

Área: Fitotecnia

DENSIDADE DE PLANTAS E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA EM CULTIVARES COMERCIAIS DE FEIJÃO-CAUPI EM AMBIENTE DO CENTRO NORTE PIAUIENSE*

Milton José Cardoso¹; Valdenir Queiroz Ribeiro²; Edson Alves Bastos³

*Trabalho financiado com recursos do Projeto: 02090600700, Plano de Ação: 02090600700-02

¹ Eng. Agrôn., D.Sc., Fitotecnista, Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01; CEP 64.006-220 Teresina, Piauí. E-mail: milton.cardoso@embrapa.br; ² Eng. Agrôn., M.Sc., Estatística Experimental, Embrapa Meio-Norte; ³ Eng. Agrôn., D.Sc., Irrigação e Drenagem, Embrapa Meio-Norte

Resumo – A produtividade de grãos (PG) ótima de uma cultura depende do manejo e do equilíbrio entre os fatores de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a performance e a eficiência de uso da água (EUA) de cultivares comerciais (BR Gurguéia, BRS Aracê e BRS Juruá) de feijão-caupi de porte semi-prostado, em diferentes densidades de plantas (DP) (2; 6; 10; 14; 18 e 22 plantas m⁻²). Três ensaios foram conduzidos, sob irrigação por aspersão, em solo Neossolo Flúvico, textura média, no período de agosto a outubro de 2011, campo experimental da Embrapa Meio-Norte, município de Teresina, PI. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições e os tratamentos compostos pelas DP. As PG, o número de vagens por área (NVA) e a EUA responderam quadráticamente ao aumento da DP. As máximas PG e da EUA foram, respectivamente, de 1.506 kg ha⁻¹ (12,4 plantas m⁻²); 4,0 kg ha⁻¹ mm⁻¹, 1.499 kg ha⁻¹ (12,8 plantas m⁻²); 4,0 kg ha⁻¹ mm⁻¹ e 1.578 kg ha⁻¹ (13,1 plantas m⁻²); 4,3 kg ha⁻¹ mm⁻¹, para as cultivares BR Gurguéia, BRS Aracê e BRS Juruá. O NVA foi o mais correlacionado (0,93; p<0,01) com a PG e respondeu quadráticamente as DP.

Palavras-chave: Arranjo de plantas, Variedade, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Introdução

Dentre as culturas produtoras de grãos, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), se destaca como uma das mais cultivadas no Meio-Norte brasileiro, sendo considerada a principal cultura de subsistência das populações da zona rural. Entretanto as produtividades de grãos são baixas, geralmente inferiores a 452 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012). A sensibilidade da cultura a estresses hídricos, as densidades de plantas desordenadas associadas a outras práticas de manejo contribuem para essa baixa produtividade e a oscilação da produção anual dessa cultura. A utilização de indicadores da eficiência do uso de água (EUA) é uma das formas de se analisar a resposta dos cultivos às diferentes condições de disponibilidade de água, pois relaciona a produção de biomassa seca ou a produção comercial com a quantidade de água aplicada ou evapotranspirada pela cultura (Puppala et al., 2005).

Dentre as atividades de manejo, os diferentes arranjos espaciais, resultantes da combinação de espaçamento entre fileiras e do número de plantas por área, tem sido frequentemente discutidos como uma forma de maximizar o rendimento de grãos pela otimização do uso dos fatores de produção como água, luz e nutrientes, assim como, pela influência direta em várias características morfológicas, fisiológicas e produtivas da planta.

Para qualquer cultura o conhecimento do melhor arranjo espacial das plantas é condição essencial para a maximização econômica da produção (Hall, 2003).

O efeito do aumento da densidade de plantas de feijão-caupi sobre o rendimento de grãos foi avaliado por Távora et al. (2001), Olufajo & Singh (2002), Cardoso & Ribeiro (2006), Cardoso & Melo (2009), Cardoso et al. (2012) que observaram redução significativa, nesse componente de produção.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da densidade de plantas de feijão-caupi de porte semi-prostado sobre a produtividade de grãos e na eficiência de uso da água.

Material e Métodos

Três ensaios com arranjos de plantas de feijão-caupi de porte semi-prostado foram conduzidos, sob irrigação por aspersão convencional, em solo Neossolo Flúvico Eutrófico de textura média no período de agosto a outubro de 2011, campo experimental da Embrapa Meio-Norte, município de Teresina, Piauí.

Os resultados das análises de fertilidade do solo, realizadas pelo Laboratório de Fertilidade de Solos da Embrapa Meio-Norte, indicaram: pH em água(1:2,5) = 6,1; fósforo (mg dm^{-3}) = 21,2; potássio (mg dm^{-3}) = 119,3; cálcio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) = 19,3; magnésio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) = 5,4; alumínio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) = 0,0 e M.O. (g kg^{-1}) = 28,2. A adubação de fundação correspondeu a 250 kg da mistura de superfosfato simples (200 kg) e cloreto de potássio (50 kg) por hectare.

Os tratamentos envolveram seis diferentes densidades: 2; 6; 10; 14; 18 e 22 plantas m^{-2} das cultivares BR Gurguéia, BRS Aracê e BRS Juruá. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados e quatro repetições. As parcelas foram compostas por quatro fileiras (área útil duas fileiras centrais) espaçadas de 0,80 m. Por ocasião da semeadura foi semeado um excesso de semente e, posteriormente, as plântulas foram desbastadas para as densidades desejadas.

A irrigação da área foi realizada por meio de aspersão convencional, com os aspersores dispostos em um espaçamento de 18 m x 12 m, pressão de serviço de 300 KPa (3,0 atm), diâmetro de bocais de 5,0 mm x 5,5 mm, vazão de $3,18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Utilizou-se o manejo de irrigação pelo método do tanque Classe A (Andrade Júnior et al., 2000). Usaram-se tensiômetros para monitorar o potencial da água no solo, na camada de 0 a 40 cm, próximo à capacidade de campo. A lâmina de água aplicada em um ciclo de 70 dias foi de 380 mm com um consumo médio diário de 5,43 mm.

As características agrônomicas avaliadas foram: comprimento de vagem, número de grãos por vagem, peso de cem grãos, número de vagens por área, número de vagens por planta, eficiência de uso da água e peso dos grãos. Este último transformado para produtividade de grãos por hectare a 13 % de umidade. Os dados foram submetidos à análise de variância, em função da densidade de planta, e ajustadas funções de resposta calculando-se a densidade de planta que proporcionou a máxima eficiência técnica (Zimmermann, 2004).

Resultados e Discussão

Independente da cultivar de feijão-caupi não houve efeitos ($P > 0,05$) para os componentes de rendimentos comprimento de vagem, número de grãos por vagem e peso de cem grãos, havendo efeito ($P < 0,01$) para o número de vagem por planta, número de vagem por área, eficiência de uso da água e produtividade de grãos em relação ao número de plantas por área (Tabela 1). Respostas quadráticas foram observados para o número de vagem por área, produtividade de grãos e eficiência de uso da água e linear decrescente para o número de vagem por planta em relação às densidades de plantas de feijão-caupi (Tabela 2). Os valores máximos observados foram de 110,2; 92,6 e 92,9 para o número de vagens m^{-2} , de $4,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$; $4,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ e $4,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para

a eficiência do uso da água e de 1.506 kg ha⁻¹; 1.409 kg ha⁻¹ e 1.578 kg ha⁻¹ para a produtividade de grãos, respectivamente, nas densidades de 12,4; 12,3 e 13,6 plantas m⁻² (BR Gurguéia), 12,8; 13,0 e 13,3 plantas m⁻² (BRS Aracê) e 13,12; 13,79 e 13,37 plantas m⁻² (BRS Juruá). Redução nestas características, com o aumento do número de plantas por área, também foram observadas por Távora et al. (2001), Olufago & Singh (2002), Cardoso et al. (2006), Cardoso & Melo (2009), Cardoso et al. (2012).

Tabela 1. Características agrônômicas de três cultivares comercial de feijão-caupi, de porte semi-prostado, em relação a densidades de plantas em regime irrigado. Teresina, PI. Ano 2011.

N plts m ⁻²	CV cm	NGV	PCG g	NVP	NVM2	PGHA kg ha ⁻¹	EUA kg ha ⁻¹ mm
BR Gurguéia							
2	17,0	15,2	12,2	22,2	42,2	709	1,87
6	17,5	15,9	13,0	13,6	77,5	1166	3,07
10	17,2	15,2	12,2	10,4	102,3	1229	3,76
14	16,7	15,8	11,9	7,9	115,0	1573	4,14
18	16,3	16,1	12,7	5,4	97,1	1218	3,21
22	17,0	15,4	12,1	3,5	73,7	811	2,13
Médias	16,9	15,6	12,3	10,5	84,6	1151	3,04
CV (%)	5,4	4,2	2,0	10,3	7,4	4,6	4,7
Teste F	ns	ns	ns	**	**	**	**
BRS Aracê							
2	17,6	14,8	19,8	25,4	49,1	711	1,87
6	17,2	15,0	18,9	12,4	72,2	1171	3,08
10	17,1	14,3	19,7	8,8	85,8	1375	3,62
14	18,2	14,5	18,6	7,4	98,8	1609	4,24
18	18,1	15,1	19,0	4,6	81,3	1246	3,28
22	17,4	14,2	18,1	3,1	66,5	912	2,40
Médias	17,6	14,6	19,0	10,3	75,6	1171	3,08
CV (%)	4,6	4,4	1,2	9,2	2,7	3,6	3,6
Teste F	ns	ns	ns	**	**	**	**
BRS Juruá							
2	18,7	14,6	20,0	18,5	40,1	742	1,95
6	18,7	14,4	19,9	11,7	67,6	1222	3,21
10	18,0	14,7	19,9	9,0	86,8	1504	3,96
14	18,3	15,0	20,2	7,0	96,6	1643	4,32
18	17,5	14,2	20,2	4,5	80,5	1336	3,52
22	18,6	13,9	20,0	3,0	62,2	1067	2,81
Médias	18,3	14,6	20,0	8,9	72,3	1252	3,30
CV (%)	4,0	6,2	1,1	24,6	2,6	4,2	4,2
Teste F	ns	ns	ns	**	**	**	**

** e ns: respectivamente, significativo e não significativo ao nível de 5% pelo teste F. N plts m⁻²: número de plantas m⁻²; CV: comprimento de vagem; NGV: número de grãos por vagem; PCG: peso de cem grãos; NVP: número de vagens por planta; NVM2: número de vagens por m²; PGHA: produtividade de grãos e EUA: eficiência de uso da água.

Tabela 2. Equações de resposta de características agrônômicas de cultivares comercial de feijão-caupi, de porte semi-prostado, em relação a densidades de plantas. Teresina, PI. Ano 2011.

Característica (Y)	Equação	X máximo	Y máximo	R ²
BR Gurguéia				
PGHA	$-7,575^{**} X^2 + 187,6^{**} X + 344,1$	12,4	1.506	0,98
EUA	$-0,02^{**} X^2 + 0,493^{**} X + 0,907$	12,3	3,95	0,98
NVM2	$-0,516^{**} X^2 + 14,04^{**} X + 14,65$	13,6	110,2	0,99
NVP	$-0,85^{**} X + 20,7$	-	-	0,91
BRS Aracê				
PGHA	$-6,962^{**} X^2 + 177,5^{**} X + 367,5$	12,4	1.499	0,95
EUA	$-0,018^{**} X^2 + 0,468^{**} X + 0,963$	13,0	4,01	0,95
NVM2	$-0,349^{**} X^2 + 9,312^{**} X + 30,52$	13,3	92,6	0,95
NVP	$-0,95^{**} X + 21,56$	-	-	0,81
BRS Juruá				
PGHA	$-6,809^{**} X^2 + 178,4^{**} X + 409,0$	13,1	1.578	0,98
EUA	$-0,017^{**} X^2 + 0,469^{**} X + 1,072$	13,8	4,31	0,98
NVM2	$-0,418^{**} X^2 + 11,18^{**} X + 18,13$	13,3	92,9	0,98
NVP	$-0,735^{**} X + 17,99$	-	-	0,92

** (P<0,01) pelo teste t. NVP: número de vagens por planta; NVM2: número de vagens por m²; PGHA: produtividade de grãos e EUA: eficiência de uso da água.

A competição intraespecífica entre plantas de feijão-caupi, provavelmente, foi o motivo principal da redução do número de vagem por área, na eficiência de uso da água e na produtividade de grãos, em virtude da diminuição no vingamento de flores. Resultado este também observado por Távora et al. (2001), Cardoso & Ribeiro. (2001), Bezerra (2005), Cardoso & Ribeiro (2006) e Cardoso et al. (2012). O componente de rendimento número de vagens por área foi o mais correlacionado (em média 0,93; p<0,01 pelo teste t) com a produtividade de grãos.

Conclusões

Feijão-caupi de porte semi-prostado responde de maneira quadrática a produtividade de grãos e a eficiência de uso da água em relação a densidade de plantas.

A densidade de planta para a máxima produtividade de grãos está em torno de 12,5 plantas m⁻².

O componente de rendimento número de vagens por área é o que mais contribui para as diferenças na produtividade de grãos de feijão-caupi em relação ao número de plantas por área.

Referências

- ANDRADE JÚNIOR, A.S; RODRIGUES, B. H. N.; BASTOS, E. A. Irrigação. In: CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, p. 127-156. 2000. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).
- BEZERRA, A.A. de C. Efeitos de arranjos populacionais na morfologia e produtividade de feijão-caupi de crescimento determinado e porte ereto. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal do Ceará, 2005. 124f.
- CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B. desempenho produtivo de feijão-caupi semi-ereto a densidade de plantas em Argissolo Amarelo. In: II CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI/VII REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2009, Belém, PA. **Resumos Expandidos...**Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. CD
- CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.A.; BASTOS, E.A.; MELO, F. de B. eficiência de uso da água e produtividade de grãos de Feijão-Caupi em relação a densidade de plantas. IN: X CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA/ XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2012, Londrina, PA. **Resumos Expandidos...**Londrina: SBEA/IAPAR/EMBRAPA, 2012. CD
- CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q. Desempenho agrônomico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função do espaçamento entre linhas e densidade de planta sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.1, 2006 (Disponível em www.ccarevista.ufc.br)
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. Grãos safra 2011/2012.Décimo levantamento Julho/2012. (Disponível em www.conab.gov.br) .
- HALL, A. E. Future directions of bean/cowpea collaborative research support program. **Field Crops Research**, v.82 p.233-240, 2003
- OLUFAJO, O. O. & SINGH, B. B. Advances in cowpea cropping systems research In: FATOKUM. C. A; TARAWALI, S. A; SINGH, V. V.; KORMAWA, P. M.; TARNO, M. (eds). CHALLENGES and Opportunities for enhancing sustainable cowpea production. Ibadan:IITA, p.267-277, 2002
- PUPPALA, N.; FOWLER, J.L.; JONES, T.L.; GUTSCHICK, V.; MURRAY, L. Evapotranspiration, yield, and water-use efficiency responses of *Lesquerella fendleri* at different growth stages. *Industrial Crops and Products*, v.21, p.33-47, 2005.
- TÁVORA, F. J. A. F.; NOGUEIRA, S. L.; PINHO, J. L. N. de. Arranjo e população de plantas em cultivares de feijão-de-corda com diferentes características de copa. **Revista Ciência Agronômica**, v.32, p.69-77, 2001
- ZIMMERMANN, F. J. P. Estatística aplicada à pesquisa agrícola. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 204. 402 p. 2004.