

## DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO COM ALTOS TEORES DE FERRO E ZINCO SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA E IRRIGAÇÃO ADEQUADA

JÉSSICA SILVA DE LIMA<sup>1</sup>, CLEBER MORAIS GUIMARÃES<sup>2</sup>, LEONARDO CUNHA MELO<sup>3</sup>, ANA CLÁUDIA DE LIMA SILVA<sup>4</sup>, LUCAS LIBERATO BORGES<sup>5</sup>, LUÍS FERNANDO STONE<sup>6</sup>

**INTRODUÇÃO:** O feijoeiro é uma planta bastante sensível à deficiência hídrica, principalmente em virtude da baixa capacidade de recuperação após a ocorrência desse estresse abiótico e do sistema radicular pouco desenvolvido (GUIMARÃES, 1996). A fase da planta mais sensível à deficiência de água é a reprodutiva, sendo altamente vulnerável desde o início da floração até o início da formação das vagens (FAGERIA et al., 1991). A deficiência hídrica e o seu efeito sobre as culturas das regiões semiáridas, ou mesmo das regiões hidricamente favorecidas, está recebendo atenção especial devido ao impacto potencial das mudanças climáticas sobre a distribuição das chuvas. O desafio será manter ou aumentar a produtividade agrícola frente a instabilidade climática (VERLUES et al., 2006). Considerando-se a situação atual, as regiões com terras marginais, principalmente pela disponibilidade de chuvas, são aquelas geralmente onde se localizam populações carentes e desnutridas. A agregação de valor nutritivo mais alto nos grãos, com o seu enriquecimento em teores de ferro e zinco, em plantas com maior capacidade de tolerância à deficiência hídrica, ao produzir mais com menor dependência da regularidade das chuvas ou com menor demanda por disponibilidade de água é prioritário. O trabalho objetivou identificar genótipos de feijoeiro comum mais tolerantes à deficiência hídrica, como suporte para programas de seleção de genótipos que visam o desenvolvimento de cultivares para regiões com baixa disponibilidade de chuva e com valor agregado nos grãos pelos altos teores de ferro e zinco.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os experimentos foram conduzidos em um Latossolo Vermelho distrófico, na Estação Experimental da Emater, em Porangatu-GO. Durante o período de condução do experimento não ocorreu precipitação pluvial. As sementes foram efetuadas em 23/05/2009, em parcelas de duas fileiras, com três metros de comprimento e espaçadas de 40 cm. Aplicou-se 16, 120 e 64 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, no plantio e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, aos 20 dias após a emergência. O controle de plantas daninhas foi efetuado com 250 g ha<sup>-1</sup> de fomesafen e 187 g ha<sup>-1</sup> de fluazifop-p-butyl, após a emergência. Adotou-se o delineamento de látice triplo, em dois experimentos, com e sem deficiência hídrica. O primeiro experimento recebeu condição adequada de água no solo, - 0,035 MPa a 15 cm de profundidade (SILVEIRA; STONE, 1994), durante todo o desenvolvimento das plantas e o outro apenas até aos 20 dias após a emergência, quando foi aplicada a deficiência hídrica. As irrigações no experimento irrigado adequadamente e durante a fase sem deficiência hídrica do segundo experimento foram controladas com tensiômetros; ou seja, foram efetuadas novas irrigações de aproximadamente 20 mm quando o potencial da água no solo, a 15 cm de profundidade, atingiu - 0,035 MPa. Durante o período de deficiência hídrica aplicou-se aproximadamente metade da quantidade de água aplicada no experimento sem deficiência hídrica. Avaliaram-se a produtividade, o número de vagens planta<sup>-1</sup>, o

<sup>1</sup>Aluna de Graduação em Ciências Biológicas, Bolsista, PIBIC, UEG, Porangatu, GO, jessicapgtu@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, cleber@cnpaf.embrapa.br

<sup>3</sup>Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, leonardo@cnpaf.embrapa.br

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, Aluna de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Agricultura – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, analima.agro@fca.unesp.br

<sup>5</sup>Aluno de Graduação em Ciências Biológicas, Bolsista, PIBIC, Uni-Anhanguera, Goiânia, GO, lucas\_liberato@hotmail.com

<sup>6</sup>Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, stone@cnpaf.embrapa.br

número de grãos vagem<sup>-1</sup>, a massa de 100 grãos, o número de plantas m<sup>-2</sup>, o número de dias até a floração das plantas e a temperatura das folhas, na fase formação de grãos, aos 65 e 73 dias após a semeadura (DAS), entre 14:30 e 15:30 horas, com o auxílio de um termômetro de infravermelho, marca Fluke modelo 66 IR. O valor considerado foi a média de duas leituras individuais nas folhas apicais completamente expandidas. Aplicou-se o teste de teste Scott-Knott na comparação das médias.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Verificou-se que os níveis hídricos afetaram significativamente todos os parâmetros avaliados exceto a data de floração. Verificou-se também que os genótipos avaliados diferiram significativamente, considerando-se tanto a produtividade como todos os componente avaliados e que foram influenciados diferentemente pelos tratamentos hídricos, pois as interações níveis hídricos x genótipos foram significativas, exceto para o número de plantas por m<sup>2</sup> e floração (Tabela 1). O teste de Scott-Knott, à 5%, dividiu os genótipos quanto à capacidade de produzir em condições de deficiência hídrica em três grupos e, sob condições adequadas de deficiência hídrica, em dois grupos (Tabela 2). Nessa tabela são apresentados também os dados de número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, número de plantas por m<sup>2</sup>, floração, temperatura das folhas e quartil de classificação dos genótipos, considerando-se a produtividade sob deficiência hídrica e a temperatura das folhas.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância da produtividade (Prod), número de vagens por planta (VagPl), número de grãos por vagem (GrVag), massa de 100 grãos (100 Gr), número de plantas por m<sup>2</sup> (Plm2) e floração (Flor) dos genótipos sob duas condições hídricas, com e sem deficiência hídrica.

CV	G.L.	Quadrado médio do erro					
		Prod (kg ha <sup>-1</sup> )	VagPl	GrVag	100 Gr	Plm2	Flor
Níveis hídricos (NH)	1	259.069,915**	4.748,95**	265,96**	1.352,94**	10.486,96**	8,80 <sup>ns</sup>
Erro	4	183.704	2,29	0,33	30,55	16,75	19,21
Genótipos (G)	79	288.079**	7,57**	1,39**	126,36**	91,66**	12,09**
NH x G	79	157.140**	7,08**	0,56**	8,73**	9,86 <sup>ns</sup>	2,19 <sup>ns</sup>
Erro	316	843.611	4,88	0,35	3,53	9,84	2,06
CV		30,3	41,61	19,32	8,92	15,85	3,48

ns - F não-significativo a 5%, \*\* - F significativo a 1%.

Verificou-se que no grupo mais produtivo sob deficiência hídrica foram classificados os genótipos VAM-41, 808 kg ha<sup>-1</sup>; Red México, 747 kg ha<sup>-1</sup>; IPA 7, 688 kg ha<sup>-1</sup>; VAM-29, 677 kg ha<sup>-1</sup>; G 4280, 640 kg ha<sup>-1</sup>; G 4825, 576 kg ha<sup>-1</sup> e BRS Marfim, 524 kg ha<sup>-1</sup>. Todos esses genótipos também foram classificados no grupo mais produtivo quando irrigados adequadamente, exceto o genótipo BRS Marfim que foi classificado no segundo grupo mais produtivo. Os demais genótipos, o VAM-41, Red México, IPA 7, VAM-29, G 4280, e G 4825 classificados no grupo mais produtivo nas duas condições hídricas produziram 2.020 kg ha<sup>-1</sup>, 1.745 kg ha<sup>-1</sup>, 2.220 kg ha<sup>-1</sup>, 1.713 kg ha<sup>-1</sup>, 1.993 kg ha<sup>-1</sup> e 1.777 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, quando irrigados adequadamente. Na Tabela 1 são apresentadas as médias das leituras das temperaturas observadas aos 65 e 73 DAS, na fase de formação de grãos, e também o quartil de classificação dos genótipos, delimitados pela produtividade média, sob deficiência hídrica, acrescida de 50% para aumentar a pressão de seleção e a temperatura média das folhas dos genótipos sob deficiência hídrica, acrescida de 2,5%. Observou-se que todos os genótipos do grupo mais produtivo sob deficiência hídrica foram aqueles que também apresentaram temperatura das folhas abaixo do valor de referência usado para classificar os genótipos em quartis, exceto o genótipo Red México (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtividade (Prod), número de vagens por planta (VagPl), número de grãos por vagem (GrVag), massa de 100 grãos (100 Gr), número de plantas por m<sup>2</sup> (Plm2), floração (Flor), temperatura das folhas (T) e quartil de classificação dos genótipos.

Genótipos	Prod (kg ha <sup>-1</sup> )		VagPl (n.)		GrVag (n.)		100 Gr (g)		Plm2 (n.)	Flor DAS <sup>3</sup>	T <sup>4</sup>	Q <sup>5</sup>	
	c/def <sup>1</sup>	s/def <sup>2</sup>	c/def	s/def	c/def	s/def hidr	c/def	s/def					
VAM-41	808a	2020a	3.9a	9.1a	4.2a	5.7a	19.58e	21.07E	23.2c	43	a	29.8	1
Red México	747a	2020a	3.2a	14.0	2.6a	3.2d	27.70c	30.40C	10.0g	37	e	31.9	4
IPA 7	688a	1745a	1.9a	10.1	2.5a	4.3B	22.27d	22.19e	18.4d	44	a	30.6	1
VAM-29	677a	2220a	3.1a	7.7a	2.2b	2.8d	40.55a	46.24a	16.0e	42	b	28.9	1
G 4280	640a	1713a	2.4a	8.4a	3.4a	4.4b	22.36d	20.85e	19.8d	41	c	28.9	1
G 4825	576a	1993a	3.9a	6.9a	2.1b	4.7b	19.15e	20.22e	17.6e	43	a	31.0	1
BRS Marfim	524a	1777a	2.2a	5.9a	2.3b	5.3a	19.95e	18.21f	16.0e	45	a	29.6	1
IAC UNA	502b	1405b	2.5a	13.9	3.7a	3.2d	18.15f	22.03e	17.0e	42	b	31.0	1
BRS Pontal	458b	2135a	2.2a	5.7a	3.2a	5.4a	23.11d	24.20d	17.4e	41	c	33.6	4
FT 84 - 292	433b	1658b	3.1a	7.1a	3.3a	4.2b	21.54d	22.67d	18.3d	42	b	31.0	1
VAM-30	419b	1996a	2.5a	9.4a	2.4b	3.3d	21.27d	22.90d	16.3e	41	c	31.0	1
VAM-50	418b	1770a	3.3a	9.9a	2.4b	3.9c	19.78e	21.82e	23.7c	40	c	29.6	1
VAM-2	388b	2020a	1.7a	9.1a	2.3b	4.0c	19.76e	24.33d	20.1d	41	c	29.5	1
VAM-23 -CAL 96 -TEST	388b	2271a	2.0a	8.5a	2.0b	2.2d	39.16a	47.65a	20.9d	43	a	32.0	4
BAT 477	388b	2422a	2.9a	6.4a	3.4a	5.2a	18.60e	19.46f	21.0d	42	b	30.4	1
VAM-49	374b	1596b	1.8a	8.3a	2.9a	3.5d	11.84g	17.78f	19.5d	42	b	32.0	4
VAM-7	374b	1175b	2.9a	6.5a	1.6b	3.6c	15.65f	19.30f	31.0b	42	b	30.2	1
VAM-43	362b	1753a	2.7a	7.5a	2.6a	3.8c	20.25e	21.42e	17.7e	40	c	32.2	4
VAM-63	345b	1595b	2.1a	8.9a	3.0a	3.5d	21.23d	24.30d	18.8d	41	c	28.5	1
VAM-70	328b	1888a	2.5a	3.9a	3.1a	5.3a	22.10d	21.51e	23.2c	43	a	28.9	2
VAM-45	323b	1677b	3.2a	9.1a	2.8a	3.4d	20.90e	22.22e	20.7d	41	c	31.5	3
VAM-31	313b	1561b	1.8a	7.7a	1.6b	3.4d	19.39e	21.30e	20.0d	41	c	30.2	2
FT 85 - 79	303b	1431b	2.3a	8.1a	3.1a	4.4b	22.45d	22.75d	16.9e	42	b	30.6	3
VAM-3	297b	2042a	2.5a	8.9a	2.4b	3.5d	19.02e	23.78d	17.3e	40	c	30.6	3
VAM-16	293b	2296a	1.9a	8.5a	3.1a	3.7c	19.02e	23.46d	18.2d	42	b	31.2	3
VAM-9	291b	1824a	2.4a	8.4a	2.2b	3.5d	20.58e	24.71d	20.7d	40	c	29.4	2
VAM-20	276b	1966a	2.1a	6.7a	1.7b	3.5d	17.54f	24.82d	17.6e	41	c	30.1	2
VAM-37	275b	1680b	3.6a	11.3	2.2b	3.7c	15.99f	20.08e	19.3d	43	a	30.3	3
VAM-65	275b	1595b	1.8a	8.6a	2.3b	3.9c	17.12f	21.06e	20.2d	41	c	30.5	3
VAM-38	265c	1890a	2.6a	8.7a	2.1b	3.7c	16.23f	19.76e	17.0e	42	b	29.2	2
VAM-62 -DOR 500 -Test	259c	1837a	2.1a	8.8a	2.0b	4.4b	16.85f	20.14e	20.3d	41	c	33.1	3
VAM-71	255c	1885a	2.7a	7.9a	2.1b	3.1d	16.19f	21.56e	21.9d	37	e	32.5	3
VAM-24	234c	1880a	1.9a	9.1a	2.9a	3.8c	19.30e	23.22d	19.3d	39	d	30.2	2
VAM-51	219c	1652b	2.2a	7.5a	1.9b	3.6c	21.91d	24.31d	23.4c	40	c	28.9	2
VAM-27	211c	1590b	2.0a	14.0	2.6a	4.1c	19.38e	20.77e	16.2e	43	a	29.6	2
VAM-4	207c	1643b	2.1a	10.3	2.6a	3.6c	13.51g	20.49e	19.7d	42	b	31.4	3
VAM-66	198c	1435b	2.9a	7.3a	2.7a	3.7c	17.94f	21.52e	18.1d	41	c	27.8	2
VAM-60	194c	1288b	1.7a	3.5a	2.2b	4.1c	17.58f	23.28d	22.8c	42	b	30.0	2
VAM-22	167c	1646b	1.3a	9.2a	1.7b	3.7c	17.31f	21.70e	13.7f	43	a	28.7	2
VAM-67	158c	1237b	2.3a	8.7a	2.1b	4.4b	14.65g	19.12f	20.0d	42	b	31.6	3
VAM-19	155c	1969a	3.3a	6.3a	2.6a	3.3d	11.61g	14.14g	34.0a	38	e	32.3	3
VAM-26	153c	881b	1.7a	9.5a	2.2b	3.6c	17.38f	19.21f	20.0d	42	b	29.1	2
VAM-39 -FEB 226 -Test	153c	1133b	2.9a	5.5a	2.1b	4.1c	20.26e	23.80d	18.6d	41	c	29.5	2
VAM-10	145c	1998a	2.8a	6.3a	2.3b	4.3b	20.57e	23.13d	18.4d	41	c	28.5	2
VAM-54	133c	1859a	2.1a	10.5	2.3b	3.9c	22.46d	24.24d	19.1d	41	c	28.5	2
VAM-47	125c	1939a	1.6a	8.1a	2.6a	4.4b	19.73e	21.70e	26.4c	43	a	29.5	2
VAM-18	119c	2495a	2.1a	12.4	3.1a	4.0c	18.33f	23.34d	21.4d	40	c	31.0	3
VAM-1	106c	1769a	1.8a	11.9	2.1b	3.6c	20.44e	20.96e	19.1d	41	c	28.6	2
VAM-57	101c	1921a	2.5a	8.7a	2.6a	3.0d	21.35d	23.68d	19.9d	44	a	31.7	3
VAM-59	98c	1631b	0.9a	9.5a	2.2b	3.8c	16.31f	20.25e	18.9d	39	d	31.6	3
VAM-44	97c	1474b	2.4a	10.7	2.1b	4.0c	18.72e	23.61d	19.3d	42	b	28.4	2
VAM-25	92c	1899a	2.2a	11.9	2.2b	3.9c	15.92f	18.23f	20.1d	41	c	30.9	3
VAM-61	88c	1696a	2.7a	8.3a	1.2b	3.2d	16.21f	25.47d	18.9d	40	c	28.6	2
VAM-58	86c	1424b	2.5a	8.3a	2.0b	4.5b	16.84f	19.90e	18.8d	43	a	29.8	2
VAM-69	84c	1556b	2.1a	7.5a	2.0b	3.6c	19.12e	22.08e	18.6d	41	c	30.7	3
VAM-28	82c	1652b	2.2a	9.5a	2.3b	3.4d	16.29f	20.39e	19.6d	42	b	28.6	2
VAM-32	80c	1733a	1.9a	7.0a	2.6a	4.0c	14.83g	17.41f	28.7b	41	c	32.9	3
VAM-33	78c	1505b	1.2a	7.7a	1.5b	4.0c	16.85f	23.88d	29.9b	41	c	28.1	2
VAM-8	70c	1977a	1.3a	6.3a	2.0b	3.8c	15.78f	21.79e	21.3d	40	c	31.7	3
VAM-14	69c	1750a	1.2a	7.1a	1.9b	3.8c	14.69g	20.40e	27.0c	41	c	28.8	2
VAM-42	69c	2225a	1.6a	12.6	1.8b	3.9c	18.09f	20.22e	15.2e	40	c	31.1	3
VAM-5	69c	2009a	1.1a	9.8a	2.2b	4.0c	19.72e	21.68e	18.8d	41	c	29.5	2
VAM-52	65c	1709a	1.1a	6.5a	2.4b	3.1d	17.21f	20.79e	17.4e	43	a	31.5	3
VAM-21	65c	1008b	1.6a	9.2a	2.3b	3.8c	17.27f	24.52d	20.2d	43	a	29.7	2
VAM-12	65c	2183a	1.7a	7.7a	2.0b	3.8c	17.90f	23.51d	17.5e	42	b	28.6	2
VAM-55	63c	1875a	2.2a	6.4a	2.6a	3.6c	14.84g	23.63d	24.4c	41	c	27.8	2
VAM-40	57c	1812a	2.3a	7.7a	2.1b	4.0c	19.59e	21.59e	23.3c	39	d	31.0	3
VAM-72	52c	1711a	2.8a	8.7a	2.9a	3.8c	14.79g	19.75e	16.5e	41	c	32.3	3
VAM-34	51c	1423b	2.1a	10.5	1.4b	3.5d	16.33f	23.79d	13.6f	41	c	29.1	2
VAM-13	50c	1597b	1.8a	10.2	1.7b	3.5d	24.57d	23.90d	17.6e	41	c	29.0	2
VAM-68	49c	1581b	2.0a	10.8	1.8b	4.0c	21.94d	21.75e	17.2e	42	b	28.6	2
VAM-36	49c	1566b	1.5a	8.6a	1.8b	3.2d	18.61e	25.77d	16.8e	42	b	29.3	2
VAM-17	47c	1597b	1.7a	5.7a	1.7b	3.8c	22.61d	21.53e	19.0d	41	c	29.3	2
VAM-53	37c	1058b	1.2a	4.7a	2.1b	3.0d	32.18b	36.91b	16.8e	40	c	29.8	2
VAM-56	36c	1064b	2.5a	6.3a	1.9b	3.5d	12.54g	18.70f	23.8c	41	c	32.1	3
VAM-6	34c	1190b	1.6a	6.6a	1.3b	3.0d	18.65e	21.31e	29.1b	41	c	28.5	2
VAM-11	29c	1382b	0.7a	7.6a	1.6b	3.5d	25.03d	26.15d	16.3e	44	a	28.1	2
VAM-64	20c	1161b	0.9a	6.7a	1.8b	3.4d	20.31e	23.70d	17.0e	42	b	29.9	2
VAM-46	15c	1174b	1.8a	9.7a	2.2b	3.8c	20.03e	21.87e	17.5e	40	c	33.5	3
VAM-15	14c	1283b	1.5a	7.6a	2.0b	4.0c	17.90f	22.00e	17.6e	43	a	28.5	2

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si (teste Scott-Knott 5%), <sup>1</sup>c/def – com deficiência hídrica, <sup>2</sup>s/def – sem deficiência hídrica, <sup>3</sup>DAS – dias após a semeadura, <sup>4</sup>T – Média de quatro leituras, <sup>5</sup>Q – quartil de classificação dos genótipos considerando-se a produtividade sob deficiência hídrica e temperatura das folhas.

Esses resultados permitem inferir que os genótipos mais produtivos sob deficiência apresentavam melhor estado hídrico comparativamente aos genótipos menos produtivos sob as mesmas condições hídricas. O melhor estado hídrico desses genótipos pode ser tanto pela melhor capacidade de absorção de água como pela contenção no uso da água transpirada.

**CONCLUSÕES:** Os genótipos VAM-41, Red México, IPA 7, VAM-29, G 4280, G 4825 e BRS Marfim foram os mais produtivos sob deficiência hídrica. Eles também foram os mais produtivos quando irrigados adequadamente, exceto o genótipo BRS Marfim. Observou-se que todos os genótipos do grupo mais produtivo, sob deficiência hídrica, foram aqueles que também apresentaram temperaturas das folhas abaixo do valor de referência usado para classificar os genótipos em quartis, exceto o genótipo Red México.

**AGRADECIMENTOS:** Ao auxiliar Ramatis Justino da Silva, pelo auxílio na condução desta pesquisa, e à Estação Experimental da Emater, em Porangatu, pela disponibilização da infraestrutura.

## REFERÊNCIAS

- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. Common bean and cowpea. In: FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. (Ed.). **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York : M. Dekker, 1991. p.280-318.
- GUIMARÃES, C.M. 1996. Relações hídricas. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A; STONE, L.F; ZIMMERMANN, M.J. DE O. (Eds.). **Cultura do feijoeiro comun no Brasil**. Piracicaba: Potafos, p. 139-168.
- SILVEIRA, P.M. da; STONE, L.F. Manejo da irrigação do feijoeiro: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 46p. **EMBRAPA-CNPAP**. Documentos, 27.
- VERSLUES, P.E.; AGARWAL, M.; KATIYAR-AGARWAL, S.; ZHU, J.; ZHU, J. K. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. **The Plant Journal**, Oxford, v. 45, p.523–539, 2006.