

IMPACTO DA FERTIRRIGAÇÃO COM VINHAÇA NO CRESCIMENTO DE FEIJÃO COMUM

Marconi Batista Teixeira¹, Fernando Nobre Cunha², Gabriela Nobre Cunha³, Wilker Alves Morais², Frederico Antonio Loureiro Soares², Lucas Gomes Vieira⁴

RESUMO: O feijão comum é um vegetal que é cultivado em diversas regiões, podendo-se inferir que em alguns locais apresenta 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 distroférico (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 $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$); 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 é até 19,21% maior do que o comprimento de entrenós do feijão irrigado em segunda safra, para as doses de vinhaça acima de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*, desenvolvimento, vinhoto.

IMPACT OF FERTIRRIGATION WITH VINASSE ON COMMON BEAN GROWTH

ABSTRACT: The common bean is a vegetable that is cultivated in several regions, and it can be inferred that in some places it is able to produce beans practically all year round. The

¹ Prof. Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, Rio Verde – GO, CEP: 75.901-970, Brasil. Telefone. +55 (64) 8128-2001, e-mail: marconi.teixeira@ifgoiano.edu.br

² Pós-Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano, Rio Verde, GO

³ Pesquisadora, Depto de Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO

⁴ Graduando, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano, Rio Verde, GO

objective of this study was to evaluate the internode size of common bean fertigated with vinasse (first and second harvests) submitted to rainfed and irrigated water regimes. The soil in the experimental area is classified as Dystroferric Red Latosol (LVdf), typical, medium texture, cerrado phase. The experimental design used was randomized blocks, analyzed in a $4 \times 2 \times 2$ sub-subdivided plot, with three replications. The treatments consisted of four doses of vinasse (0, 100, 200 and $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$); two water regimes (irrigated and rainfed) and two harvests (first and second harvest). 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: internode length. The internode length of irrigated bean in the first crop is up to 19.21% greater than the internode length of irrigated bean in the second crop, for vinasse rates above $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*, development, vinasse.

INTRODUÇÃO

O feijão comum é um vegetal que é cultivado em diversas regiões, podendo-se inferir que em alguns locais apresenta 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, o produtor de feijão da safra de inverno apresenta maior nível tecnológico do que 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 tecnificadas, pois esta técnica se traduz em maiores crescimentos 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 et al., 2014).

Objetivou-se avaliar o tamanho de entrenós de entrenós de feijão comum fertirrigado com vinhaça (primeira e segunda safra) 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 × 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:

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

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

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 Genutchen 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.

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: comprimento de entrenós de feijão comum.

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 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).

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 modelos quadráticos com R² 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 m³ 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 m³ 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 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 1A).

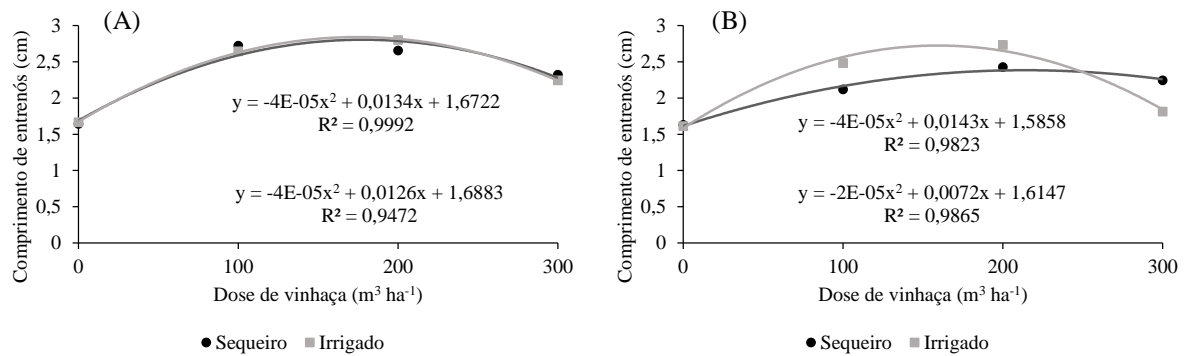


Figura 1. Comprimento de entrenós do feijão em função das doses de vinhaça na primeira safra (A) e segunda safra (B).

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 $158,61 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o comprimento de entrenós máxima de aproximadamente 2,72 cm. O comprimento de entrenós máxima verificada na dose de vinhaça de $158,61 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, 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 $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 1B).

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).

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 $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Tabela 4).

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 $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Tabela 4). A primeira safra não apresentou diferença no comprimento de entrenós do feijão sequeiro nas doses de vinhaça de 0 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Tabela 4).

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 $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Consequentemente a deficiência de qualquer micronutriente pode provocar problemas no crescimento e desenvolvimento das plantas, repercutindo na qualidade e quantidade da produção (DECHEN, 2006).

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	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.

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.

Não houve diferença significativa entre o cultivo sequeiro e irrigado no comprimento de entrenós do feijão em segunda safra, para 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).

CONCLUSÕES

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.

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, respectivamente.

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

- BASTOS, F. J. C. **Feijoeiro cultivado sob aplicação de osmoprotetores à base de extratos de algas e supressão de irrigação**. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde 74p., 2015.
- 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. **Rev. Bras. Eng. Agr. Amb. (Online)**, v. 20, p. 841-846, 2016.
- 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, 2002.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. SBCS. p. 432. 2006.
- 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.

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, 2008.

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

SILVA, N. F.; CUNHA, F. N.; CABRAL FILHO, F. R.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C. Fertirrigação em cana-de-açúcar. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 9, 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**, v.8, p.280-295, 2014.

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

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, Vol 118 (2): 1-7, 2019. KUNZ, J.; ÁVILA, V. S.; PETRY, M. Distribuição temporal e espacial da umidade do solo em sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficial. **REMOA**, v.13, n.5, dez. p. 3963-3976, 2014.