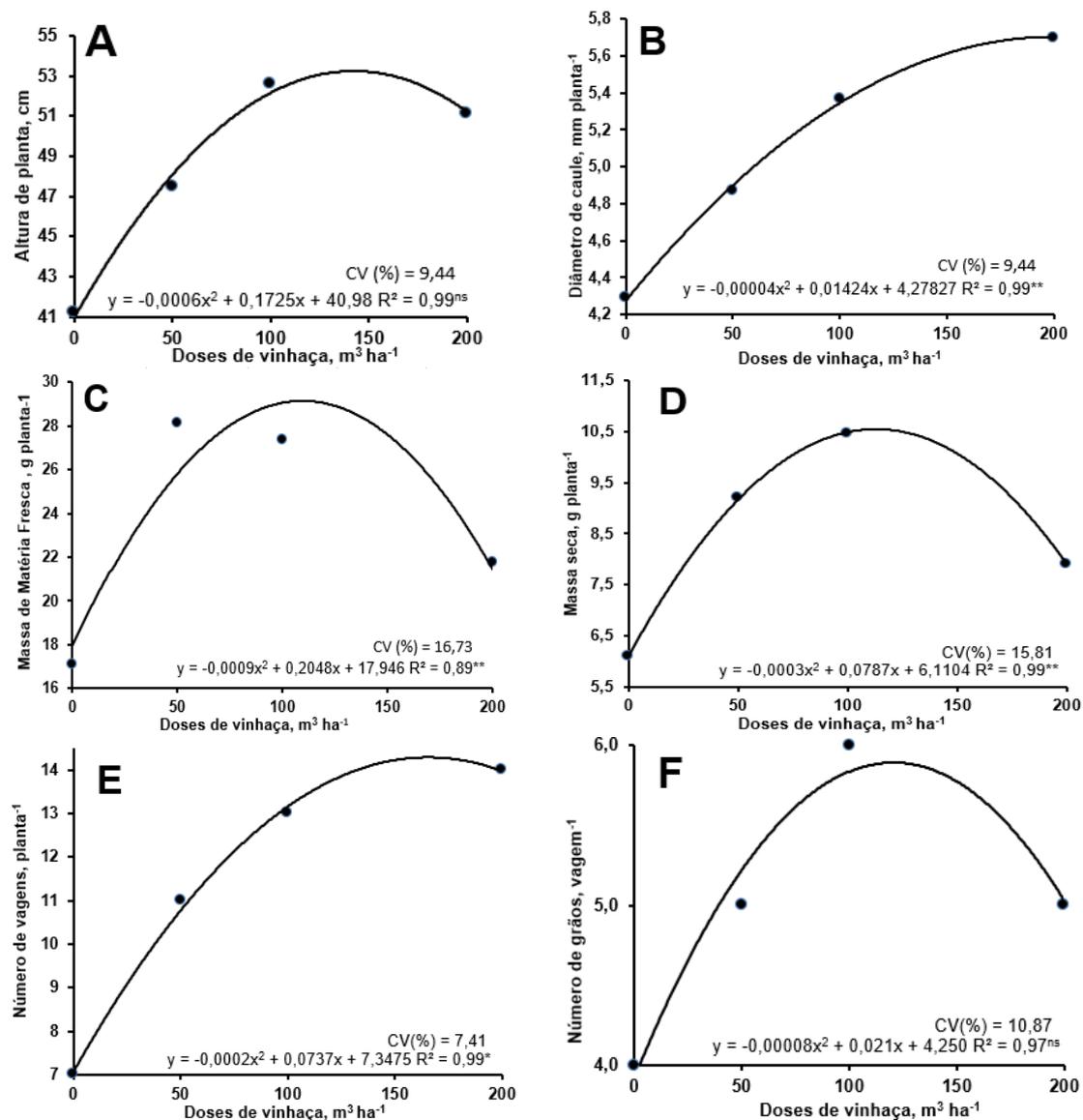
Semeou-se feijão cultivar IPR Andorinha, mantendo-se 3 plantas por vaso. O controle de pragas que atacam o feijoeiro foi realizado por meio de inseticidas e fungicidas quando necessário, e o controle de plantas daninhas foi realizado manualmente.

Após 90 dias após a semeadura (DAS), as plantas foram colhidas, e avaliou-se a altura de parte aérea, diâmetro de caule, massa de matéria seca e fresca aérea, número de vagens por planta e número de grãos por vagem. O solo dos vasos foi amostrado (0 a 10 cm) com trado calador, seco ao ar e tamizado (3 mm) para análise dos teores de P e K, de acordo com a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente pelo software SISVAR (Ferreira, 2000), submetidos à análise de variância e, quando significativos a 5% e a 1% de probabilidade, procedeu-se à análise de regressão. Estabeleceu-se a máxima eficiência técnica do uso de vinhaça a partir da primeira derivada das equações de ordem 2 obtidas pela relação entre doses de vinhaça com atributos de planta e de solo avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vinhaça foi eficiente em aumentar o crescimento e desenvolvimento do feijão. Este resíduo líquido proporcionou melhoria no desempenho das plantas, incrementando em 78% a altura, 75% o diâmetro do caule e aumentando também em 61% a massa fresca. Em relação a massa seca houve um aumento de 38%, o número de vagens por planta teve ganho de 50% e no número de grãos por vagem houve 67% de incremento com o uso da vinhaça em relação a testemunha (Figura 1). Isto deve ter ocorrido porque a vinhaça é capaz de elevar a concentração de matéria orgânica no solo, a capacidade de troca



* = significativo a 1% de probabilidade; ** = significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo; CV (%) = Coeficiente de Variação.

Figura 1- Altura (A), diâmetro de caule (B), massa de matéria fresca (C) e seca (D), número de vagens por planta (E) e número de grãos por vagem (F) de plantas de feijão submetidas a diferentes doses de vinhaça em Latossolo Vermelho distrófico típico.

catiônica (CTC) e liberar nutrientes, favorecendo a fertilidade do solo e aumentando a capacidade de desenvolvimento do feijoeiro. Martins (2011), cultivando cana-de-açúcar sob aplicação de vinhaça em um Latossolo, observou que a vinhaça que em solo arenoso ocorreu aumento de nutrientes como potássio e fósforo. Trabalhando com milho, Martins (2013) constatou que ocorreu aumento na altura de plantas, diâmetro de caule, massa fresca e seca da parte aérea e massa fresca e seca radicular com aplicação de vinhaça.

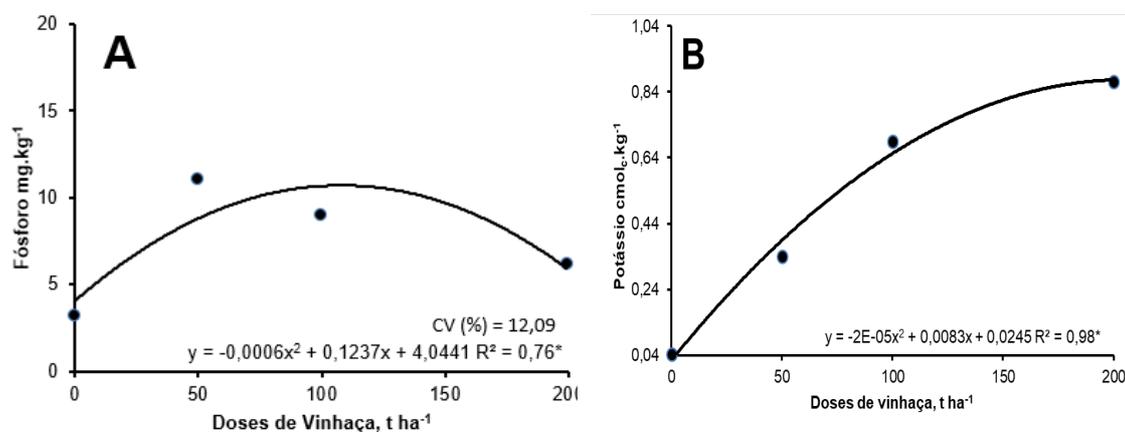
A dose mais alta ($200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) de vinhaça testada promoveu redução no desenvolvimento do feijoeiro. Isso aconteceu devido aos problemas da vinhaça, como sua alta demanda bioquímica por oxigênio (DBO) que por conter grandes quantidades de matéria orgânica, usam alta quantidade de oxigênio para oxidá-la sob condições aeróbicas, o que pode provocar poluição ambiental, além da elevada concentração de sais que causam salinização do solo, principalmente potássio (Junqueira et al., 2009). Este aumento de sais e de potássio gerou desequilíbrio nutricional, de forma a ocorrer competição entre nutrientes no sítio de absorção (Raij, 2011).

Percebe-se que os gráficos apresentaram valores altos do coeficiente de determinação ($R^2 \geq 0,89$) para todas as variáveis testadas com as doses de vinhaça, o que mostra confiabilidade para os resultados obtidos. O ponto de máxima eficiência técnica, indica a melhor condição de desenvolvimento do feijão a partir da adubação com vinhaça Baseando-se nas equações obtidas a partir da derivação das equações (Figura 1) de ordem 2, foi possível calcular a dose que proporcionou o máximo desenvolvimento atribuído a cultura do feijão (Tabela 1). O melhor desenvolvimento do feijão ocorreu com o uso de $147,04 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, teor que condiz com os resultados alcançados por pesquisas que descrevem como dosagens ideais o uso de 60 a $250 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça (Raij et al., 1997). Porém, vale destacar que a variação das dosagens recomendadas está extremamente ligada à textura do solo. Observa-se que o uso de vinhaça para solos arenosos não deve ser ajustado para a dose máxima ($250 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) de vinhaça recomendada para solos agricultáveis (Raij et al., 1997), uma vez que em solos arenosos, nos quais apresentam baixa CTC ($< 7,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) a aplicação de fertilizante deve ser menor do que para solos que apresentam maior capacidade de armazenamento de nutrientes, em virtude de que podem ocorrer problemas de desbalanço de nutrientes, o que promove redução na capacidade de desenvolvimento das plantas.

Tabela 2- Dose de máxima eficiência técnica da aplicação de vinhaça em função da altura de planta, diâmetro do caule, massa fresca, massa seca, número de vagens e número de grãos de plantas de feijão submetidas em Latossolo Vermelho distrófico típico

Atributo de planta considerado	Dose de máxima eficiência técnica (m ³ ha ⁻¹)
Altura	143,75
Diâmetro	178,00
Massa de matéria fresca	113,77
Massa de matéria seca	131,17
Número de vagens	184,27
Número de grãos	131,25
Média	147,04

Quanto aos teores fósforo e potássio disponíveis no solo, a aplicação de doses de vinhaça elevou a concentração desses nutrientes no solo, enriquecendo o desenvolvimento das plantas e comprovando a aptidão desse resíduo em fertilizar o solo e disponibilizar tais elementos (Figura 2). É possível observar que o solo aumentou em até 21,75 vezes o teor de potássio (Figura 2B). Isso era esperado, pois a vinhaça além dos compostos orgânicos, possui elementos nutrientes e aproximadamente 20% é potássio (Marques, 2006). De acordo com o Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná, o maior teor de P observado (11,04 mg.kg⁻¹) pode ser considerado baixo, enquanto que o maior teor de K encontrado (0,87 cmol_c.dm⁻³) pode ser enquadrado como



* = significativo a 1% de probabilidade; CV (%)= Coeficiente de Variação.

Figura 2- Teores de fósforo (A) e de potássio (B) de um Latossolo Vermelho distrófico típico cultivado com feijão, submetido à aplicação de doses de vinhaça.

excessivo, de forma que devem ser evitadas nos solos cultivados (Pauletti e Motta, 2019). Esse fato pode ser relacionado com o fato de que a vinhaça possui elevada concentração de K em sua composição. Como a máxima dose causou efeito de saturação no solo, isso explica a condição de que na maioria dos parâmetros avaliados para planta, a maior dose proporcionou redução do desempenho (Figura 1). O aumento excessivo de potássio deve ter desbalanceado a disponibilidade de nutrientes no sistema coloidal, especialmente micronutrientes e nitrogênio (NH_4^+).

Derivando as equações de regressão de ordem 2 dos gráficos da Figura 2, que relacionam as doses de vinhaça com teores de fósforo e potássio no solo, é possível estabelecer a condição na qual a dose de máxima eficiência técnica foi obtida para o fósforo (Tabela 3). Ocorreu aumento no teor de potássio, não sendo possível obter a máxima eficiência com a máxima dose ($200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) testada. No entanto, com base nos atributos de planta obtidos (Figura 1), observa-se que a aplicação de quantidade altas de vinhaça podem ser inviáveis e prejudicial porque a vinhaça é um produto poluente.

Tabela 3- Dose de máxima eficiência técnica da aplicação de vinhaça em função do teor de fósforo e potássio em Latossolo Vermelho distrófico típico cultivado com um ciclo de feijoeiro

Atributo químico de solo	Dose de máxima eficiência técnica ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)
Fósforo	103,08
Potássio	-

Em relação ao fósforo, observou-se que o uso de vinhaça aumentou a concentração de nutrientes, exceto na dose de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, que promoveu redução nos teores de P. Isso deve ter ocorrido porque a vinhaça é capaz de elevar o pH do solo (Rolim et al., 2013). Desta forma, pode ter ocorrido redução na disponibilização de fósforo devido à uma possível redução na solubilidade dos óxidos de ferro, principal sítio responsável pela adsorção do PO_4^{3-} (Novais e Smyth, 1999).

Ocorreu aumento do diâmetro do caule e do número de grãos por vagem respectivamente (Figura 1 B, E), bem como no teor de potássio no solo, figura 2 (B). No entanto, esse crescimento se dá até certo ponto, pois a partir deste, tende a seguir um comportamento de redução, como aconteceu em figura 1 (A, C, D e F) e em figura 2 (A).

Isso se dá porque doses elevadas de fertilizantes causam um desequilíbrio nutricional, onde a presença de um nutriente influencia a absorção de outro quando possuem o mesmo sítio (Bissani et al., 2008). Além disso, não se recomenda aplicar doses altas de vinhaça principalmente em solo arenoso, porque por ser líquido, este resíduo com potencial poluidor é capaz de lixiviar e infiltrar facilmente no solo e lixiviar, atingindo o lençol freático (Fialho et al., 2019).

CONCLUSÕES

A aplicação de doses de vinhaça aumentou o crescimento e desenvolvimento do feijoeiro. A cultura obteve máxima eficiência técnica com a aplicação da dose média de 147,04 m³ ha⁻¹. A maior dose de vinhaça promoveu redução no desempenho das plantas de feijão. A vinhaça possui capacidade de fornecer e aumentar os teores de fósforo e principalmente de potássio no solo. O maior teor de P ocorreu com a aplicação de 103,8 m³ ha⁻¹ de vinhaça.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. A. B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM, C. A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.28, n. 5, p.1077-1086, 2004.
- BISSANI, C. A., GIANELLO, C., TEDESCO, M.J., CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos Solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2008. 328 p.
- CARNEIRO, E.J.; PAULA Jr., T.; BORÉM, A. **Feijão do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2014. 384 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB **Acompanhamento da safra brasileira grãos - v. 7 - Safra 2019/20 - Décimo primeiro levantamento**. Brasília: CONAB. 2020. 62p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB **Perspectivas para a agropecuária. Volume 7 – Safra 2019/2020**. Brasília: CONAB. 2020. 100p.
- FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0 In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais**. São Carlos: UFSCar, p.255-258.

FIALHO, M.L.; CARNEIRO, A.P.C.; REIS K.P.; CAMPOS, O.N.; FRANCO, M.V. O impacto da vinhaça produzida pela cana-de-açúcar na produção de etanol – poluição ambiental. **Revista Científica Intraciência**, São Paulo, n.17, p.1-14, 2019.

JUNQUEIRA, C. A. R.; MOLINA JUNIOR, V. E.; LOSSARDO, L. F.; FELICIO, B. C.; MOREIRA JUNIOR, O.; FOSCHINI, R. C.; MENDES, R. M.; LORANDI, R. Identificação do potencial de contaminação de aquíferos livres por vinhaça na bacia do Ribeirão do Pântano, Descalvado (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.39, n.3, p.507-518, 2009.

LOPES, N.F.; OLIVIA, M.A.; CARDOSO, M.J.; GOMES, M.M.S.; SOUZA, V.F. Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* L. submetido a três densidades de fluxo radiante e dois regimes hídricos. **Revista Ceres, Viçosa**, v.33, n.191, p.142-164, 1986.

LUCENA, E. H. L. **Efeito da aplicação de vinhaça e torta de filtro na cultura do sorgo sacarino visando produção de biomassa e rendimento de caldo**. 2014. 66p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

MARQUES, M.O. Aspectos técnicos e legais da produção, transporte e aplicação de vinhaça. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Ed.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Editoral, 2006. p. 369-375.

]

MARTINS, M. E. **Atributos de um Latossolo sob Aplicação de Vinhaça e Cultivo de cana-de-açúcar**, 2011. 70p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

MARTINS, Y. A. M.; BARBOSA, K. P.; SILVA, P. C.; COSTA, R. A.; COSTA, A. R. Aplicação de diferentes doses de vinhaça sob o desenvolvimento vegetativo de plantas de milho. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 277-284, 2013.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, R.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

OTTONI FILHO, T.B. Uma classificação físico-hídrica dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.2, p. 211-222, 2003.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de calagem e adubação para o estado do Paraná**. 1 ed. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – NEPAR-SBCS, 2017. 482p.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de calagem e adubação para o estado do Paraná**. 2 ed. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – NEPAR-SBCS, 2019. 289p.

PRADO, H.; JUNIOR, A.L.P.; GARCIA, J.C.; MORAES, F.L.; CARVALHO, J.P.; DONZELI, P.L. Solos e ambientes de produção. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Ed.) **Cana-de-açúcar**. Ribeirão Preto: Instituto Agrônomo, 2008. p. 179-204.

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/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. Van **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.

ROLIM, M.M.; LYRA, M.R.C.C.; DUARTE, A.S.; MEDEIROS, P.R.F.; SILVA, E.F.F.; PEDROSA, E.M.R. Influência de uma lagoa de distribuição de vinhaça na qualidade da água freática. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v.8, n.1, p. 155-171, 2013.

SILVA, M.A.S.; GRIEBELER, N.P.; BORGES, L.C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.108-114, 2007.

SINGH, P. S. Common bean Improvement in the Tropics. **Plant Breeding Review**, Westport, v. 10, p.199-269. 1992.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA - SIDRA **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Brasília: IBGE, 2019. 4p. Disponível em: '<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acesso em: 25 ago. 2020.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.