



DESENVOLVIMENTO RADICULAR DO FEIJÃO COMUM (CULTIVAR BRS ESTILO) FERTIRRIGADO COM VINHAÇA

Bruna Eduarda Lemes da Costa¹, Fernando Nobre Cunha², Marconi Batista Teixeira³, Wilker Alves Morais², Gabriela Nobre Cunha⁴, Christiano Lima Lobo de Andrade²

RESUMO: As informações sobre o sistema radicular de qualquer planta são indispensáveis na concepção do planejamento de sistemas de manejo que visem à otimização dos componentes produtivos. Objetivou-se avaliar a massa seca de raiz e o comprimento de raiz de feijão fertirrigado com vinhaça 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 4×2 , 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 características morfológicas foram realizadas, nas linhas centrais de cada parcela, quantificando-se: comprimento de raiz e massa seca de raiz. A massa seca de raiz máxima verificada na dose de vinhaça de $172,68 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, foi 50,19% maior do que a massa seca de raiz observada nas plantas de feijão sem aplicação de vinhaça.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*, biomassa, crescimento, vinhoto.

ROOT DEVELOPMENT OF COMMON BEAN (BRS ESTILO) FERTIRIGATED WITH VINASSE

ABSTRACT: Information about the root system of any plant is essential in planning management systems aimed at optimizing productive components. The objective was to

¹ Graduanda, Depto de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, campus Rio Verde, Rua 76, n. 760, Bairro Popular, CEP: 75.903-464, Rio Verde-GO, (64) 9 9226-6225 brunaeduardalescosta@gmail.com

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

evaluate the root dry mass and the root length of bean 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 4×2 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: root length and root dry mass. The maximum root dry mass observed in the vinasse dose of $172.68 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ was 50.19% higher than the root dry mass observed in common bean plants without vinasse application.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*, biomass, growth, vinasse.

INTRODUÇÃO

O gênero *Phaseolus*, originário das Américas, possui cerca de 55 espécies, das quais cinco são cultiváveis: *P. vulgaris* L.; *P. lunatus* L.; *P. acutifolius* A. Gray var. Freeman e *P. polyanthus* Greenman. Entre elas, a espécie *Phaseolus vulgaris* é a mais cultivada e consumida nos cinco continentes (SANTOS et al., 2008). A baixa produtividade nacional está relacionada com a baixa tecnificação da maior parte dos produtores e a adubação inadequada, conseqüentemente informações sobre o sistema radicular do feijão é essencial no estabelecimento do equilíbrio entre os fatores de produção, possibilitando a obtenção de melhores componentes produtivos (DONATO et al., 2021).

As informações sobre o sistema radicular de qualquer planta são indispensáveis na concepção do planejamento de sistemas de manejo que visem à otimização dos componentes produtivos e do rendimento agrícola, pois as raízes são necessárias para maximizar o aproveitamento de água e nutrientes; conhecendo a distribuição das raízes de uma cultura, têm-se os subsídios necessários, que permitem o melhor uso das técnicas de adubação e manejo da água de irrigação (SOUTO et al., 1992; BONI et al., 2008).

A irrigação pode ter efeito sobre a densidade e acúmulo de massa seca de raízes das culturas, principalmente quando se tem um maior volume de água (irrigação e precipitações) ocorridas na época de estabelecimento da cultura, suficiente para umedecer o solo em profundidades, reduzindo a resistência à penetração de raízes (COSTA et al., 2015). Ressalta-

se também que altas frequências de irrigação condicionam menores volumes molhados no solo, quando comparados a irrigações com baixas frequências, que também influenciam os padrões de distribuição das raízes (COELHO et al., 2001).

Objetivou-se avaliar a massa seca de raiz e o comprimento de raiz 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, 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 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 antivácuo. 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:

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

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.

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.

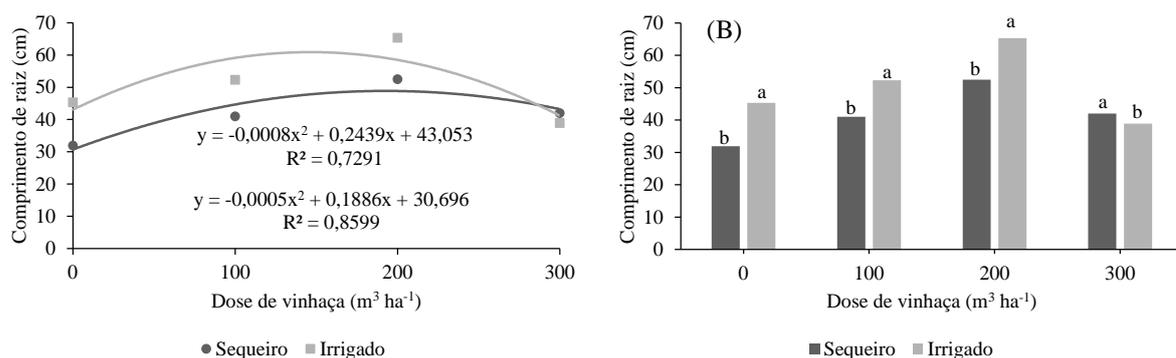
As características morfológicas foram avaliadas nas linhas centrais de cada parcela, quantificando-se: comprimento de raiz de feijão comum. O acúmulo de massa seca, foi obtido de três plantas colhidas nas linhas centrais de cada parcela. Após a retirada das plantas no campo, foram separadas em laboratório as raízes, 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 raiz (MSR).

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 comprimento de raiz do feijão até a dose de 146,25 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o comprimento de raiz máximo de aproximadamente 60,89 cm. O comprimento de raiz máximo verificado na dose de vinhaça de 146,25 m³ ha⁻¹, foi 29,30; 2,93; 3,96 e 32,38% maior do que o comprimento de raiz observado

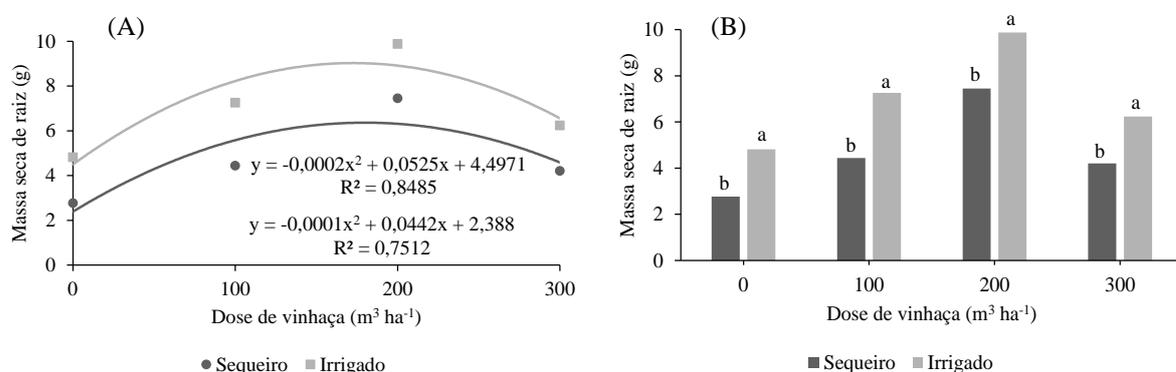
nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 1A). O comprimento de raiz do feijão irrigado foi 29,60; 21,56 e 19,64% maior do que o comprimento de raiz do feijão sequeiro, para as doses de vinhaça de 0, 100 e 200 m³ ha⁻¹, respectivamente; já para a dose de vinhaça de 300 m³ ha⁻¹, o comprimento de raiz do feijão sequeiro foi 7,34% maior do que o comprimento de raiz do feijão irrigado (Figura 1B). Fan et al. (2003) constataram que o cultivo do feijoeiro em condições de deficiência de nutrientes, reduz o crescimento e atrasa o desenvolvimento radicular.



Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 1. Comprimento de raiz do feijão em função das doses de vinhaça.

A elevação na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão irrigado, promoveu o acréscimo na massa seca de raiz do feijão até a dose de 172,68 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido a massa seca de raiz máxima de aproximadamente 9,03 g. A massa seca de raiz máxima verificada na dose de vinhaça de 172,68 m³ ha⁻¹, foi 50,19; 8,89; 1,26 e 27,29% maior do que a massa seca de raiz observada nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 2A).



Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 2. Massa seca de raiz do feijão em função das doses de vinhaça (A) e em relação aos regimes hídricos (B).

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão sequeiro, proporcionaram incrementos na massa seca de raiz do feijão até a dose de 179,79 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a

aplicação desta dose de vinhaça foi atingido a massa seca de raiz máxima de aproximadamente 6,36 g. A massa seca de raiz máxima verificada na dose de vinhaça de 179,79 m³ ha⁻¹, foi 62,48; 12,30; 0,79 e 27,93% maior do que a massa seca de raiz observada nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 2A).

Wutke et al. (2003) verificaram diferenças significativas entre as cultivares de feijão Carioca e IAC Carioca Pyatã quanto à quantidade de raízes e à profundidade efetiva do sistema radicular, em relação a irrigação e aplicação de nutrientes. A massa seca de raiz do feijão irrigado foi 42,55; 38,85; 24,55 e 32,59% maior do que a massa seca de raiz do feijão sequeiro, para as doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 2B).

CONCLUSÕES

A massa seca de raiz máxima verificada na dose de vinhaça de 172,68 m³ ha⁻¹, foi 50,19% maior do que a massa seca de raiz observada nas plantas de feijão sem aplicação de vinhaça. O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão sequeiro, proporcionaram incrementos no comprimento de raiz do feijão (48,85 cm) até a dose de 192,47 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

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; et al. **Cultivo do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002.

- BONI, G.; COSTA, C. A. G.; GONDIM, R. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; OLIVEIRA, V. H. DE. Distribuição do sistema radicular do cajueiro-anão precoce (clone CCP-09) em cultivo irrigado e sequeiro, Ceará, Brasil. *Rev. Ciência Agronômica*, v. 39, n. 1, p. 1-6, 2008.
- COELHO, E. F.; OLIVEIRA, F. D. C.; ARAÚJO, E. C. E.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA, D. M. Distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de tabuleiros costeiros. *Rev. Brasil. de Fruticultura*, v. 23, n. 2, p. 250-256, 2001.
- COSTA, F. R.; SILVA, M. C.; EVANGELISTA, A. W. P.; ROSA, F. O.; ALVES JUNIOR, J.; VILELA, V. S. Avaliação do sistema radicular de pinhão manso em diferentes níveis de irrigação localizada. *Revista Faculdade Montes Belos (FMB)*, v. 8, nº 5, p 19-139, 2015.
- DONATO, F.; ALMEIDA, F. DA S.; SANTANA, M. J.; XAVIER, A. G. Desempenho agronômico de cultivares de feijão comum em função da população de plantas. *Revista Inova Ciência & Tecnologia*, v. 7, e0211122, p.1-6, 2021.
- 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.
- MEURER, E. J. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 282-294. 2006.
- SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L. Botânica. In: VIEIRA. C.; PAULA JÚNIOR, J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. p. 41-65
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 416p. 2004.

SOUTO, J. S.; ISHY, T.; ROSOLEM, C. A.; CAVARIANI, C. Distribuição do sistema radicular de aveia preta em função da população e espaçamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 9, p. 1283-1289, 1992.

WUTKE, E. B.; PIRES, R. C. M.; TANAKA, R. T.; SAKAI, E.; MASCARENHAS, H. A. A. Desenvolvimento vegetativo e radicular, rendimento de grãos e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro da seca após cultivo de adubos verdes, em plantio direto. **Revista de Agricultura**, v.78, p.77-91, 2003.