

IMPACTO DA FERTIRRIGAÇÃO COM VINHAÇA NO CRESCIMENTO DE FEIJÃO COMUM

MARCONI BATISTA TEIXEIRA¹, FERNANDO NOBRE CUNHA¹, GABRIELA NOBRE CUNHA², WILKER ALVES MORAIS¹, FREDERICO ANTONIO LOUREIRO SOARES¹, LUCAS GOMES VIEIRA¹

¹Departamento 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, marconibr@gmail.com, fernandonobrecunha@hotmail.com, wilker.alves.moraes@gmail.com, frederico.soares@ifgoiano.edu.br, lucas.gomes1@estudante.ifgoiano.edu.br

²Departamento de Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, UniEVANGÉLICA, Av. Universitária km 3,5 Cidade Universitária, CEP: 75083-515, Anápolis GO, Brasil, gabriela-nc@hotmail.com

1 RESUMO

O feijão comum é cultivado em diversas regiões, sendo que alguns locais apresentam condições de produzir feijão praticamente o ano todo. Objetivou-se avaliar o tamanho de entrenós de feijão comum fertirrigado com vinhaça (primeira e segunda safra) submetido aos regimes hídricos de sequeiro e irrigado. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico. 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 $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$); 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: comprimento de entrenós. O comprimento de entrenós do feijão irrigado em primeira safra foi até 19,21% maior do que o comprimento de entrenós do feijão irrigado em segunda safra, para as doses de vinhaça acima de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, desenvolvimento, vinhoto.

TEIXEIRA, M. B.; CUNHA, F. N.; CUNHA, G. N.; MORAIS, W. A.; SOARES, F. A. L.; VIEIRA, L. G.

IMPACT OF FERTIRRIGATION WITH VINASSE ON COMMON BEAN GROWTH

2 ABSTRACT

Common beans are cultivated in different regions, with some places offering bean production conditions practically all year round. The objective was to evaluate the size of internodes of common beans fertigated with vinasse (first and second harvest) applied to rainfed and irrigated water regimes. The soil in the experimental area is classified as dystroferic Red Oxisol. The experimental design used was randomized blocks, drawn up in a $4 \times 2 \times 2$ split-plot scheme, with three replications. The treatments consisted of four doses of vinasse (0, 100, 200 and $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

$\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$); two water regimes (irrigated and rainfed) and two harvests (first and second harvest). Fertigation 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 from the BRS Estilo cultivar were used. The morphological characteristics were carried out in the central lines of each plot, quantifying: length of internodes. The internode length of beans irrigated in the first harvest was up to 19.21% greater than the internode length of beans irrigated in the second harvest, for vinasse doses above $100 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, development, vinasse.

3 INTRODUÇÃO

O feijão comum é um vegetal cultivado em diversas regiões, sendo que alguns locais apresentam condições de produzir feijão praticamente o ano todo. Essas condições baseiam-se na precipitação e temperatura média, necessárias ao feijoeiro, sem ocorrência de excesso de chuva e calor, bem como da escassez de água e temperaturas muito baixas (Ribeiro *et al.*, 2008).

O feijoeiro é cultivado no centro-sul brasileiro em três safras, a primeira, com semeadura de outubro a dezembro (safra das águas) a segunda, com semeadura de janeiro a março (safra das secas) e a terceira, com semeadura de abril a junho (safra de inverno). Devido às distintas condições climáticas entre os períodos, a cultura apresenta diversos sistemas de produção e demanda diferentes níveis tecnológicos dos produtores. No geral, por necessidade de irrigação, a capacidade tecnológica do produtor de feijão da safra de inverno é maior quando a cultura é cultivada na safra de verão (Richetti; Ito, 2015; Terra *et al.*, 2019).

A irrigação pode ser encontrada na maioria das áreas agrícolas com tecnologias avançadas, contribuindo com o crescimento e em incrementos na produtividade das culturas, nesse sentido, o uso da irrigação é estratégico durante todo o ciclo do feijão, sendo um aspecto de grande importância para auxiliar no planejamento da produção (Dalri, 2002; Kunz; Ávila; Petry, 2014).

Objetivou-se avaliar o tamanho de entrenós de feijão comum fertirrigado com vinhaça (primeira e segunda safra) submetido aos regimes hídricos de sequeiro e irrigado.

4 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 $17^{\circ}48'28'' \text{ S}$ e $50^{\circ}53'57'' \text{ O}$, 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 $23,8^{\circ}\text{C}$, concentrando os maiores valores no mês de outubro, com $24,5^{\circ}\text{C}$, e os menores valores no mês de julho, com $20,8^{\circ}\text{C}$. 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 foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico (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

$\times 2 \times 2$, 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 duas safras (primeira e segunda safra).

A irrigação foi conduzida em base de tensiometria digital de punção com sensibilidade de 0,1 kPa, sendo as hastas 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:

$$LL = \frac{(\theta_{cc} - \theta_{atual})}{10} \times Z \quad (01)$$

$$Tempo = 60 \times 10^{-3} \left(\frac{(LL \times A)}{Q} \right) \quad (02)$$

Em que:

LL - Lâmina a ser aplicada (mm);

θ_{cc} - Umidade na capacidade de campo (cm³ cm⁻³), obtida a partir da curva de retenção de água no solo;

θ_{atual} - Umidade do solo no momento da irrigação (cm³ cm⁻³);

Z - Profundidade do solo (cm);

A - Área da parcela irrigada;

Q - Vazão do sistema (m³ 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 foi 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, liberavam a irrigação para o tratamento irrigado, dos registros saíam 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 localizado, 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 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:

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left[1 + (\alpha \times |\psi_m|)^n \right]^m} \quad (03)$$

θ - umidade volumétrica, m³ m⁻³;

θ_r - umidade volumétrica residual, m³ m⁻³;

θ_s - umidade volumétrica na saturação, m³ 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). Para o plantio 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 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 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	
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 ⁻³ -----				
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			θ _{CC}	θ _{PMP}	Ds	CTC	V		
cm	g kg ⁻¹			---m ³ m ⁻³ ---	g cm ⁻³	mmol dm ⁻³	%			
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		

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.

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. 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.

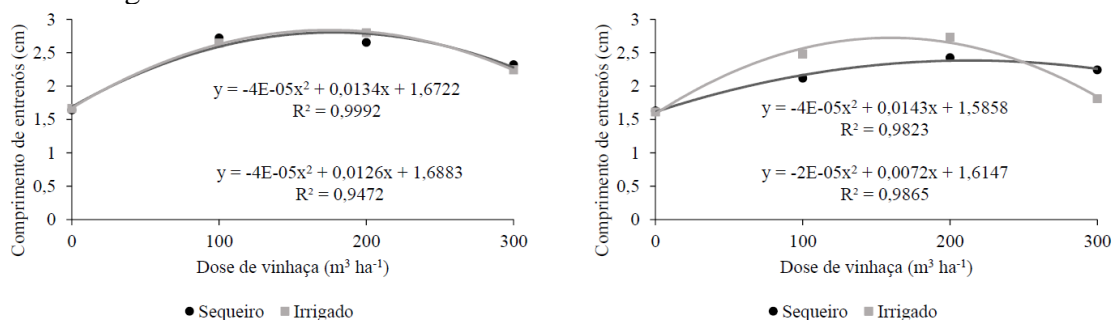
As características morfológicas comprimento de entrenós de feijão comum foram avaliadas nas linhas centrais de cada parcela.

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 polinomial. Para os regimes hídricos e as safras, em casos de significância, as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento de entrenós do feijão (cultivar BRS Estilo) irrigado e sequeiro em função das doses de vinhaça, para a primeira safra e segunda safra, adequaram-se a modelo quadrático com R^2 médio de 97,88% (Figura 1). O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado em primeira safra, proporcionaram elevação no comprimento de entrenós do feijão até a dose de $176,17 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o comprimento de entrenós máxima de aproximadamente 2,85 cm. O comprimento de entrenós máximo verificada na dose de vinhaça de $176,17 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, foi 41,36; 7,73; 0,76 e 20,43% maior do que o comprimento de entrenós observada nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 1).

Figura 1. Comprimento de entrenós do feijão em função das doses de vinhaça na primeira safra e segunda safra.



A alta exigência nutricional do feijoeiro, torna a cultura altamente demandante em nutrientes que necessitam estar imediatamente disponíveis à planta para que não ocorra limitações no rendimento da cultura, portanto, incluir o uso de biofertilizante como a vinhaça é fator relevante para atingir incrementos significativos no crescimento de entrenós e na produtividade da cultura (Lacerda; Nascente; Pereira, 2019; Pinto; Araujo, 2019).

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão sequeiro em primeira safra, proporcionaram incrementos no

comprimento de entrenós do feijão até a dose de $179,29 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o comprimento de entrenós máxima de aproximadamente 2,81 cm. O comprimento de entrenós máximo verificada na dose de vinhaça de $179,29 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, foi 39,99; 7,82; 0,53 e 18,13% maior do que o comprimento de entrenós observado nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 1).

A vinhaça proporciona aumento do acúmulo matéria seca, incremento no número e no comprimento de entrenós, beneficiando o crescimento e refletindo em

maior rendimento das culturas (Silva *et al.*, 2014; Cunha *et al.*, 2016; Silva, 2017).

A elevação na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado em segunda safra, promoveu o acréscimo no comprimento de entrenós do feijão até a dose de 158,61 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o comprimento de entrenós máximo de aproximadamente 2,72 cm. O comprimento de entrenós máximo verificado na dose de vinhaça de 158,61 m³ ha⁻¹, foi 41,65; 5,69; 2,84 e 33,10% maior do que o comprimento de entrenós observada nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 1). Além dos nutrientes, a vinhaça fornece água para a cultura o que evita o encurtamento do entrenó. Ao estudar a alteração permanentemente a arquitetura dos brotos em feijoeiros comuns sob estresse hídrico, Durigon *et al.*, (2019) verificaram que houve efeito do tratamento com irrigação no comprimento máximo dos entrenós. Isso evidencia a importância da reposição hídrica para essa cultura em épocas de seca.

O nitrogênio e o potássio fornecidos de forma equilibrada, promovem crescimento e desenvolvimento vegetativo, formação de gemas floríferas e frutíferas, aumenta a resistência a pragas e doenças (Malavolta *et al.*, 1989; Bastos, 2015).

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão sequeiro em segunda

safrá, proporcionaram incrementos no comprimento de entrenós do feijão até a dose de 211,68 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o comprimento de entrenós máxima de aproximadamente 2,38 cm. O comprimento de entrenós máximo verificada na dose de vinhaça de 211,68 m³ ha⁻¹, foi 32,05; 8,92; 0,10 e 5,58% maior do que o comprimento de entrenós observada nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 1).

A baixa fertilidade dos solos sem a devida correção aliado a falta de adubação mineral adequada vêm sendo definido como fatores preponderantes para obtenção de baixos rendimentos da cultura (Silva *et al.*, 2016). Nesse sentido, a utilização da vinhaça como fertilizante no cultivo do feijão comum pode tornar-se muito importante, principalmente por favorecer o aumento da disponibilidade de alguns nutrientes para a planta, beneficiando o crescimento e desenvolvimento da cultura, além de elevar os seus níveis de produtividade (Silva; Griebeler; Borges, 2007; Carvalho *et al.*, 2018; Silva; Buso, 2020).

Não houve diferença significativa entre a primeira safra e segunda safra no comprimento de entrenós do feijão irrigado, para as doses de vinhaça de 0 e 200 m³ ha⁻¹ (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento de entrenós do feijão fertirrigado com vinhaça para a primeira safra e segunda safra.

Doses de vinhaça (m ³ ha ⁻¹)	Safra ¹	Comprimento de entrenós (cm)	
		Regimes hídricos ²	
		Irrigação	Sequeiro
0	Primeira	1,67 Aa	1,64 Aa
	Segunda	1,61 Aa	1,63 Aa
100	Primeira	2,64 Aa	2,72 Aa
	Segunda	2,48 Ab	2,12 Bb
200	Primeira	2,80 Aa	2,66 Aa
	Segunda	2,73 Aa	2,43 Bb
300	Primeira	2,24 Aa	2,32 Aa
	Segunda	1,81 Ab	2,24 Ba

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

O comprimento de entrenós do feijão irrigado em primeira safra foi 6,09 e 19,21% maior do que o comprimento de entrenós do feijão irrigado em segunda safra, para as doses de vinhaça de 100 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Tabela 4). A primeira safra não apresentou diferença no comprimento de entrenós do feijão sequeiro nas doses de vinhaça de 0 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Tabela 4).

Além da água ser o meio pelo qual as plantas absorvem nutrientes minerais do solo, que são essenciais para a síntese de compostos orgânicos e o funcionamento geral das células, durante o crescimento das plantas, as células precisam se expandir. A entrada de água nas células é responsável pela expansão celular, levando ao crescimento dos tecidos vegetais (Taiz; Zeiger, 2017).

O comprimento de entrenós do feijão sequeiro em primeira safra foi 22,12 e 8,62% maior do que o comprimento de entrenós do feijão sequeiro em segunda safra, para as doses de vinhaça de 100 e 200 m³ ha⁻¹. Consequentemente a deficiência de qualquer micronutriente pode provocar problemas no crescimento e desenvolvimento das plantas, repercutindo na qualidade e quantidade da produção (Dechen, 2006).

Não houve diferença significativa entre o cultivo sequeiro e irrigado no

comprimento de entrenós do feijão em primeira safra, para as doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹.

Na segunda safra, não houve diferença significativa entre o cultivo sequeiro e irrigado no comprimento de entrenós do feijão, quando não foi realizada a fertirrigação com vinhaça (Tabela 4). O comprimento de entrenós do feijão irrigado em segunda safra foi 14,63 e 11,22% maior do que o comprimento de entrenós do feijão sequeiro em segunda safra, para as doses de vinhaça de 100 e 200 m³ ha⁻¹ (Tabela 4).

6 CONCLUSÕES

O comprimento de entrenós máximo do feijão (cultivar BRS Estilo) irrigado e sequeiro em primeira e segunda safra foi verificado na dose de vinhaça de aproximadamente 181 m³ ha⁻¹.

O comprimento de entrenós do feijão irrigado em primeira safra é até 19,21% maior do que o comprimento de entrenós do feijão irrigado em segunda safra, para as doses de vinhaça acima de 100 m³ ha⁻¹, já para o feijão sequeiro essa diferença entre as safras, foi de até 22,12%.

7 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), ao Centro de Excelência em Agricultura Exponencial (CEAGRE) e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

8 REFERÊNCIAS

- BASTOS, F. J. C. **Feijoeiro cultivado sob aplicação de osmoprotetores à base de extratos de algas e supressão de irrigação**. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia/Ciências Agrárias) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2015.
- CARVALHO, M. C. S.; NASCENTE, A. S.; FERREIRA, G. B.; MUTADIUA, C. A. P.; DENARDIN, J. E. Phosphorus and potassium fertilization increase common bean grain yield in Mozambique. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 5, p. 308-314. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n5p308-314>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/NqbvzwKhMHnHDYCRScsFbzv/?lang=en#>. Acesso em: 21 fev. 2023.
- CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; SOUSA, A. E. C.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; VIDAL, V. M. Yield of sugarcane submitted to nitrogen fertilization and water depths by subsurface drip irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, (Online), v. 20, n. 9, p. 841-846, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n9p841-846>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/XT9dQJ5CXtBFjyhLLVjSzrc/?lang=en#>. Acesso em: 22 jan. 2023.
- DALRI, B. A. Efeito da frequência de irrigação subsuperficial por gotejamento no desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Irriga**, Botucatu, v.7, n.1, p. 29–34, 2002. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2002v7n1p29-34>. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3063/1883>. Acesso em: 12 jan. 2023.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Micronutrientes**. In: Fernandes, M. S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa: SBCS, 2006. p. 327-354.
- DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMAN, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. **Soil Water Retention Curve**. Version 3.0. Piracicaba: ESALQ: CENA, 2001.
- DURIGON, A.; EVERS, J.; METSELAAR, K.; VAN LIER, Q. J. Water Stress Permanently Alters Shoot Architecture in Common Bean Plants. **Agronomy**, Madison, v. 9, n. 3, p. 1-22, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9030160>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/3/160>. Acesso em: 11 dez. 2023.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de

Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh>. Acesso em: 10 jan. 2023.

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

KUNZ, J.; ÁVILA, V. S.; PETRY, M. Distribuição temporal e espacial da umidade do solo em sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficial. **REMOA**, Santa Maria, v. 13, n. 5, p. 3963-3976, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236130815123>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/15123/pdf>. Acesso em: 25 jan. 2023.

LACERDA, M. C.; NASCENTE, A. S.; PEREIRA, E. T. L. Adubação nitrogenada afeta a produtividade e a qualidade comercial de grãos do feijoeiro em sistema de plantio direto. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 2, p. 71-80, 2019.

MALAVOLTA, E. Função dos nutrientes na planta e qualidade dos produtos agrícolas. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1., 1989, Ilha Solteira. **Anais [...]**. Ilha Solteira: FEIS:UNESP:ANDA:POTAFOS, 1989. p. 1-42.

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.

PINTO, L. E. V.; ARAUJO, F. F. Uso de vinhaça como biofertilizante: efeito na nodulação, crescimento e acúmulo de nutrientes no cultivo da soja. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 15, n. 5, p. 97-109, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n5.a327>. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/3054/2831>. Acesso em: 15 jan. 2023.

RIBEIRO, N.D.; ANTUNES, I.F.; SOUZA, J.F.; POERSCHIV, N.L. Adaptação e estabilidade de produção de cultivares e linhagens-elite de feijão no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2434-2440, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008005000018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/hdzhw9gWKxn nJ7bdrndVYxd/?lang=pt#>. Acesso em: 11 jan. 2023.

RICHETTI, A.; ITO, M. A. **Viabilidade econômica da cultura do feijão-comum, safra da seca 2015, em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. (Comunicado Técnico, 197).

SILVA, D. A.; ESTEVES, J. A. F.; GONÇALVES, J. G. R.; AZEVEDO, C. V. G.; RIBEIRO, T.; CHIORATO, A. F.; CARBONELL, S. A. M. Avaliação de genótipos de feijoeiro quanto à eficiência do uso do fósforo em Latossolo Vermelho Eutrófico. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 2, p. 152-163. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.454>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/9h6TngMRGW7S8D4cV8FfbQB/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 19 fev. 2023.

- SILVA, L. F. A.; BUSO, W. H. D. Desempenho do feijoeiro cv. Pérola submetido a doses e épocas de aplicação de potássio foliar. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 9, p. e363997298, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7298>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7298/6521>. Acesso em: 25 fev. 2023.
- SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impacto nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 108-114, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000100014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/vxTJ6yw3YP7bsCx7qC3Qcdj/>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- SILVA, N. F.; CUNHA, F. N.; CABRAL FILHO, F. R.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C. Fertirrigação em cana-de-açúcar. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 46-48, 2017.
- SILVA, N. F.; MOURA, L. C.; CUNHA, F. N.; RIBEIRO, P. H.; CARVALHO, J. J.; TEIXEIRA, M. B. Qualidade industrial da cana-de-açúcar fertirrigada sob diferentes lâminas de água no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 8, p. 280-295, 2014. DOI: <https://doi.org/10.7127/rbai.v8n300212>. Disponível em: https://inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/212/pdf_181. Acesso em: 21 jan. 2023.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed., Porto Alegre: Artmed Editora, 2017.
- TERRA, F. S. Á.; COELHO, A. P.; BETTIOL, J. V. T.; FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade e qualidade dos grãos de cultivares de feijoeiro cultivado na safra das águas e de inverno. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 118, n. 2, p. 1-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.24215/16699513e026>. Disponível em: <https://revistas.unlp.edu.ar/revagro/article/view/9523/8444>. Acesso em: 27 jan. 2023.
- 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.