

## PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO FEIJÃO COMUM FERTIRRIGADO COM DOSES DE VINHAÇA

**BRUNA EDUARDA LEMES DA COSTA<sup>1</sup>, FERNANDO NOBRE CUNHA<sup>2</sup>, MARCONI BATISTA TEIXEIRA<sup>3</sup>, WILKER ALVES MORAIS<sup>4</sup>, GABRIELA NOBRE CUNHA<sup>5</sup> E CHRISTIANO LIMA LOBO DE ANDRADE<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Hidráulica e Irrigação, Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, CEP: 75.901-970, Rio Verde - GO, Brasil. [brunaeduardalescosta@gmail.com](mailto:brunaeduardalescosta@gmail.com);

<sup>2</sup>Departamento de Hidráulica e Irrigação, Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, CEP: 75.901-970, Rio Verde - GO, Brasil. [fernandonobrecunha@hotmail.com](mailto:fernandonobrecunha@hotmail.com);

<sup>3</sup>Departamento de Hidráulica e Irrigação, Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, CEP: 75.901-970, Rio Verde - GO, Brasil. [marconi.teixeira@ifgoiano.edu.br](mailto:marconi.teixeira@ifgoiano.edu.br);

<sup>4</sup>Departamento de Hidráulica e Irrigação, Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, CEP: 75.901-970, Rio Verde - GO, Brasil. [wilker.ambiental@gmail.com](mailto:wilker.ambiental@gmail.com);

<sup>5</sup>Departamento de Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Universidade Evangélica de Goiás, UNIEVANGÉLICA, Av. Universitária, Km. 3,5. Cidade Universitária, CEP: CEP: 75083-515, Anápolis - GO, Brasil. [Gabriela-nc@hotmail.com](mailto:Gabriela-nc@hotmail.com);

<sup>6</sup>Departamento Hidráulica e Irrigação, Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, CEP: 75.901-970, Rio Verde - GO, Brasil. [prof.christianolobo@gmail.com](mailto:prof.christianolobo@gmail.com).

**RESUMO:** As alterações fisiológicas e morfológicas de plantas limitadas pela seca influenciam na massa seca, produtividade das mesmas e dependem da quantidade de água disponível no ambiente e da eficiência do seu uso. Objetivou-se avaliar a massa seca de folhas de feijão fertirrigado com vinhaça submetido aos regimes hídricos de sequeiro e irrigado. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), típico, textura média, fase cerrado. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas sub-subdivididas  $4 \times 2 \times 2$ , 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) e duas safras (primeira e segunda safra). A fertirrigação com vinhaça foi realizada 50% da dose antes do plantio e os outros 50%, de acordo com os tratamentos, aos 50 dias após o plantio; foram utilizadas sementes de feijão da cultivar BRS Estilo. As características morfológicas foram realizadas, nas linhas centrais de cada parcela, quantificando-se: massa seca de folhas. A produção de biomassa de feijão (cultivar BRS Estilo) são afetados pelo regime hídrico (irrigado e sequeiro).

**Palavras-chaves:** *Phaseolus vulgaris*, fitomassa, vinhoto.

## BIOMASS PRODUCTION OF COMMON BEANS FERTIGATED WITH VINASSE DOSES

**ABSTRACT:** The physiological and morphological changes of plants limited by drought influence their dry mass, their productivity and depend on the amount of water available in the environment and the efficiency of its use. The objective was to evaluate the dry mass of bean leaves fertirrigated with vinasse submitted to rainfed and irrigated water regimes. The soil in the experimental area is classified as Dystroferic Red Latosol (LVdf), typical, medium texture, cerrado phase. The experimental design used was randomized blocks, analyzed in a  $4 \times 2$  sub-subdivided plot, with three replications. The treatments consisted of four doses of vinasse (0, 100, 200 and  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ); and two water regimes (irrigated and rainfed). Fertirrigation with vinasse was carried out 50% of the dose before planting and the other 50%, according to the treatments, 50 days after planting; bean seeds of the cultivar BRS Estilo were used. The morphological characteristics were carried out, in the central lines of each plot, quantifying: dry mass of leaves. The production of bean biomass (cultivar BRS Estilo) is affected by the water regime (irrigated and rainfed).

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris*, phytomass, vinasse.

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão é uma leguminosa amplamente consumida em todo o mundo e tem grande importância econômica em diversos países, incluindo o Brasil. O país é um dos maiores produtores e consumidores de feijão do mundo, sendo referência na produção de diferentes variedades e tipos desse alimento básico na dieta dos brasileiros. A cultura do feijão envolve uma cadeia produtiva extensa, que engloba desde a produção agrícola até a comercialização e distribuição no mercado nacional e internacional (FERREIRA; BARRIGOSI, 2021).

Um dos principais produtores do país é o estado de Goiás. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Goiás é o segundo maior produtor de feijão no Brasil, ficando atrás apenas de Minas Gerais. A importância econômica do feijão em Goiás está relacionada tanto ao mercado interno quanto ao mercado externo. O feijão produzido no estado abastece não apenas o consumo local, mas também é exportado para outros estados brasileiros e para o exterior. A produção de feijão em Goiás contribui para a geração de empregos, o desenvolvimento econômico e a renda de agricultores e produtores rurais (IBGE, 2022). Porém, com as alterações climáticas as culturas ficam suscetíveis as condições adversas, causando diversas alterações fisiológicas e morfológicas.

As alterações fisiológicas e morfológicas de plantas limitadas pela seca influenciam na massa seca, produtividade das mesmas e dependem da quantidade de água disponível no ambiente e da eficiência do seu uso. Assim, uma planta capaz de obter mais água ou que tenha maior eficiência no seu uso, e conseqüentemente se mantenha túrgida é uma importante característica para auxiliar sua sobrevivência e assim melhor resistir às condições de seca (TAIZ; ZEIGER, 2013; FRANÇOIS, 2012). A compreensão das respostas fisiológicas das plantas ao estresse é, portanto, fundamental para minimizar os impactos deletérios desses estresses, visando a maximização da produtividade (CAVATTE *et al.*, 2011).

A adaptação das plantas à seca, deste modo inclui mudanças morfoanatômicas, fisiológicas e bioquímicas que podem comprometer irreversivelmente a produção agrícola. Todos esses processos de adaptação são influenciados de algum modo pela matéria orgânica do solo, logo pela aplicação de vinhaça e por processos microbiológicos indicando a possibilidade de geração de tecnologias de baixo custo econômico e ambiental visando aumento da tolerância à seca. Nas últimas décadas, muitos estudos foram conduzidos para avaliar o comportamento morfofisiológico das plantas em relação ao déficit hídrico; entretanto, considerações sobre o impacto da disponibilidade de água no solo sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas têm recebido pequena atenção por parte dos pesquisadores, além disso, necessita-se caracterizar a ocorrência do déficit hídrico em termos quantitativos e não qualitativamente, como atualmente tem sido utilizado (AHMAD; LI, 2021; LAHIVE; HADLEY; DAYMOND, 2019; MELO, 2014).

Objetivou-se avaliar a massa seca de folhas de feijão fertirrigado com vinhaça submetido aos regimes hídricos de sequeiro e irrigado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde - GO. As coordenadas geográficas do local de instalação são 17°48'28" S e 50°53'57" O, com altitude média de 720 m ao nível do mar. O clima da região é classificado conforme Köppen e Geiger (1928), como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual 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 1.430 e 1.650 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) (INMET, 2023; INPE, 2023).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), típico, textura média, fase cerrado (SANTOS *et al.*, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas sub-subdivididas  $4 \times 2 \times 2$ , com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de vinhaça (0, 100, 200 e  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) (principal); e dois regimes hídricos (irrigado e de sequeiro) (secundário) e duas safras (primeira e segunda safra) (secundário).

O manejo da irrigação foi baseado no monitoramento da variação da umidade no solo usando tensiômetro digital de punção com sensibilidade de 0,1 kPa, sendo as hastes tensiométricas instaladas nas profundidades de 20, 40 e 60 cm de profundidade, sendo as leituras realizadas diariamente.

Para o cálculo da lâmina (mm) e do tempo de aplicação (minutos) foram utilizadas as equações 1 e 2:

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

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

Em que:

LL - Lâmina a ser aplicada (mm);

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

$\theta_{atual}$  - Umidade do solo no momento da irrigação ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ );

Z - Profundidade do solo (cm);

A - Área da parcela irrigada;

Q - Vazão do sistema ( $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$ ).

O sistema de irrigação era constituído de um sistema motobomba, sistema de filtragem e sistemas de tubulações. O controle do tempo de aplicação foi realizado manualmente.

O cabeçal de controle da irrigação foi instalado no centro da área experimental,

composto de filtro, hidrômetro, manômetro, registros e válvulas anti-vácuo. Os registros, liberam a irrigação para o tratamento irrigado, dos registros saem as tubulações de PVC onde foram conectadas as linhas laterais.

Para administrar água às parcelas de irrigação foram instaladas mangueiras de polietileno de baixa densidade, sem furos, conduzindo a água da tubulação em PVC até o início da parcela, onde foi conectado o tubo gotejador.

Foi utilizado o método de irrigação localizada, sendo o sistema de irrigação o subsuperficial e a lâmina de irrigação aplicada foi a de 100% da reposição hídrica, nas parcelas irrigadas. As características técnicas do modelo de gotejador utilizado no experimento são: tubo gotejador de parede delgada com dimensões de 16 mm de diâmetro hidráulico; vazão de  $1,0 \text{ L h}^{-1}$ ; 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 utilizado uma linha lateral de irrigação para cada linha de feijão.

Na determinação das curvas de retenção de água no solo, as amostras indeformadas do solo foram saturadas e submetidas às tensões de 1, 2, 4, 6, 8 e 10 kPa nos funis de placa porosa, 33, 66, 100, 500 e 1.500 kPa nos aparelhos extratores de Richards (EMBRAPA, 1997). Após realização das análises, as curvas características de água no solo foram obtidas, ajustando-se o conteúdo de água no solo ( $\theta$ ) em função da tensão de água no solo ( $\psi_m$ ), ajustando-se a equação de Van Genuchten (1980) utilizando o programa SWRC (DOURADO NETO *et al.*, 2001), conforme equação 3:

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left[1 + (\alpha \times |\psi_m|)^n\right]^m} \quad (3)$$

$\theta$  - umidade volumétrica,  $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ;

$\theta_r$  - umidade volumétrica residual,  $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ;

$\theta_s$  - umidade volumétrica na saturação,  $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ;

m, n e  $\alpha$  - parâmetros de ajuste. Com  $m = 1 - 1/n$  (MUALEM, 1976).

Na Tabela 1 é possível verificar os parâmetros da equação de Van Genuchten (1980).

**Tabela 1.** Parâmetros da equação de Van Genuchten conforme os dados obtidos

Parâmetros				
Teta R	Teta S	Alfa	n	m
0,3002	0,5721	0,0879	1,5826	0,368128

A fertirrigação com vinhaça foi realizada 50% da dose antes do plantio e os outros 50%, de acordo com os tratamentos, aos

50 dias após o plantio (SOUSA; LOBATO, 2004) (Tabela 2); foram utilizadas sementes de feijão da cultivar BRS Estilo.

**Tabela 2.** Características químicas da vinhaça

Elementos										
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>4</sub>	M.O.	Cu	Fe	Mn	Zn
-----kg m <sup>-3</sup> -----						-----g m <sup>-3</sup> -----				
0,31	0,14	1,68	0,54	0,32	1,46	19,67	6,05	7,54	3,55	2,07

<sup>1</sup>Matéria orgânica (M.O.)

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 3) e segundo recomendações de Sousa e Lobato (2004).

**Tabela 3.** Características químicas, físico-hídricas, granulometria e classificação textural do solo da área experimental

Prof	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	
cm	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmol dm <sup>-3</sup> -----						
0-20	6,20	63,42	7,06	2,04	20,4	16,8	0	57,75	41,8	
20-40	6,60	44,47	2,65	4,09	14,4	13,2	0	44,55	31,7	
Prof	B	Cu	Fe	Mn	Zn	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
cm										
0-20	0,17	4,10	35,85	18,80	1,45					
20-40	0,16	2,85	35,80	16,10	1,35					
Prof	Granulometria			$\theta_{CC}$	$\theta_{PMP}$	Ds	CTC	V		
cm	g kg <sup>-1</sup>			---m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ---	g cm <sup>-3</sup>	mmol dm <sup>-3</sup>	%			
0-20	458,3	150,2	391,5	51,83	30,50	1,27	99,5	41,9		
20-40	374,9	158,3	466,8	55,00	31,33	1,28	76,2	41,6		

<sup>1</sup>CC – Capacidade de campo; PMP – ponto de murcha permanente; 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.

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 sementes por metro, de modo a obter um estande final segundo recomendado para a cultivar. Sendo as

duas linhas de feijão externas da parcela considerada bordadura.

Os tratos 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.

O acúmulo de massa seca, foi obtido de três plantas colhidas nas linhas centrais de cada parcela. Após a retirada das plantas no campo, foram separadas em laboratório as folhas, obtendo-se o peso fresco e após secar em estufa a 65°C durante 48 horas, pesou-se obtendo-se o peso seco, desta maneira foi obtida a massa seca de folha (MSF).

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e em casos de significância, para os níveis de fertirrigação

com vinhaça, foi realizada análise de regressão, para os regimes hídricos e as safras as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação dose de vinhaça, regime hídrico e safras foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, para a massa seca de folhas (MSF) de feijão comum (cultivar BRS Estilo) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para a variável massa seca de folhas (MSF) de feijão comum fertirrigado com vinhaça sob os regimes hídricos de sequeiro e irrigado em primeira e segunda safra

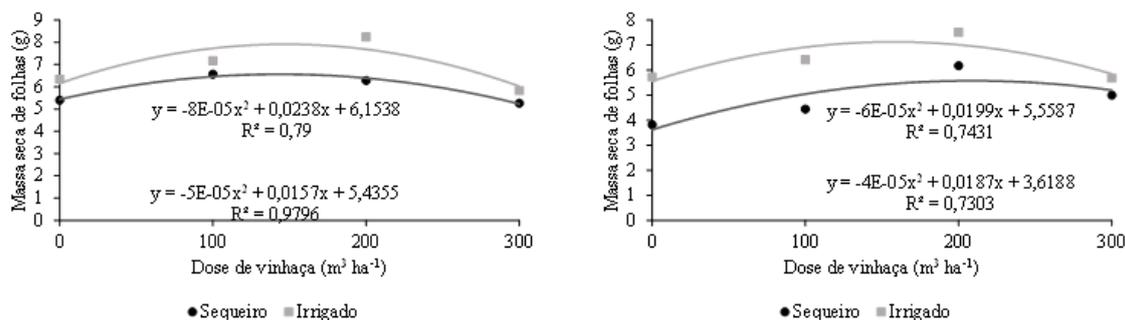
FV <sup>1</sup>	GL	QM MSF
DV	3	7,597**
Bloco	2	0,031 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	6	0,076
SF	1	7,535**
DV×SF	3	0,987*
Resíduo (b)	2	0,021
RH	1	18,63**
SF×RH	1	0,624**
DV×RH	3	0,585**
DV×SF×RH	3	0,592**
Resíduo (c)	22	0,047
CV <sub>1</sub> (%)	-	4,60
CV <sub>2</sub> (%)	-	2,41
CV <sub>3</sub> (%)	-	3,61

<sup>1</sup>Doses de vinhaça (DV), Regimes hídricos (RH) e Safras (SF). Fonte de variação (FV), Grau de liberdade (GL), Quadrado médio (QM) e Coeficiente de variação (CV). \*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

A massa seca de folhas do feijão (cultivar BRS Estilo) irrigado e sequeiro em função das doses de vinhaça, para a primeira

safr e segunda safra, adequaram-se a modelos quadráticos com R<sup>2</sup> médio de 81,07% (Figura 1).

**Figura 1.** Massa seca de folhas do feijão em função das doses de vinhaça na primeira safra e segunda safra.



O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado em primeira safra, proporcionaram elevação na massa seca de folhas do feijão até a dose de  $147,25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido a massa seca de folhas máxima de aproximadamente 7,91 g. A massa seca de folhas máxima verificada na dose de vinhaça de  $147,25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , foi 22,18; 2,28; 2,85 e 23,87% maior do que a massa seca de folhas observada nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , respectivamente (Figura 1). Gonçalves (2013) desenvolveu ensaio de identificação de linhagens de feijoeiro tolerantes à seca com aplicação de índice de intensidade de estresse hídrico de 53%, o que ocasionou reduções nas características de produção, fisiológicas e morfológicas, sendo tais reduções de 59,56 e 54,81% para matéria fresca e seca de folhas (MFFH), respectivamente.

A elevação na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado em segunda safra, promoveu o acréscimo na massa seca de folhas do feijão até a dose de  $157,57 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingida a massa seca de folhas máxima de aproximadamente 7,12 g. A massa seca de folhas máxima verificada na dose de vinhaça de  $157,57 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , foi 21,96; 2,93; 1,59 e 17,94% maior do que a massa seca de folhas observada nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , respectivamente (Figura 1).

Como a aplicação de vinhaça fornece grande quantidade de nutrientes para a cultura, áreas com aplicação desse subproduto apresentam maior produção de biomassa em relação á áreas sem aplicação (CARDOSO, 2021).

Não houve diferença significativa entre a primeira safra e segunda safra na massa seca de folhas do feijão irrigado, para a dose de vinhaça de  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Tabela 4).

**Tabela 4.** Massa seca de folhas do feijão fertirrigado com vinhaça para a primeira safra e segunda safra.

Doses de vinhaça ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )	Safra <sup>1</sup>	Regimes hídricos <sup>2</sup>	
		Irrigação	Sequeiro
0	Primeira	6,34 Aa	5,40 Ba
	Segunda	5,73 Ab	3,82 Bb
100	Primeira	7,17 Aa	6,56 Ba
	Segunda	6,41 Ab	4,44 Bb
200	Primeira	8,24 Aa	6,28 Ba
	Segunda	7,51 Ab	6,17 Ba
300	Primeira	5,83 Aa	5,27 Ba
	Segunda	5,68 Aa	5,00 Ba

<sup>1</sup>Safra de verão (primeira safra) e safra de outono-inverno (segunda safra). <sup>2</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A massa seca de folhas do feijão irrigado em primeira safra foi 9,68; 10,56 e 8,86% maior do que a massa seca de folhas do feijão irrigado em segunda safra, para as doses de vinhaça de 0, 100 e 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4). A primeira safra não apresentou diferença na massa seca de folhas do feijão sequeiro nas doses de vinhaça de 200 e 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4).

O aumento de produção de biomassa nas culturas está diretamente relacionado a maior extração e acúmulo de nutrientes do solo (SALVIANO *et al.*, 2017).

A massa seca de folhas do feijão irrigado em segunda safra foi 33,29; 30,73; 17,83 e 11,98% maior do que a massa seca de folhas do feijão sequeiro em segunda safra, para a dose de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Tabela 4).

#### 4 CONCLUSÕES

A produção de biomassa de feijão (cultivar BRS Estilo) são afetados pelo regime hídrico (irrigado e sequeiro).

A fertirrigação com vinhaça pode ser utilizada para gerar economia de adubos minerais utilizados no feijão, devido principalmente a alta presença de minerais como potássio e matéria orgânica gerando um aumento na massa seca de folhas de feijão comum.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

#### 6 REFERÊNCIAS

AHMAD, H.; LI, J. Impact of water deficit on the development and senescence of tomato roots grown under various soil textures of Shaanxi, China. **BMC Plant Biology**, Wageningen, v. 21, n. 241, p. 1-16, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03018-1>. Disponível em: <https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/article/s/10.1186/s12870-021-03018-1>. Acesso em: 01 jun. 2023.

CARDOSO, E. N. L. **Impactos da aplicação da vinhaça por longo período em solos de textura argilosa e arenosa**. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2021.

CAVATTE, P. C.; MARTINS, S. C. V.; MORAIS, L. E.; SILVA, P. E. M.; SOUZA, L. T. MATTA, F. M. A fisiologia dos estresses abióticos. *In*: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas para Condições de Estresses Abióticos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 39-79.

DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMAN, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. **Soil Water Retention Curve (SWRC)**. Version 3.0. Piracicaba: ESALQ: CENA, 2001.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

FERREIRA, C. M.; BARRIGOSI, J. A. F. **Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. 164 p.

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

FRANÇOIS, T. **Relações hídricas e trocas gasosas em plantas de feijão submetidas à irrigação deficitária**. 2012. Dissertação

(Mestrado Engenharia Agrícola) – Faculdade de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

GONÇALVES, F. C. **Produtividade e qualidade de cultivares de melancia em função de doses de fósforo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2013.

IBGE. **PAM - Produção Agrícola Municipal**. Brasília, DF: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 10 nov. 2023.

INPE. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**: Rio Verde. Brasília, DF: INPE, 2023. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/previsao-tempo/go/rio-verde>. Acesso: 15 nov. 2023.

INMET. **Rio Verde**. Brasília, DF: INMET, 2023. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A001>. Acesso em: 13 nov. 2023.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

LAHIVE, F.; HADLEY, P.; DAYMOND, A. J. The physiological responses of cacao to the environment and the implications for climate change resilience. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 39, n. 5, p. 1-22, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0552-0>. Disponível em: <https://hal.science/hal-02422720>. Acesso em: 22 out. 2023.

MELO, A. P. **Avaliação da tolerância à seca em feijoeiro inoculado com rizóbio e bactérias diazotróficas endofíticas na presença de ácidos húmicos**. 2014.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2014.

MUALEM, Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water Resource Research**, Washington, DC, v. 12, n. 1, p. 513-522, 1976.

SALVIANO, A. M.; MOURA, M. S. B.; SILVA, T. G. F.; CARMO, J. F. A.; BRANDÃO, E. O. Acúmulo e exportação de macronutrientes pela cana de açúcar irrigada no semiárido brasileiro. **Revista Científica Intellecto**, Venda Nova do Imigrante, v. 2, n. 2, p. 16-27, 2017.

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. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2004. 719 p.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 1, p. 892-898, 1980.