

## CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO DIÂMETRO DE CAULE E DA PARTE AÉREA DO FEIJÃO-COMUM FERTIRRIGADO COM VINHAÇA

**FERNANDO NOBRE CUNHA<sup>1</sup>; GABRIELA NOBRE CUNHA<sup>2</sup>; MARCONI BATISTA TEIXEIRA<sup>1</sup>; SANDRO MARCELO CARAVINA<sup>1</sup>; DANIELY KAREN MATIAS ALVES<sup>1</sup> E FERNANDO RODRIGUES CABRAL FILHO<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Hidráulica e Irrigação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, CEP: 75.901-970, Rio Verde GO, Brasil, fernandonobrecunha@hotmail.com, marconibt@gmail.com, sandro.caravina@ifmt.edu.br, daniely\_karen@hotmail.com, fernandorcfilho@hotmail.com; ORCID (<https://orcid.org/0000-0001-8489-7625>, <https://orcid.org/0000-0002-0152-256X>, <https://orcid.org/0000-0003-3765-6874>, <https://orcid.org/0000-0001-7427-7545>, <https://orcid.org/0000-0002-5090-5946>).

<sup>2</sup>Departamento de Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, UniEVANGÉLICA, Av. Universitária km 3,5 Cidade Universitária, CEP: 75083-515, Anápolis GO, Brasil, gabriela-nc@hotmail.com; ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9253-8339>).

### 1 RESUMO

O uso de resíduos agroindustriais como a vinhaça, associada à fertirrigação, tem se destacado como uma prática sustentável e promissora para a maximização do crescimento e desenvolvimento das culturas. Objetivou-se assim avaliar o crescimento e desenvolvimento do diâmetro de caule e da parte aérea do feijão-comum (cv. BRS Estilo) fertirrigado com vinhaça sob os regimes hídricos de sequeiro e irrigado em Latossolo Vermelho distroférrico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial  $4 \times 2$ , com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de vinhaça (0, 100, 200 e  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) e dois regimes hídricos (irrigado e de sequeiro). Foi utilizado um sistema de irrigação localizada por gotejamento e a lâmina de irrigação aplicada foi a de 100% da reposição hídrica. A fertirrigação com vinhaça foi realizada com 50% da dose antes do plantio e os outros 50%, de acordo com os tratamentos, aos 50 dias após o plantio. Foram avaliados o diâmetro do caule, massa seca do caule e massa seca da parte aérea. O diâmetro do caule, massa seca do caule e massa seca da parte aérea de feijão-comum (cv. BRS Estilo) são influenciados pelos cultivos de irrigado e sequeiro.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L., vinhoto, potássio, irrigação localizada.

**CUNHA, F. N.; CUNHA, G. N.; TEIXEIRA, M. B.; CARAVINA, S. M.; ALVES, D. K. M.; CABRAL FILHO, F. R.**

**GROWTH AND DEVELOPMENT OF STEM DIAMETER AND AERIAL PART OF COMMON BEAN FERTIRRIGATION WITH VINAÇA**

### 2 ABSTRACT

The use of agro-industrial residues, such as vinasse, associated with fertigation has stood out as a sustainable and promising practice to maximize crop growth and development. The objective of this study was to evaluate the growth and development of stem diameter and

shoots of common bean (cv. BRS Estilo) fertigated with vinasse under rainfed and irrigated water regimes in a dystrophic Red Latosol. The experimental design was a randomized block design, analyzed in a  $4 \times 2$  factorial scheme, with three replications. The treatments consisted of four vinasse doses (0, 100, 200 and 300 m<sup>3</sup> ha) and two water regimes (irrigated and rainfed). A localized drip irrigation system was used, with an irrigation depth of 100% of the water replacement. In accordance with the treatments, 50% of the dose was applied before planting, and the other 50% was applied 50 days after planting. Stem diameter, stem dry mass, and shoot dry mass were evaluated. The stem diameter, stem dry mass, and shoot dry mass of common bean (cv. BRS Estilo) are influenced by irrigated farming and rainfed farming.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L., vinasse, potassium, drip irrigation

### 3 INTRODUÇÃO

O cultivo do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no Brasil é uma atividade de extrema relevância tanto para o setor agrícola quanto para a segurança alimentar (Antolin; Heinemann; Marin, 2021). Sendo o país um dos maiores produtores e consumidores dessa leguminosa, a cultura do feijão ocupa lugar central na economia e na alimentação (Lopes; Lima; Reis, 2021; Nasar *et al.*, 2023). Este domínio, caracterizado pela predominância de solos ácidos e de baixa fertilidade natural, é frequentemente manejado com adição de fertilizantes e corretivos para que atinja seu potencial produtivo (Asmar Junior *et al.*, 2021; Ayarza *et al.*, 2022). No entanto, o uso de resíduos agroindustriais como a vinhaça, associada à fertirrigação, tem se destacado como uma prática sustentável e promissora para a correção de deficiências físicas e químicas do solo e a maximização do crescimento e desenvolvimento da cultura (Soares *et al.*, 2024).

A cultura do feijão, portanto, é influenciada por vários fatores, incluindo as condições do solo, o manejo hídrico e nutricional e a presença de nutrientes essenciais em quantidades equilibradas (Karavidas *et al.*, 2022). A fertirrigação com vinhaça, especialmente em solos de Cerrado, tem demonstrado um potencial significativo para melhorar as

características agronômicas da cultura (Abou-Hussien; El-Zemrany; Hammad, 2020).

O crescimento da planta é diretamente impactado pela disponibilidade de nutrientes, com o potássio desempenhando um papel crucial na regulação de processos fisiológicos que influenciam a absorção de água e a fotossíntese (Johnson *et al.*, 2022). Já o desenvolvimento da parte aérea, é essencial para a captura de luz solar e o acúmulo de biomassa, fatores determinantes para o rendimento final (Poley; Mcdermid, 2020).

Neste contexto, a fertirrigação com vinhaça na cultura do feijão pode contribuir significativamente para o desenvolvimento da planta, para a melhoria dos componentes de produção e para o rendimento de grãos, especialmente em regiões onde as condições climáticas são mais desafiadoras e a disponibilidade de água é limitada (Chojnacka *et al.*, 2020; Karavidas *et al.*, 2022). Cabe destacar que a vinhaça contém, além do potássio, quantidades significativas de cálcio, magnésio, nitrogênio, fósforo, enxofre e dos micronutrientes, cobre, zinco, manganês e ferro, que promovem melhorias na fertilidade do solo (Carpanez *et al.*, 2022). Ao ser aplicada de forma controlada no solo, pode contribuir para o aumento da capacidade de retenção de água e para a manutenção dos níveis de umidade, fatores que favorecem o desenvolvimento do feijão

em regiões de clima semiárido (Ebaid *et al.*, 2024).

Portanto, a aplicação de vinhaça por meio da fertirrigação pode trazer vários benefícios, melhorando assim o ambiente de crescimento para a cultura do feijão. Objetivou-se, assim, avaliar o crescimento e o desenvolvimento do diâmetro de caule e da parte aérea do feijão-comum (cultivar BRS Estilo) fertirrigado com vinhaça sob os regimes hídricos de sequeiro e irrigado em Latossolo Vermelho distroférico.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia 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 e Geiger (1928) (Alvares *et al.*, 2014), como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual possui pequena variação sazonal, apresentando média de 23,8°C, concentrando os maiores valores no mês de outubro, com 24,5°C, e os menores valores no mês de julho, com 20,8°C. A precipitação pluvial média anual varia entre 1430 e 1650 mm, concentrados de outubro a maio, ocasião em que são registradas mais de 80% do total das chuvas e o relevo é suave ondulado (6% de declividade) (Meteoblue, 2024).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo, sendo típico, de textura média e fase cerrado (Santos *et al.*, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4 × 2, totalizando 24

parcelas experimentais (quatro níveis de vinhaça: 0, 100, 200 e 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e dois regimes hídricos: irrigado e de sequeiro) com três repetições.

A irrigação foi conduzida em base de tensiometria digital de punção com sensibilidade de 0,1 kPa, sendo as hastes tensiométricas instaladas nas profundidades de 20, 40 e 60 cm de profundidade. As leituras foram realizadas diariamente.

Para o cálculo da lâmina (mm) e do tempo de aplicação (minutos) foram utilizadas as Equações 1 e 2 (Varejão-Silva, 2006):

$$LL = \frac{(\theta_{cc} - \theta_{atual})}{10} \times Z \quad (1)$$

$$\text{Tempo} = 60 \times 10^{-3} \left( \frac{LL \times A}{Q} \right) \quad (2)$$

Em que:

LL - Lâmina a ser aplicada (mm);

$\theta_{cc}$  - Umidade na capacidade de campo (cm<sup>3</sup> cm<sup>3</sup>), obtida a partir da curva de retenção de água no solo;

$\theta_{atual}$  - Umidade do solo no momento da irrigação (cm<sup>3</sup> cm<sup>3</sup>);

Z - Profundidade do solo (cm);

A - Área da parcela irrigada;

Q - Vazão do sistema (m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>).

O sistema de irrigação possuía sistema de filtragem equipado com filtro de disco de 100 mesh para a retirada de partículas sólidas que porventura possam entrar no sistema. O cabeçal de controle da irrigação foi instalado na porção mediana da área experimental, composto de filtro, hidrômetro, sistema injetor de fertilizante tipo Venturi, manômetro, registros e válvulas antivácuo. Os registros liberam a irrigação para o tratamento irrigado, deles saem as tubulações de PVC onde foram conectadas as linhas laterais.

Para atender cada parcela com o gotejamento, foram instaladas mangueiras de polietileno de baixa densidade, sem furos, conduzindo a água da tubulação de

PVC até o início da parcela, onde foi conectado o tubo gotejador.

Foi utilizado um sistema de irrigação localizada, sendo o método superficial e a lâmina de irrigação aplicada foi a de 100% da reposição hídrica da capacidade de campo. As características técnicas do modelo de gotejador utilizado no experimento são: tubo gotejador de parede delgada com diâmetro de 16 mm; vazão de 1,0 L h<sup>-1</sup>; pressão de serviço de 1,0 bar e espaçamento entre gotejadores de 0,20 m. As linhas laterais tinham 6 m de comprimento, mantendo-se o espaçamento

entre gotejadores original, com o intuito de não modificar as reais condições de fabricação, dessa forma foi utilizada uma linha lateral de irrigação para cada linha de feijão.

A fertirrigação com vinhaça foi realizada com 50% da dose antes do plantio e os outros 50%, de acordo com os tratamentos, aos 50 dias após o plantio (Sousa; Lobato, 2004). A Tabela 1 apresenta as características químicas da vinhaça, detalhando os seguintes elementos e compostos presentes, foram utilizadas sementes de feijão da cultivar BRS Estilo.

**Tabela 1.** Características químicas da vinhaça.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>4</sub>	M.O.	Cu	Zn	Mn	Fe
-----kg m <sup>-3</sup> -----						-----g m <sup>-3</sup> -----				
0,30	0,12	4,63	0,50	0,34	1,45	19,60	6,00	2,00	3,50	7,50

Matéria orgânica (M.O).

Fonte: Autores (2025).

A adubação nitrogenada na forma de ureia foi parcelada em dois momentos, no sulco de plantio e em cobertura, aplicados aos 20 e 35 dias após a emergência (DAE). Todos os tratamentos foram adubados no sulco de plantio com fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na

forma de superfosfato triplo, e micronutrientes, caso necessário, conforme resultados da análise de solo (Tabela 2) e segundo recomendações de Sousa e Lobato (2004).

**Tabela 2.** Características químicas, físico hídricas, granulometria e classificação textural do solo da área experimental

Prof	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
cm	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmol dm <sup>-3</sup> -----				
0-20	6,2	63,4	7,1	2,0	20,4	16,8	0	57,8
20-40	6,6	44,5	2,7	4,1	14,4	13,2	0	44,6
Prof	S	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm	---mmol dm <sup>-3</sup> ---		%	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
0-20	41,8	99,5	41,9	0,17	4,10	35,85	18,80	1,45
20-40	31,7	76,2	41,6	0,16	2,85	35,80	16,10	1,35
Prof	Granulometria			θ <sub>CC</sub>	θ <sub>PMP</sub>	Ds	PT	CT
cm	-----g kg <sup>-1</sup> -----			m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>		g cm <sup>-3</sup>	cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	-
0-20	458,3	150,2	391,5	51,83	30,50	1,27	0,55	FARG
20-40	374,9	158,3	466,8	55,00	31,33	1,28	0,51	ARG

<sup>1</sup>Capacidade de campo (CC); ponto de murcha permanente (PMP); Classificação textural (CT); Franco Argiloso (FARG); Argila (ARG); P, K, Ca e Mg: Resina; S: Fosfato de cálcio 0,01 mol L<sup>-1</sup>; Al: KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H+Al: SMP; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; M.O - Matéria Orgânica; pH - em CaCl<sub>2</sub>; CTC - Capacidade de troca de cátions; V - Saturação da CTC por bases.

Fonte: Autores (2025).

As parcelas experimentais mediam 6 m × 2 m, cada parcela contendo quatro linhas de feijão no espaçamento de 0,5 m entre linhas e densidade de plantio com 12 a 15 sementes por metro, de modo a obter um estande final segundo recomendado para a cultivar, sendo as duas linhas de feijão externas da parcela consideradas bordadura.

Os tratamentos culturais referentes ao uso de herbicidas, inseticidas, fungicidas e demais produtos relacionados com o controle de plantas invasoras, pragas e doenças foram utilizados de acordo com a necessidade e a avaliação de infestação, conforme realizado comercialmente.

Nas linhas centrais de cada parcela, avaliou-se o diâmetro de caule (DC). O DC foi mensurado próximo a superfície do solo, com auxílio de paquímetro digital eletrônico do tipo “bico fino” (Ponta Aguda) com precisão de 0,01 mm ou 0,0005”.

Foram avaliadas as produções de massa seca do caule (MSC) e a massa seca da parte aérea (MSPA). A secagem das plantas para conseguir as biomassas secas foi realizado através do acondicionamento de folhas e caules separados de cada planta em sacos de papéis devidamente numerados, de acordo com cada tratamento, e levado à estufa de secagem com

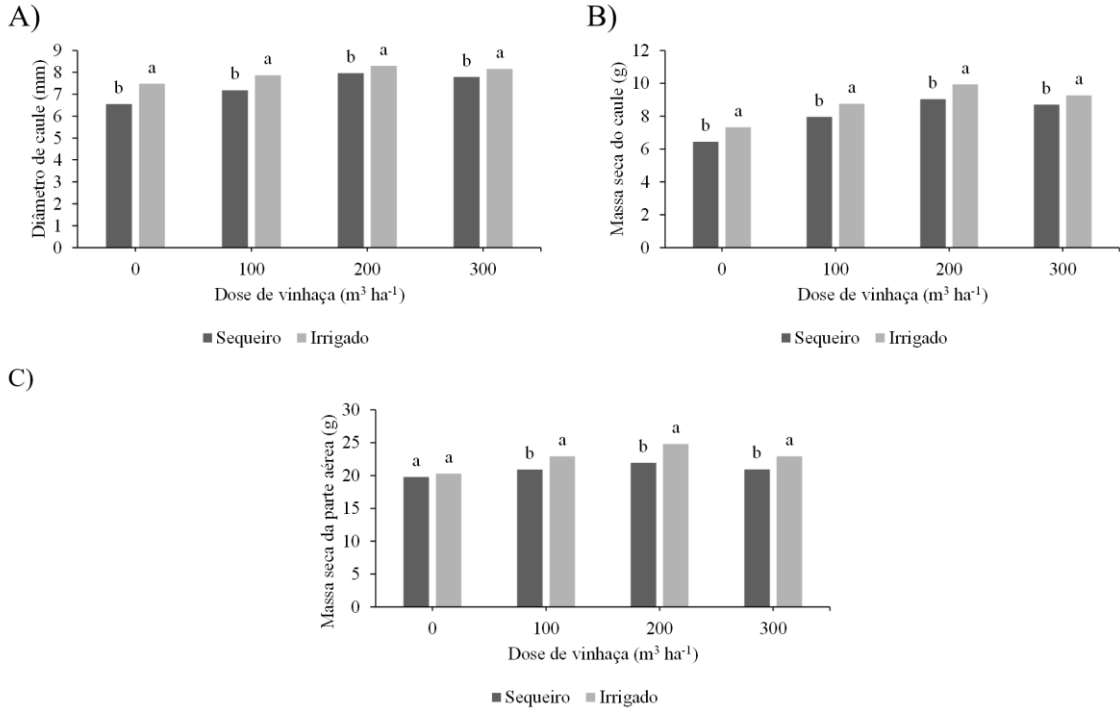
circulação e renovação de ar por 48 horas na temperatura de 65 °C (Lacerda; Freitas; Silva, 2009). Todos os pesos para obtenção da matéria seca foram realizados em balança com precisão de 0,01 g.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e, em casos de significância, para os níveis de fertirrigação com vinhaça foi realizada análise de regressão e para os regimes hídricos as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey (5%), utilizando o software estatístico SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2011).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro de caule do feijão irrigado foi 12,43, 8,77, 3,98 e 4,53% maior do que o diâmetro de caule do feijão em condições de sequeiro, para os níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1A). Para o diâmetro do caule, normalmente é possível observar diferença para os diferentes níveis de água disponível no solo, este fato pode estar relacionado à intensificação do crescimento secundário (Souza *et al.*, 2016).

**Figura 1.** O diâmetro do caule (A), massa seca do caule (B) e massa seca da parte aérea (C) do feijão-comum em função dos níveis de vinhaça, para o regime hídrico sequeiro e irrigado. Médias seguidas da mesma letra minúscula, não diferem entre si segundo teste Tukey (5%).



**Fonte:** Autores (2025)

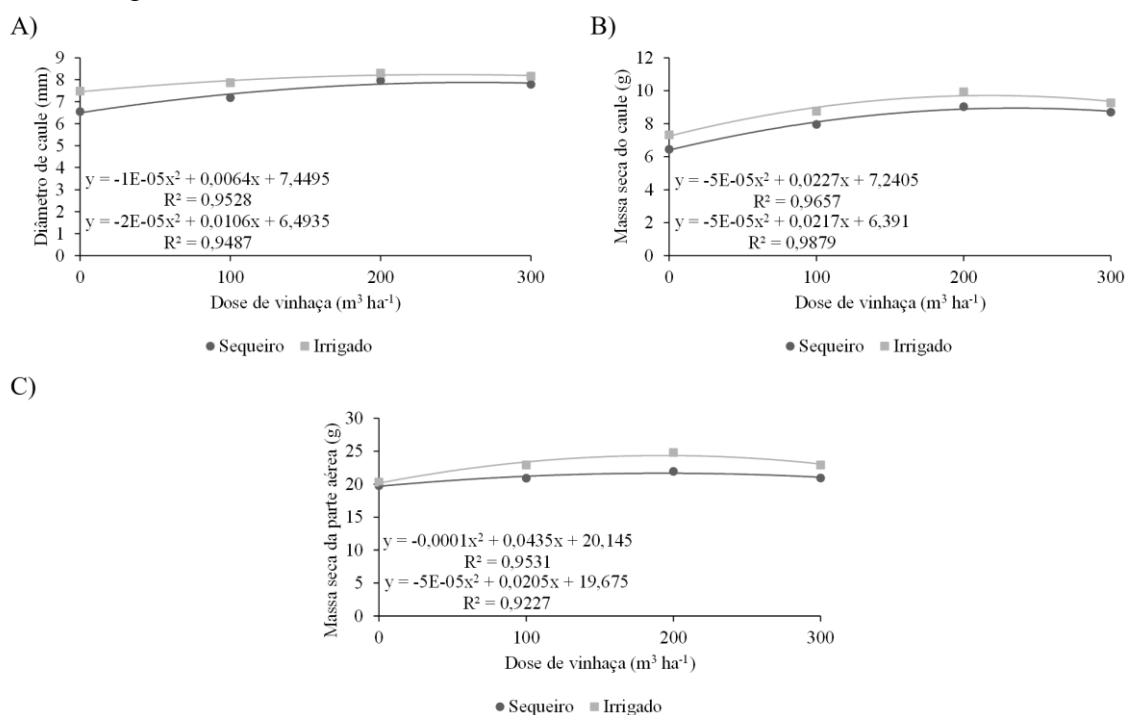
A massa seca do caule do feijão irrigado foi 12,02, 9,14, 9,06 e 6,15% maior do que a massa seca do caule do feijão de sequeiro, para os níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1B). A irrigação beneficia o crescimento e desenvolvimento da cultura do feijão-comum, favorecendo a produção de biomassa (Barroti; Nahas, 2000; Costa *et al.*, 2023)

Não houve diferença entre os regimes hídricos de sequeiro e irrigado para a massa seca da parte aérea do feijão-comum sem fertirrigação com vinhaça (0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) (Figura 1C). A massa seca da parte

aérea do feijão irrigado foi 8,69, 11,53 e 8,51% maior do que a massa seca da parte aérea do feijão de sequeiro, para os níveis de vinhaça de 100, 200 e 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1C). O estresse hídrico geralmente implica em reduções na matéria seca da parte aérea do feijão-comum (Mendes *et al.*, 2007; Moraes, 2023).

O DC do feijão (cv. BRS Estilo) irrigado e sequeiro em função dos níveis de vinhaça, adequaram-se a modelos quadráticos com R<sup>2</sup> médio de 95,07% (Figura 2A).

**Figura 2.** O diâmetro do caule (A), massa seca do caule (B) e massa seca da parte aérea (C) do feijão-comum em função dos níveis de vinhaça, para o regime hídrico sequeiro e irrigado.



**Fonte:** Autores (2025)

O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado, proporcionou elevação no DC do feijão até a dose de 247,88 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o DC máximo de aproximadamente 8,25 mm. O DC máximo verificado na dose de vinhaça de 247,88 m³ ha⁻¹, foi 9,68, 3,45, 0,36 e 0,43% maior do que o DC observado nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 2A).

O diâmetro de caule do feijão-comum apresenta uma função importante no processo de mecanização, visto que, maiores diâmetros de caule promovem uma melhor sustentação das plantas, evitando assim um índice elevado de acamamento (Oliveira *et al.*, 2014; Silva; Moreira, 2022).

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão sequeiro, proporcionou incrementos no DC do feijão até a dose de 264,62 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi

atingido DC máximo de aproximadamente 7,89 mm. O DC máximo verificado na dose de vinhaça de 264,62 m³ ha⁻¹, foi 17,74, 6,87, 1,06 e 0,32% superior ao DC observado nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 2A). Uma menor disponibilidade de água e nutrientes, afeta o crescimento e desenvolvimento das culturas, podendo causar atraso no desenvolvimento do diâmetro de caule (Crotser; Witt; Spomer, 2003; Teixeira *et al.*, 2023).

A MSC do feijão (cv. BRS Estilo) irrigado e sequeiro em função dos níveis de vinhaça, adequaram-se a modelos quadráticos com R² médio de 97,68% (Figura 2B). O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão irrigado proporcionou elevação na MSC do feijão até a dose de 218,32 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingida a MSC máxima de aproximadamente 9,72 g. A MSC máxima verificada na dose de vinhaça de 218,32 m³

ha<sup>-1</sup> foi 25,50, 7,49, 0,18 e 3,57% maior do que a MSC observada nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 2B). A falta de água e nutrientes pode levar a consequências negativas no crescimento e desenvolvimento das culturas, afetando diretamente a produção de biomassa, componentes de produção e o rendimento (Dutra *et al.*, 2015; Heinemann *et al.*, 2022).

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão sequeiro, proporcionou incrementos na MSC do feijão até a dose de 235,43 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingida a MSC máxima de aproximadamente 8,94 g. A MSC máxima verificada na dose de vinhaça de 235,43 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, foi 28,52, 9,44, 0,65 e 2,14% maior do que a MSC observada nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 2B). Para que ocorra o acúmulo máximo de biomassa da cultura do feijão-comum é essencial que a cultura não apresente deficiências nutricionais, indicando a importância da vinhaça como fertilizante para a cultura, pois ela é composta por macro e micronutrientes fundamentais para o crescimento saudável e a produção de biomassa da cultura (Vieira *et al.*, 2009; Teixeira *et al.*, 2023).

A MSPA do feijão (cv. BRS Estilo) irrigado e sequeiro em função dos níveis de vinhaça, adequaram-se a modelos quadráticos, com R<sup>2</sup> médio de 93,79% (Figura 5C). O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão irrigado proporcionou elevação da MSPA do feijão até a dose de 192,26 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingida a MSPA máxima de aproximadamente 24,32 g. A MSPA máxima verificada na dose de vinhaça de 192,26 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, foi 17,17, 3,95, 0,03 e 5,39% maior do que a MSPA observada

nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 2C).

Silva *et al.* (2012) encontraram resultados quadráticos avaliando o potencial matricial e quanto maior a disponibilidade de água, maior a massa seca da parte aérea do feijão-comum.

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão sequeiro, proporcionou incrementos na MSPA do feijão até a dose de 193,82 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingida a MSPA máxima de aproximadamente 21,66 g. A MSPA máxima verificada na dose de vinhaça de 193,82 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, foi 9,19, 2,15, 0,01 e 2,76% maior do que a MSPA observada nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 2C). Em relação ao crescimento da parte aérea do feijoeiro, observa-se que as folhas e colmos são responsáveis por 100% do acúmulo relativo de biomassa do feijoeiro, com destaque para as folhas que representaram em torno de 63% (Nascente; Carvalho, 2018).

## 6 CONCLUSÕES

O diâmetro do caule, massa seca do caule e massa seca da parte aérea de feijão-comum (cv. BRS Estilo) são influenciados pelos cultivos de regime irrigado e sequeiro.

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão-comum irrigado e sequeiro, proporciona elevação no diâmetro do caule, massa seca do caule e massa seca da parte aérea do feijão até a dose de vinhaça de aproximadamente 219,50 e 231,29 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

A irrigação proporciona incrementos de até 12,43% no crescimento e desenvolvimento do caule da cultura do feijão-comum fertirrigado com vinhaça.

A massa seca da parte aérea do feijão-comum irrigado e sob fertirrigação com vinhaça apresenta incrementos acima

de 11,00% em relação ao cultivo em sequeiro.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), à Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), ao Centro de Excelência em Agricultura Exponencial (CEAGRE) e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano), pelo apoio financeiro e estrutural para a condução deste estudo.

## 8 REFERÊNCIAS

ABOU-HUSSSIEN, E. A.; EL-ZEMRANY, H. M.; HAMMAD, M. B. Effect of vinasses, molasses and mineral fertilization on nodulation and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in sandy reclaimed soils. **Menoufia Journal of Soil**, Menoufia, v. 5, n. 1, p. 1-17, 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ANTOLIN, L. A. S.; HEINEMANN, A. B.; MARIN, F. R. Impact assessment of common bean availability in Brazil under climate change scenarios. **Agricultural Systems**, Essex, v. 191, n. 7, p. 1-10, 2021.

ASMAR JUNIOR, J.; SANTOS, F. C. V.; DORES, A. L. M.; BARBALHO, M. G. S.

Chemical attributes as indicators of soil quality when applied to the Cerrado biome: a literature review. In: OLIVEIRA, R. J. **Águas e Florestas: desafios para conservação e utilização**. Guarujá: Editora Científica Digital, 2021. p. 131-148.

AYARZA, M.; RAO, I.; VILELA, L.; LASCANO, C.; VERA-INFANZÓN, R. Soil carbon accumulation in crop-livestock systems in acid soil savannas of South America: A review. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 173, n. 1, p. 163-226, 2022.

BARROTI, G.; NAHAS, E. População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 10, p. 2043-2050, 2000.

CARPANEZ, T. G.; MOREIRA, V. R.; ASSIS, I. R.; AMARAL, M. C.S. Sugarcane vinasse as organo-mineral fertilizers feedstock: Opportunities and environmental risks. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 832, n. 1, p. 1-14, 2022.

CHOJNACKA, K.; WITEK-KROWIAK, A.; MOUSTAKAS, K.; SKRZYPCZAK, D.; MIKULA, K.; LOIZIDOU, M. A transition from conventional irrigation to fertigation with reclaimed wastewater: Prospects and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Amsterdam, v. 130, n. 1, p. 1-14, 2020.

COSTA, B. E. L.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; MORAIS, W. A.; CUNHA, G. N.; ANDRADE, C. L. L. Produção de biomassa do feijão comum fertirrigado com doses de vinhaça. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 38, n. 3, p. 20-27, 2023.

- CROTSEY, M. P.; WITT, W. W.; SPOMER, L. A. Neutral density shading and far-red radiation influence black nightshade (*Solanum nigrum*) and eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) growth. **Weed Science**, Cambridge, v. 51, n. 2, p. 208-13, 2003.
- DUTRA, A. F.; MELO, A. S.; FILGUEIRAS, L. M. B.; SILVA, Á. R. F.; OLIVEIRA, I. M.; BRITO, M. E. B. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Ponta Grossa, v. 10, n. 2, p. 189-197, 2015.
- EBAID, M.; EL HADY, M. A. A.; EL TEMSAH, M. E.; EL GABRY, Y. A.; ABDELKADER, M. A.; ALWAHED, S. H. A. A.; SALAMA, E.; MORSI, N. A.A.; TAHA, N. M.; SAAD, A. M.; ABD ELKREM, Y. M. Combined vinasse and mineral NPK fertilizer affect physio-biochemical, root, and yield characters of faba bean (*Vicia faba* l.) genotypes grown on saline soil. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Amsterdam, v. 24, n. 2, p. 3178-3194, 2024.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- HEINEMANN, A. B.; COSTA-NETO, G.; FRITSCHÉ-NETO, R.; MATTA, D. H. da; FERNANDES, I. Kuivjogi. Enviromic prediction is useful to define the limits of climate adaptation: A case study of common bean in Brazil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 286, n. 1, article 108628, p. 1-19, 2022.
- JOHNSON, R.; VISHWAKARMA, K.; HOSSEN, M. S.; KUMAR, V.; SHACKIRA, A. M.; PUTHUR, J. T.; ABDI, G.; SARRAF, M.; HASANUZZAMAN, M. Potassium in plants: Growth regulation, signaling, and environmental stress tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**, Bruxelas, v. 172, n. 1, p. 56-69, 2022.
- KARAVIDAS, I.; NTATSI, G.; VOUGELEKA, V.; KARKANIS, A.; NTANASI, T.; SAITANIS, C.; AGATHOKLEOUS, E.; ROPOKIS, A.; SABATINO, L.; TRAN, F.; IANNETTA, P. P. M.; SAVVAS, D. Agronomic Practices to Increase the Yield and Quality of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.): A Systematic Review. **Agronomy**, Basel, v. 12, n. 2, p. 1-39, 2022.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.
- LACERDA, M. J. R.; FREITAS, K. R.; SILVA, J. W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 185-190, 2009.
- LOPES, G. R.; LIMA, M. G. B.; REIS, T. N. P. Maldevelopment revisited: Inclusiveness and social impacts of soy expansion over Brazil's Cerrado in Matopiba. **World Development**, Amsterdam, v. 139, n. 1, p. 1-17, 2021.
- MENDES, R. M. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 95-103, 2007.
- METEOBLUE. **Dados históricos simulados de clima e tempo para Rio Verde**. Basel: Meteoblue. 2024. Disponível em: <https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/rio->

verde\_brasil\_3451055. Acesso em: 20 dez. 2024.

MORAES, L. C. **Nutrient extraction and exportation by common bean**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2023.

NASAR, S.; SHAHEEN, H.; MURTAZA, G.; TINGHONG, T.; ARFAN, M.; IDREES, M. Socioeconomic Evaluation of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivation in Providing Sustainable Livelihood to the Mountain Populations of Kashmir Himalayas. **Plants**, Basel, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2023.

NASCENTE, A. S.; CARVALHO, M. C. S. Yield, biomass production and nutrients accumulation of super early genotype of common bean. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2018.

OLIVEIRA, T. C.; SILVA, J.; SANTOS, M. M.; CANCELLIER, E. L.; FIDELIS, R. R. Desempenho agrônômico de cultivares de feijão em função da adubação fosfatada no sul do estado do Tocantins. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 50-59, 2014.

POLEY, L. G.; MCDERMID, G. J. A systematic review of the factors influencing the estimation of vegetation aboveground biomass using unmanned aerial systems. **Remote Sensing**, Basel, v. 12, n. 7, p. 1-46, 2020.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Brazilian soil classification system**. 5th ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2018.

SILVA, C. G. M.; MOREIRA, S. G. Nutritional demand and nutrient export by modern cultivars of common bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 57, n. 1, p. e02248, 2022.

SILVA, W. G.; CARVALHO, J. A.; OLIVEIRA, E. C.; REZENDE, F. C.; LIMA JUNIOR, J. A.; RIOS, G. F. A. Manejo de irrigação para o feijão-de-metro, nas fases vegetativa e produtiva, em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 9, p. 978-984, 2012.

SOARES, A. A. V. L.; PRADO, R. M.; BERTANI, R. M. A.; SILVA, A. P. R. da; DEUS, A. C. F.; KANO, C.; FURLANETO, F. P. B. Contribution of Using Filter Cake and Vinasse as a Source of Nutrients for Sustainable Agriculture—A Review. **Sustainability**, Basel, v. 16, n. 13, p. 1-19, 2024.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

SOUZA, T. M. A.; SOUZA, T. A.; SOUTO, L. S.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; MESQUITA, E. F. Água disponível e cobertura do solo sob o crescimento inicial do feijão-caupi CV. BRS Pujante. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 3, p. 598-604, 2016.

TEIXEIRA, M. B.; CUNHA, F. N.; CUNHA, G. N.; MORAIS, W. A.; SOARES, F. A. L.; VIEIRA, L. G. Impacto da fertirrigação com vinhaça no crescimento de feijão comum. **Irriga**, Botucatu, v. 28, n. 3, p. 564-573, 2023.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006.

VIEIRA, N. M. B.; ANDRADE, M. J. B.;  
CARVALHO, L. P.; REZENDE, P. M.  
Accumulation of macronutrients by  
different common bean cultivars grown in

different plant densities in no-tillage crop  
system. **Annual Report of the Bean  
Improvement Cooperative**, East Lansing,  
v. 52, p. 132-133, 2009.