



CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE FEIJÃO FERTIRRIGADO COM VINHAÇA

Rauanny Bezerra Pereira¹, Marconi Batista Teixeira², Fernando Nobre Cunha³, Wilker Alves Moraes³, Gabriela Nobre Cunha⁴, Fernando Rodrigues Cabral Filho⁵

RESUMO: O emprego da vinhaça como fertirrigação nas culturas vem merecendo papel de destaque principalmente quando se pensa na produção de efluentes do setor agroindustrial. Objetivou-se avaliar diâmetro do caule e área foliar 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 $4 \times 2 \times 8$, 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 quatro épocas de avaliações (12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 e 96 dias após a emergência). 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: diâmetro do caule e área foliar. O diâmetro de caule e a área foliar de feijão (cultivar BRS Estilo) são afetados pelo regime hídrico (irrigado e sequeiro).

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*, resíduo orgânico, vinhoto.

GROWTH AND DEVELOPMENT OF BEANS FERTIGATED WITH VINESE

ABSTRACT: The use of vinasse as fertirrigation in crops has deserved a prominent role, especially when thinking about the production of effluents in the agro-industrial sector. The objective was to evaluate stem diameter and leaf area of bean fertirrigated with vinasse

¹ Mestranda, Depto de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO

² Prof. Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano, Rio Verde, GO

³ Pós-Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano, Rio Verde, GO

⁴ Pesquisadora, Depto de Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO

⁵ Doutorando, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano, Rio Verde, GO

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 $4 \times 2 \times 8$ 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) and four evaluation times (12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 and 96 days after emergence). 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: stem diameter and leaf area. Stem diameter and leaf area of common bean (cultivar BRS Estilo) are affected by water regime (irrigated and rainfed).

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*, organic waste, vinasse.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão. O total de área cultivada com essa leguminosa na safra 2020/2021 foi de cerca 2,9 milhões de hectares; a produtividade média da safra nacional de feijão é de aproximadamente 1.061 kg ha^{-1} com uma produção de 3,1 milhões de toneladas (CONAB, 2020). Nos últimos anos, o interesse pelo cultivo dessa leguminosa tem crescido entre os produtores que tem adotado tecnologias mais avançadas, utilizando inclusive a irrigação e fertirrigação (BUENO, 2020).

O emprego da vinhaça como fertirrigação nas culturas vem merecendo papel de destaque principalmente quando se pensa na produção de efluentes do setor agroindustrial, uma vez que a vinhaça constitui-se em um efluente composto, em sua maioria, por 93% de água e 7% de sólidos, 75% dos quais correspondem à matéria orgânica, sendo a fração sólida constituída, principalmente, de compostos orgânicos e elementos minerais, dos quais cerca de 20% é K, o nutriente determinante para a definição da dose a ser aplicada nos solos (MARQUES, 2006). Dessa forma, a vinhaça quando depositada no solo, pode promover melhoria em sua fertilidade; todavia, as quantidades não devem ultrapassar sua capacidade de retenção de íons (LELIS NETO, 2012).

Por isso torna-se muito importante pesquisas com o feijão, nos diferentes ambientes agrícolas, pois o seu cultivo tem sido realizado geralmente em solos de baixa fertilidade natural,

assim a produtividade do feijão tem sido limitada, principalmente, por restrições hídricas e pela disponibilidade de nutrientes nos solos, em especial o nitrogênio e potássio.

Objetivou-se avaliar diâmetro do caule e área foliar de feijão fertirrigado com vinhaça submetido aos regimes hídricos de sequeiro e irrigado.

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 & 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 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).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), típico, textura média, fase cerrado (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas sub-subdivididas 4 × 2 × 8, com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de vinhaça (0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹); e dois regimes hídricos (irrigado e de sequeiro) e quatro épocas de avaliações (12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 e 96 dias após a emergência).

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:

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

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

Em que:

LL - Lâmina a ser aplicada (mm);

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

θ_{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 possui sistema de filtragem equipado com filtro de disco de 100 mesh para a retirada de partículas sólidas que porventura possam entrar no sistema. O controle do tempo de aplicação está sendo realizado manualmente.

O cabeçal de controle da irrigação foi instalado na porção mediana 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 atender cada parcela com o gotejamento, foi instalado 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 um sistema de irrigação localizada, sendo o método de irrigação o subsuperficial e a lâmina de irrigação aplicada foi a de 100% da reposição hídrica. As características técnicas do modelo de gotejador utilizado no experimento são: tubo gotejador de parede delgada com dimensões de 16 mm; 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 (θ) em função da tensão de água no solo (ψ_m), ajustando-se a equação de van Genuchten (1980) utilizando o programa SWRC (DOURADO NETO et al., 2001), conforme equação 3:

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

Em que:

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

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

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

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

A Tabela 1 mostra 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 ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄	M.O.	Cu	Fe	Mn	Zn
-----kg m ⁻³ -----						-----g m ⁻³ -----				
0,31	0,14	1,68	0,54	0,32	1,46	19,67	6,05	7,54	3,55	2,07

¹Matéria 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 (P₂O₅) na forma de superfosfato triplo, e micronutrientes, caso necessário, conforme resultados da análise de solo (Tabela 3) e segundo recomendações de Sousa & Lobato (2004).

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.

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	CTC	V
cm	H ₂ O	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----mmol dm ⁻³ -----							%
0-20	6,20	63,42	7,06	2,04	20,4	16,8	0	57,75	41,8	99,5	41,9
20-40	6,60	44,47	2,65	4,09	14,4	13,2	0	44,55	31,7	76,2	41,6
Prof	B		Cu		Fe		Mn		Zn		
cm	-----mg dm ⁻³ -----										
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			θ_{CC}	θ_{PMP}	Ds	PT	Classif. Textural			
cm	g kg ⁻¹			---m ³ m ⁻³ ---	g cm ⁻³		cm ³ cm ⁻³	-			
0-20	458,3	150,2	391,5	51,83	30,50	1,27	0,55	Franco Argiloso			
20-40	374,9	158,3	466,8	55,00	31,33	1,28	0,51	Argila			

¹CC – Capacidade de campo; PMP – ponto de murcha permanente; P, K, Ca e Mg: Resina; S: Fosfato de cálcio 0,01 mol L⁻¹; Al: KCl 1 mol L⁻¹; H+Al: SMP; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; M.O - Matéria Orgânica; pH - em CaCl₂; CTC - Capacidade de troca de cátions; V - Saturação da CTC por bases.

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.

As características morfológicas foram avaliadas nas linhas centrais de cada parcela, quantificando-se: diâmetro do caule e área foliar. A área foliar foi determinada medindo-se comprimento e a largura da folha pelo auxílio de uma régua.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a medida diâmetro do caule do feijão (DC) foi observado efeito negativo do déficit hídrico nas plantas de feijoeiro, com média de 5,69 cm, a qual foi 16,3% inferior ao observado nas plantas irrigadas (Figura 1A). Sousa & Lima (2010) verificaram que o diâmetro do caule não foi influenciado pela supressão da irrigação nos estádios fenológicos de desenvolvimento das plantas de feijão. Plantas de feijão sob maior disponibilidade de água apresentaram maior

capacidade de fixar biomassa no caule, expressando assim maior DC. Considerando o efeito dos DAE de forma isolada, maior DC foi observado aos 96 dias (Figura 1A), com média 8,44 cm.

O déficit hídrico afetou significativamente o desenvolvimento foliar, podendo ser observado pela variável área foliar (AF), com média de 1220,02 cm², bem inferior ao observado nas plantas irrigadas com média de 1487,22 cm² (Figura 2B), representando redução de 17,96% em AF. De acordo com Conforto (2008) é comum em estudos com seca o efeito negativo na área foliar de plantas submetidas ao estresse hídrico.

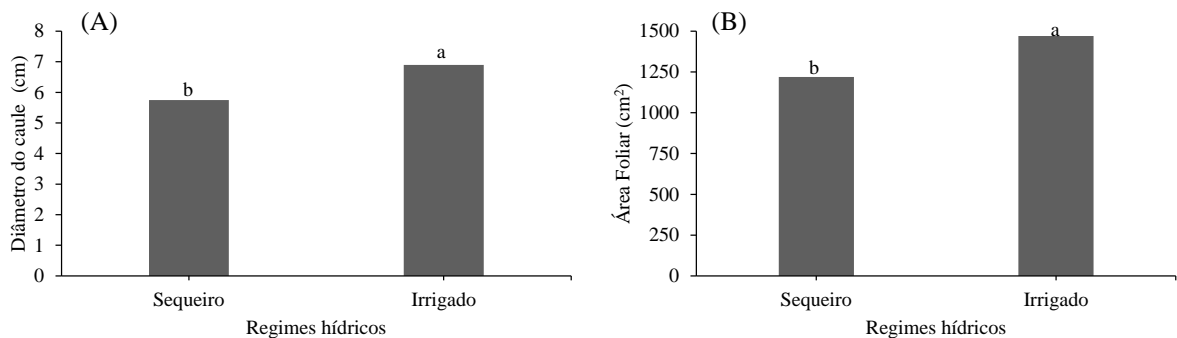


Figura 1. Diâmetro do caule e Área foliar de feijão (cultivar BRS Estilo) fertirrigado com vinhaça em função da reposição hídrica.

Para a medida DC também foi observado efeito negativo do déficit hídrico nas plantas de feijoeiro, com média de 5,69 cm, a qual foi 16,3% inferior ao observado nas plantas irrigadas (Figura 2A). Sousa & Lima (2010) verificaram que o diâmetro do caule não foi influenciado pela supressão da irrigação nos estádios fenológicos de desenvolvimento das plantas de feijão. Acréscimo de 41,24 cm² para AF pode ser observado a cada 12 DAE. Desta forma, quanto maior a AF, maior a capacidade das plantas em utilizar a luz e realizar fotossíntese. Independentemente da irrigação, maior AF foi observada aos 96 DAE, com média estimada de 1997,3 cm².

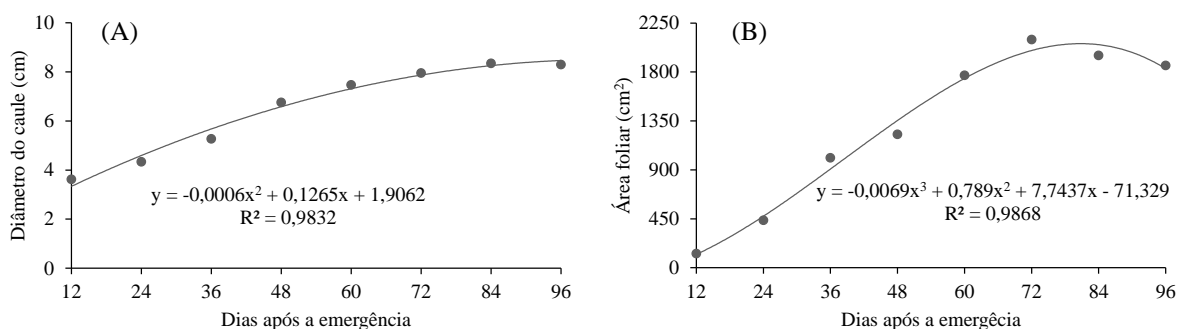


Figura 2. Diâmetro de caule (A), área foliar (B) de feijão (cultivar BRS Estilo) fertirrigado com vinhaça em função dos dias após a emergência.

Já se conhece, que a capacidade de manter a área foliar por um longo período constitui-se em um importante indicativo de materiais mais produtivos, pois significa um melhor

desempenho do aparato fotossintético; a AF representa matéria prima para a fotossíntese e, como tal, é de grande importância para produção de carboidratos, óleos, proteínas e fibras etc. (MAGALHÃES, 1979; MARAFON, 2012).

CONCLUSÕES

O crescimento do feijão (cultivar BRS Estilo) em Latossolo Vermelho distroférico é beneficiado pela aplicação de vinhaça via fertirrigação, com influência direta no diâmetro de caule e na área foliar.

O diâmetro de caule e a área foliar de feijão (cultivar BRS Estilo) são afetados pelo regime hídrico (irrigado e sequeiro).

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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUENO, J. J. T. **Qualidade de sementes de cultivares de feijão comum**. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, 34p., 2020.

CONFORTO, E.C. Respostas fisiológicas ao déficit hídrico em duas cultivares enxertadas de seringueira (“RRIM 600” e “GT 1”) crescidas no campo. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 679-684, 2008.

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, 2001. Software.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do abastecimento, 1997. 212p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do abastecimento, 306p., 2013.

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

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

LELIS NETO, J. A. Aplicação de vinhaça via gotejamento subsuperficial e seus efeitos nos perfis de distribuição iônica e atributos físicos e químicos de um Nitossolo. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Piracicaba, 138 p. 2012.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. EPU/EDUSP, São Paulo, v. 1, p. 331-350, 1979.

MARAFON, A. C. **Análise quantitativa de crescimento em Cana-de-açúcar: Introdução ao procedimento prático**. Documentos: Embrapa, Dezembro, 2012.

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. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Editorial, p.369-375, 2006.

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

SOUSA, M. A.; LIMA, M. D. B. Influência da supressão da irrigação em estádios de desenvolvimento do feijoeiro cv. Carioca comum. **Biosci. J.**, v. 26, n. 4, p. 550-557, 2010.