

COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO FEIJÃO COMUM IRRIGADO E FERTILIZADO COM DOSES DE VINHAÇA

Cicero Teixeira Siva Costa¹, Fernando Nobre Cunha², Marconi Batista Teixeira³, Gabriela Nobre Cunha⁴, Gabriela Nobre Cunha⁴, Gabriela Nobre Cunha⁴

RESUMO: A produtividade de grãos da cultura do feijão comum é altamente correlacionada com os seus componentes da produção. Objetivou-se avaliar os componentes de produção 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 4×2 , 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). 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 variáveis avaliadas foram número de vagens por planta, número de grãos por vagem e número de vagens chochas. O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado, proporcionaram elevação no número de grãos por vagem do feijão até a dose de $226 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça.

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

PRODUCTION COMPONENTS OF COMMON BEAN IRRIGATED AND FERTILIZED WITH VINASSE DOSES

ABSTRACT: The grain yield of the common bean crop is highly correlated with its production components. The objective was to evaluate the production components of beans fertigated 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

¹ Prof. Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFMS, Naviraí, cicero.costa@ifms.edu.br

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

³ Prof. Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano, Rio Verde, GO

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

experimental design used was randomized blocks, analyzed in a 4×2 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 evaluated variables were number of pods per plant, number of grains per pod and number of empty pods. The increase in the dose of fertirrigation with vinasse, in irrigated beans, provided an increase in the number of grains per bean pod up to a dose of $226 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ of vinasse.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*, productivity, vinasse.

INTRODUÇÃO

Entre as leguminosas de maior importância, o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) se enquadra como um grão de grande relevância na alimentação, sendo valiosa fonte de proteínas, vitaminas, minerais e fibras (BROUGHTON et al., 2003). O feijão é uma semente leguminosa produzida em vagens que possui uma ampla adaptação climática, podendo ser produzido em vários lugares do Brasil (VAZ et al., 2018).

A produtividade de grãos da cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é altamente correlacionada com os seus componentes da produção, como o número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa média de grãos, dependendo das condições, alguns componentes da produção podem aumentar e outros diminuir, promovendo a manutenção da estabilidade produtiva (RAMOS JÚNIOR et al., 2005; CASQUERO et al., 2006; DRUN et al., 2017).

Para satisfazer a expansão do mercado é preciso investir em tecnologias que proporcionem o aumento do rendimento da cultura, desta forma, a irrigação destaca-se como uma das possibilidades para a otimização da produção das culturas, consequentemente o uso dessa tecnologia é imprescindível, visto que a produção é fundamentada na agricultura de sequeiro e isso pode acarretar reduções nos componentes produtivos da cultura (FARIAS et al., 2008; COSTA et al., 2019).

Objetivou-se avaliar os componentes de produção 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 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 × 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).

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 (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 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 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, 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 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).

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.

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: número de vagens por planta, número de grãos por vagem e número de vagens chochas de feijão comum.

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 as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado, proporcionaram elevação no número de vagens por planta do feijão até a dose de $212,96 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o número de vagens por planta máximo de aproximadamente 12,58. O número de vagens por planta máximo verificado na dose de vinhaça de $212,96 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, foi 29,21; 8,22; 0,11 e 4,88% maior do que o número de vagens por planta observado nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 1A).

Conforme a equação de regressão, obteve-se acréscimo de 9,96% no número de vagens por planta, para cada aumento de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, respectivamente. Comparando as doses de vinhaça de 0 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, estima-se uma diferença no número de vagens por planta em relação a essas doses de vinhaça de 29,87% (Figura 1A).

O número de vagens por planta foi superior, certamente em função da maior altura de planta, pois a maior altura de planta significa maior número de nós e maior número de ramos (FERNANDEZ et al., 1985; BASTOS, 2015), o que, potencialmente, significa maior número de vagens.

O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado, proporcionaram elevação no número de grãos por vagem do feijão até a dose de $226 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o número de grãos por vagem máximo de aproximadamente 5,41. O número de grãos por vagem máximo verificado na dose de vinhaça de $226 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, foi 14,15; 4,40; 0,19 e 1,52% maior do que o número de grãos por vagem observado nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 1B).

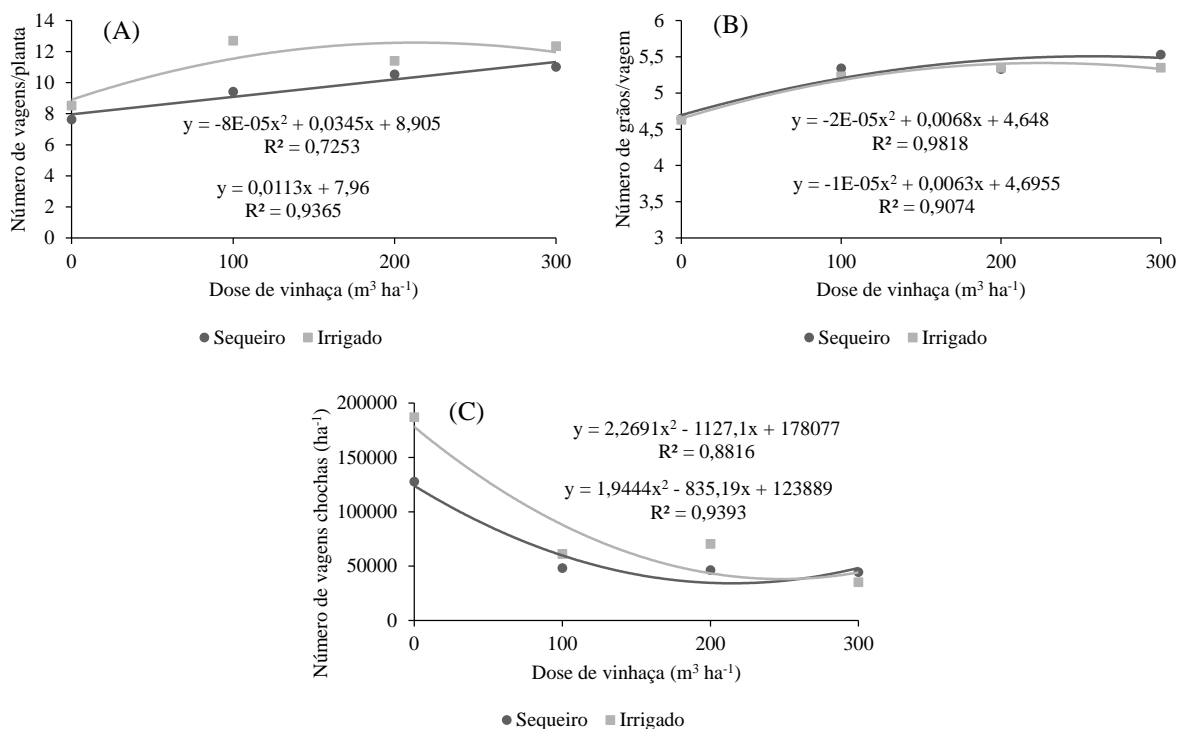


Figura 1. Número de vagens por planta (A), número de grãos por vagem (B) e número de vagens chochas (C) do feijão em função das doses de vinhaça, para o regime hídrico sequeiro e irrigado.

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão sequeiro, proporcionaram incrementos no número de grãos por vagem do feijão até a dose de 256,30 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o número de grãos por vagem máximo de aproximadamente 5,50. O número de grãos por vagem máximo verificado na dose de vinhaça de 256,30 m³ ha⁻¹, foi 14,68; 5,46; 0,71 e 0,43% maior do que o número de grãos por vagem estimado nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 1B).

A vinhaça proporciona incrementos no crescimento, desenvolvimento e na produtividade das culturas e aumento nos valores de pH e nos teores de potássio trocáveis no solo (SILVA et al., 2014).

O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado, proporcionaram diminuição no número de vagens chochas do feijão até a dose de 248,36 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o número de vagens chochas mínimo de aproximadamente 38114,60 ha⁻¹. O número de vagens chochas mínimo verificado na dose de vinhaça de 248,36 m³ ha⁻¹, foi 78,60; 56,72; 12,22 e 13,70% menor do que o número de grãos por vagem observado nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 1C).

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão sequeiro, proporcionaram redução no número de vagens chochas do feijão até a dose de 214,77 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com

a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o número de vagens chochas mínimo de aproximadamente 34202,90 ha⁻¹. O número de vagens chochas mínimo verificado na dose de vinhaça de 214,77 m³ ha⁻¹, foi 72,39; 42,82; 1,22 e 29,23% menor do que o número de vagens chochas estimado nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 1C).

CONCLUSÕES

O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado, proporcionaram elevação no número de vagens por planta do feijão até a dose de 212,96 m³ ha⁻¹ de vinhaça.

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado, promovem incrementos no número de grãos por vagem do feijão até a dose de 226 m³ ha⁻¹ de vinhaça.

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.
- BROUGHTON, W. J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. Beans (*Phaseolus* spp.) –model food legumes. **Plant and Soil**, v. 252, n. 252, p. 55–128, 2003.

CASQUERO, P. A.; LEMA, M., SANTALLA, M.; DE RON, A. M. Performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Spain in the Atlantic and Mediterranean environments. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.53, p. 1021–1032, 2006.

COSTA, A. R. F. C.; ROLIM, M. M.; SIMÕES NETO, D. E.; SILVA, M. M.; SILVA, G. F.; PEDROSA, E. M. R. Produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 38-53, 2019.

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.

DRUN, R. P.; GRIGOLO, S.; FIOREZE, A. C. C. L.; FIOREZE, S. L. Parâmetros produtivos do feijão vermelho em função do tamanho de sementes. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n.3, Set-Dez. 2017, p.41-48.

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.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNANDEZ, F.; SCHOOWHOVEN, A. V. **Frijol, investigación y producción Colombia**: CIAT, 1985. p. 61-80.

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.

RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, v.64, p.75-82, 2005.

SILVA, A. P. M.; BONO, J. A. M.; PEREIRA, F. A. R. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.18, n.1, p.38-43. ISSN 1807-1929, 2014.

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

VAZ, V.; SOUZA, M. R. V.; ANJOS, R. A. R.; I. R. T. **Morfofisiologia de cultivares de feijão-comum e híbridos de mamona cultivados em consórcio e monocultivo**. IV Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão Goiania GO: UEG 2018.