

Experimentos de densidade de plantio com variedades comerciais de feijão- caupi em ambientes do Nordeste e do Centro-Oeste brasileiro

Rendimento de grãos e componentes de produção



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 244

Experimentos de densidade de plantio com variedades comerciais de feijão- caupi em ambientes do Nordeste e do Centro-Oeste brasileiro

Rendimento de grãos e
componentes de produção

*Milton José Cardoso
Francisco de Brito Melo
Valdenir Queiroz Ribeiro
José Angelo Nogueira de Menezes Júnior
Edson Alves Bastos
João Felinto dos Santos
Dácio Olibone
Ana Paula Encide Olibone
Laerte Gustavo Pivetta*

Embrapa Meio-Norte
Teresina, PI
2018

Exemplares desta publicação
podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte
Av. Duque de Caxias, 5.650,
Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64008-780, Teresina, PI
Fone: (86) 3198-0500
Fax: (86) 3198-0530
www.embrapa.br/meio-norte]
Serviço de Atendimento ao
Cidadão(SAC)
www.embrapa.br/fale-conosco/
sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente

Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo

Secretário-administrativo

Jeudys Araújo de Oliveira

Membros

Edvaldo Sagrilo, Ligia Maria Rolim Bandeira, Luciana Pereira dos Santos Fernandes, Orlane da Silva Maia, Humberto Umbelino de Sousa, Francisco das Chagas Monteiro, José Almeida Pereira, Pedro Rodrigues de Araújo Neto, Carolina Rodrigues de Araujo, Francisco de Brito Melo, Maria Teresa do Rêgo Lopes, Jefferson Francisco Alves Legat, Karina Neoob de Carvalho Castro

Supervisão editorial

Lígia Maria Rolim Bandeira

Revisão de texto

Lígia Maria Rolim Bandeira

Normalização bibliográfica

Orlane da Silva Maia

Editoração eletrônica

Jorimá Marques Ferreira

Editoração eletrônica

Jorimá Marques Ferreira

Fotos

Milton José Cardoso

1ª edição

1ª impressão (2018): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais
(Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Meio-Norte

Experimentos de densidade de plantio com variedades comerciais de feijão-caupi em ambientes do Nordeste e do Centro-Oeste brasileiro : Rendimento de grãos e componentes de produção / Milton José Cardoso [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2018.

29 p. : il. color. ; 15 cm x 21 cm. - (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X ; 244').

1. Feijão de corda. 2. Eficiência produtiva. 3. Espaçamento. 4. Porte de planta. I. Cardoso, Milton José. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 633.33 (21. ed.)

Autores

Milton José Cardoso

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

Francisco de Brito Melo

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

Valdenir Queiroz Ribeiro

Engenheiro-agrônomo, mestre em Estatística e Experimentação Agronômica, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

Edson Alves Bastos

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

José Angelo Nogueira de Menezes Júnior

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Sinop, MT

João Felinto dos Santos

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, Paraíba, JP

Dácio Olibone

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Sorriso, Sorriso, MT

Ana Paula Encide Olibone

Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Sorriso, Sorriso, MT

Laerte Gustavo Pivetta

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Sorriso, Sorriso, MT

Apresentação

No Nordeste brasileiro, o feijão-caupi constitui uma das principais alternativas sociais e econômicas de suprimento alimentar e de geração de emprego, principalmente para as populações rurais. Atualmente, sua importância vem crescendo em outras regiões do País como é o caso do Centro-Oeste.

O rendimento médio de grãos, nessas regiões, está muito aquém do potencial produtivo da cultura, que pode ser incrementado diante da adoção de tecnologias que, muitas vezes, implicam em alterações nos sistemas de produção praticados, como a utilização de densidade de plantio adequada aos sistemas de produção.

Este documento coloca à disposição relevantes informações na área do conhecimento, voltado ao arranjo de plantas e de Interesse a técnicos, pesquisadores, professores, estudantes e agricultores familiares e patronais interessados na cultura do feijão-caupi. Espera-se também fornecer conhecimentos e tecnologias que possam tornar mais eficientes os sistemas de produção do feijão-caupi nas regiões do Nordeste (Piauí, Maranhão, Paraíba) e Centro-Oeste (MT) do Brasil, desde os tradicionais, adotados na agricultura familiar, até aqueles utilizados em agricultura empresarial produtora de grãos.

Luiz Fernando Carvalho Leite
Chefe-Geral da Embrapa Meio-Norte

Sumário

Introdução	9
Metodologia	10
Rede experimental I	12
Rede experimental II	12
Informações gerais sobre os ensaios.....	13
Resultados.....	15
Rede Experimental I.....	15
Variedade BRS Itaim (porte ereto)	15
Variedade BRS Tumucumaque (porte semiereto).....	19
Rede Experimental II.....	23
Variedade BRS Pajeú (porte semiprostado)	23
Considerações	27
Referências	28

Introdução

O cenário da produção agrícola brasileira pode mudar significativamente nos próximos anos em decorrência do aquecimento global. Se nada for feito para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e adaptar as culturas para a nova situação, regiões que atualmente são as maiores produtoras de grãos poderão não estar mais aptas ao plantio bem antes do final do século. O feijão-caupi pode ser considerado uma das culturas mais tradicionais do Nordeste brasileiro, ocupando posições significativas quanto ao valor social e econômico como a principal fonte de proteína vegetal e como fixadora de mão de obra, principalmente a familiar. Na região Centro-Oeste, vem-se destacando em plantio de safrinha, em áreas patronais, visando à produção para exportação.

Os rendimentos médios de grãos nessas regiões estão aquém do potencial de produção da cultura e dos obtidos em trabalhos experimentais.

O desenvolvimento de variedades com alto potencial de rendimento de grãos e arquitetura de plantas adequada aos cultivos adensados e à colheita mecanizada visa atender às exigências dos sistemas tecnificados e tem viabilizado o cultivo do feijão-caupi em grandes áreas, como cultura principal ou de safrinha, onde se observam aumentos significativos da área plantada. Incrementos no rendimento de grãos em resposta à maior densidade de plantas são relatados por Makoi et al. (2009), El Naim e Jabereldar (2010), Cox e Cherney (2011) e Cardoso et al. (2015, 2017).

O manejo da densidade de plantas visa, entre outros objetivos, aumentar a eficiência do dossel na interceptação da radiação incidente em relação ao tempo e à unidade de área. Oroka e Omoregie (2007) enfatizam que aumentos na densidade de plantas do feijão-caupi podem aumentar a interceptação da radiação solar e a eficiência de seu uso. Mendes et al. (2005), trabalhando com feijão-caupi, observaram que a porcentagem de luz interceptada e o índice de área foliar tiveram um incremento de 50% e 206,5%, respectivamente, quando a densidade de plantas foi aumentada de 41.666 para 166.666 plantas ha⁻¹.

A expressão do potencial produtivo do feijão-caupi depende da combinação favorável de um conjunto de fatores, destacando-se, entre eles, o número de plantas por área, a qual influencia diretamente as características morfológicas, fisiológicas e de rendimento de grãos, bem como o aproveitamento dos recursos tecnológicos, ambientais e de manejo (Bezerra et al., 2012).

Nos sistemas de cultivo, seja nos tecnificados ou nos tradicionais, há a necessidade de informações sobre as alterações que ocorrem na fisiologia e nos componentes de produção das cultivares modernas de feijão-caupi, quando submetidas a diferentes densidades de plantas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de variedades de feijão-caupi com diferentes portes de planta, em função da densidade de plantio, em ambientes do Nordeste e do Centro-Oeste brasileiro.

Metodologia

Os ensaios foram distribuídos em duas redes experimentais, denominadas I (ensaios de variedade comercial de portes ereto e semiereto) e II (ensaios de variedade comercial de porte semiprostrado). Os ambientes contemplados estão localizados entre as coordenadas geográficas 03°20'S em Mata Roma, MA, e 12°59'S em Nova Ubiratã, MT, com altitude variando de 69 m (Teresina, PI) a 634 m (Lagoa Seca, PB), Tabela 1. Dados sobre características químicas das áreas experimentais constam na Tabela 2.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos ambientes onde foram conduzidos os ensaios de avaliação de densidade de plantio de feijão-caupi. Ambiente 1 (Teresina, PI), ambiente 2 (Magalhães de Almeida, MA), ambiente 3 (Lagoa Seca, PB), ambiente 4 (Aroeira, PB), ambiente 5 (Sorriso, MT) e ambiente 6 (Nova Ubiratã, MT).

Ambiente	Latitude ⁽¹⁾	Longitude ⁽¹⁾ (W)	Altitude ⁽¹⁾ (m)	Tipo de solo ⁽²⁾
1	05°02'	42°47'	69	Latossolo Amarelo
2	03°20'	42°19'	120	Latossolo Amarelo
3	07°10'	35°51'	634	Neossolo Regolito
4	07°32'	35°42'	363	Bruno Não cálcico
5	12°40'	55°59'	365	-
6	12°59'	55°15'	400	-

⁽¹⁾Obtidos com GPS.

⁽²⁾Fonte: Jacomine et al. (2013) e Melo et al. (2014).

- Não informado.

Tabela 2. Características químicas dos solos dos ambientes onde foram conduzidos os ensaios¹. Safra 2015/2016.

Ambiente	pH H ₂ O	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	V	MO
	1 p/ 2,5	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³	-----	-----	%	g/kg
1	5,3	13,2	0,43	4,01	1,18	0,00	53,2	12,4
2	5,4	6,0	0,14	3,10	1,40	0,01	52,5	10,31
3	6,3	16,4	0,37	4,02	1,39	0,00	64,6	19,0
4	6,3	17,9	0,32	3,63	0,98	0,00	58,3	15,5
5	5,0	8,3	0,12	3,91	0,70	0,00	53,8	29,0
6	5,8	17,7	0,09	1,48	0,61	0,00	39,2	22,3

¹Análise de solo realizada nos laboratórios da Embrapa Meio-Norte (ambientes 1 e 2), da Emepa (ambientes 3 e 4) e do IFMT (ambientes 5 e 6).

Rede experimental I

Os ensaios foram conduzidos nos municípios de Teresina PI, Magalhães de Almeida, MA, Aroeira e Lagoa Seca, PB, Sorriso e Nova Ubiratã (MT). Nos ensaios de portes ereto (BRS Itaim) e semiereto (BRS Tumucumaque), Figura 1, foram utilizadas seis densidades de plantio: 8, 12, 16, 20, 24 e 28 plantas m^{-2} .



Figura 1. Variedade de feijão-caupi, BRS Itaim (lado direito), e BRS Tumucumaque (lado esquerdo). Embrapa Meio-Norte.

Rede experimental II

Os ensaios foram conduzidos nos municípios de Teresina, PI, Magalhães de Almeida, MA, Lagoa Seca e Aroeira, PB. Foi utilizada a variedade BRS Pageú (Figura 2), de porte semiprostrado, nas densidade de plantio: 2, 6, 10, 14, 18 e 22 plantas m^{-2} .



Figura 2. Variedade de feijão-caupi, BRS Pajeú. Embrapa Meio-Norte.

Informações gerais sobre os ensaios

Em todos os casos, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por quatro fileiras de cinco metros de comprimento. A área útil foi constituída pelas duas fileiras centrais. Os tratamentos consistiram das cinco densidades de plantas. O espaçamento entre fileiras para as variedades de feijão-caupi de portes ereto e semiereto foi de 0,50 m e para a variedade de porte semiprostrado, de 0,80 m.

Em ambas as regiões (Nordeste e Centro-Oeste), o plantio foi feito durante o mês de março onde foram utilizadas excesso de sementes nas fileiras, deixando-se a quantidade de plantas necessárias de acordo com as densidades programadas, por ocasião do desbaste. A adubação de fundação, de um modo geral, correspondeu a 250 kg de superfosfato simples e 50 kg de cloreto de potássio por hectare. Aos 15 dias após a semeadura, foi realizada uma adubação de cobertura com 100 kg de sulfato de amônio por hectare.

As precipitações registradas durante o ciclo da cultura foram suficientes para um bom desenvolvimento das plantas.

Os caracteres agrônômicos avaliados foram: comprimento de vagem (CV), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), número de vagens por área (NVA), massa de cem grãos em gramas (MCG) e peso de grãos (PG) em kg/área útil, corrigido para 13% de umidade - $[(100-H_i) \times PG]/(100-H_f)$, onde H_i = umidade de grãos determinada em aparelho; H_f = umidade de grãos que deve ser corrigida (13%). As quatro primeiras características foram obtidas em dez vagens escolhidas ao acaso, na área útil de cada tratamento. O peso de grãos por planta foi determinado dividindo-se a produção de grãos pelo número de plantas da área útil. O rendimento de grãos (kg ha^{-1}) foi calculado por $RG = (10.000 \text{ m}^2 \times \text{PGC kg})/\text{área útil da parcela m}^2$, onde PGC é o peso de grãos da área útil da parcela corrigido para 13% de umidade.

Fez-se uso da regressão, na análise de variância, com modelos de primeiro e segundo grau para densidades de plantas, seguindo a metodologia de Pimentel-Gomes (2009) e Zimmermann (2014). Em função do teste t , obteve-se a seleção do melhor modelo com o auxílio das significâncias de cada parâmetro, aceitando-se nível de significância até o limite de 15% de probabilidade (Conagin; Jorge, 1982).

Seguiu-se também a metodologia de Alvarez e Alvarez (2013), para que uma equação seja significativa, não é necessário que todos os coeficientes sejam significativos, mas a significância do modelo deve estar explicitamente apresentada na equação (em cada coeficiente de regressão) e não somente com a apresentação da significância do R^2 .

Determinaram-se os coeficientes de correlação de Pearson do rendimento de grãos em relação aos caracteres de produção. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAS (SAS Institute, 2015).

Resultados

Rede Experimental I

Variedade BRS Itaim (porte ereto)

Na análise conjunta, houve efeito da interação ambiente versus densidade de plantio para todas as características estudadas (Tabela 3), o que mostra o comportamento diferenciado da variedade frente aos ambientes. Os valores dos componentes de produção comprimento de vagem, número de grãos por vagem, massa de cem grãos e índice de grãos (Tabela 4) estão próximos aos descritores enfatizados em trabalho de lançamento da variedade (BRS Itaim..., 2009).

Respostas quadráticas foram observadas para o rendimento de grãos e o número de vagens por área e linear decrescente para o número de vagens por planta com o incremento da densidade de plantio. Os coeficientes das equações do número de vagens por planta indicam que para cada aumento do número de plantas por metro quadrado, ocorre um decréscimo de 0,0192; 0,0245; 0,0346; 0,0254 e 0,0259 vagens por plantas, respectivamente, nos ambientes de Teresina, Magalhães de Almeida, Lagoa Seca, Nova Ubiratã e Sorriso, Tabela 5.

O rendimento de grãos respondeu quadraticamente à densidade de plantio, variando de 1.360 kg ha⁻¹ (197 mil plantas ha⁻¹) no ambiente 2 - Magalhães de Almeida, MA, a 2.466 kg ha⁻¹ (237 mil plantas ha⁻¹) no ambiente 1 - Teresina, PI. Rendimentos de grãos acima de 2.000 kg ha⁻¹ foram observados no ambiente 1 (Teresina, Piauí) e nos ambientes 5 e 6 no estado de Mato Grosso (Nova Ubiratã e Sorriso).

O número de vagens por área foi o que mais contribuiu para o incremento do rendimento de grãos em relação à densidade de plantio, com valores máximos médios de 207 mil plantas ha⁻¹ e 125 vagens m². O coeficiente de correlação de Pearson do rendimento de grãos com o número de grãos por área foi de 0,98.

Tabela 3. Análise de variância do comprimento de vagem (CV), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por hectare (NGH), rendimento de grãos por hectare (RGHA), massa de cem grãos (MCG), número de vagens por planta (NVP), número de vagens por área (NVA) e índice de grãos (IG) do feijão-caupi, BRS Itaim, em cinco municípios dos estados do Piauí, Maranhão, Paraíba, Mato Grosso. Teresina, PI, safra 2014/2015.

Quadrado médio									
FV	GL	CV	NGV	RGHA	MCG	NVP	NVA	IG	
Amb	4	33,92**	0,3755**	3056975,77**	13,69**	2,93**	46,623**	0,07288200**	
BL	15	1,65**	0,268**	185123,37**	1,50*	0,19**	2,7907**	0,00131077*	
DP	5	0,21 ^{ns}	0,0181**	1786372,58**	4,39**	2,99**	19,2442**	0,00099225 ^{ns}	
Amb*DP	20	1,49**	0,03223**	166770,82**	2,35**	0,02**	0,7278**	0,00108156**	
CV%		4,1	3,1	5,7	3,9	2,3	2,6	3,1	
Média		17,1	3,3	1498	21,4	2,6	10,2	0,78	

** (P < 0,01) e * (P < 0,05), respectivamente, significativos ao nível de 1% e 5% pelo teste F.
FV: fonte de variação; BL: blocos; DP: densidade de plantio.

Tabela 5. Equações de resposta de feijão-caupi, BRS Itaim, em municípios dos estados do Piauí, Maranhão, Paraíba e Mato Grosso em função da densidade de plantio. Safra 2015/2016.

Caráter ⁽¹⁾ (Y)	Equação	X máximo	Y máximo	R ²
Teresina, PI				
RGHA	$-859,01 + 20,809^* X - 0,0439^{**} X^2$	237	2.466	0,77*
NVA	$-18,443 + 1,1462^* X - 0,0027^{**} X^2$	212	105	0,84**
NVP	$9,0501 - 0,0192^{**} X$	-	-	0,95**
Magalhães de Almeida, MA				
RGHA	$-99,071 + 13,818^{**} X - 0,035^* X^2$	197	1.360	0,78*
NVA	$4,1143 + 0,7825^* X - 0,002^{**} X^2$	196	81	0,82*
NVP	$9,1933 - 0,0245 X$	-	-	0,97**
Lagoa Seca, PB				
RGHA	$-26,414 + 17,682^{**} X - 0,0468^* X^2$	189	1.644	0,96**
NVA	$15,414 + 1,4667^{**} X - 0,0037^* X^2$	198	161	0,97**
NVP	$15,552 - 0,0346^{**} X$	-	-	0,99**
Nova Ubiratã, MT				
RGHA	$-67,043 + 21,649^* X - 0,051^{**} X^2$	212	2.231	0,93**
NVA	$-20,714 + 1,5^* X - 0,0033^* X^2$	227	150	0,97**
NVP	$12,548 - 0,0254^{**} X$	-	-	0,97**
Sorriso, MT				
RGHA	$-996,93 + 34,417^* X - 0,092^{**} X^2$	187	2.222	0,97**
NVA	$-56,957 + 1,8822^{**} X - 0,0045^* X^2$	202	128	0,96**
NVP	$11,602 - 0,0259^{**} X$	-	-	0,95**

** = (P<0,01); * = (P<0,05) pelo teste t.

RGHA: rendimento de grãos; NVA: número de vagens por m²; NVP: número de vagens por planta; r = 0,98 (P<0,01) correlação entre rendimento de grãos e número de vagens por área.

Variedade BRS Tumucumaque (porte semiereto)

Na análise conjunta, houve efeito da interação ambiente versus densidade de plantio para todas as características estudadas (Tabela 6), o que mostra o comportamento diferenciado da variedade frente aos ambientes. Os valores dos componentes de produção comprimento de vagem, número de grãos por vagem, massa de cem grãos e índice de grãos (Tabela 7) estão próximos aos descritores enfatizados em trabalho de lançamento da variedade (BRS Tumucumaque..., 2009).

Respostas quadráticas foram observadas para o rendimento de grãos e o número de vagens por área e linear decrescente para o número de vagens por planta com o aumento da densidade de plantio. Os coeficientes das equações do número de vagens por planta indicam que para cada aumento do número de planta por metro quadrado ocorre um decréscimo de 0,0357; 0,0414; 0,0621; 0,0407 e 0,0343 de vagem por plantas, respectivamente, nos ambientes de Magalhães de Almeida, Aroeira, Lagoa Seca, Nova Ubiratã e Sorriso, Tabela 8.

O rendimento de grãos respondeu quadraticamente à densidade de plantio, variando de 1.705 kg ha⁻¹ (202 mil plantas ha⁻¹) no ambiente 4 - Aroeira, PB, a 2.410 kg ha⁻¹ (190 mil plantas ha⁻¹) no ambiente 5 - Nova Ubiratã, MT. Rendimentos de grãos acima de 2.000 kg ha⁻¹ foram observados no ambiente 2 (Magalhães de Almeida, MA) e nos ambientes 5 e 6 no estado de Mato Grosso (Nova Ubiratã e Sorriso).

O número de vagens por área foi o que mais contribuiu para o incremento do rendimento de grãos em relação à densidade de plantio, com valores máximos médios de 189 mil plantas ha⁻¹ e 164 vagens m⁻². O coeficiente de correlação de Pearson do rendimento de grãos com o número de vagens por área foi de 0,97.

Tabela 6. Análise de variância do comprimento de vagem (CV), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NVP), rendimento de grãos por hectare (RGHA), massa de cem grãos (MCG), número de vagens por planta (NVP), número de vagens por área (NVA) e índice de grãos (IG) do feijão-caupi, BRS Turmucumaque, em cinco municípios dos estados do Maranhão, Paraíba e Mato Grosso. Safra 2014/2015.

Quadrado médio									
FV	GL	CV	NGV	RGHA	MCG	NVP	NVA	IG	
Ensaio	4	19,3056**	0,6786**	1357183,394**	12,6491**	3,5710**	57,8307**	0,08558**	
BL	15	0,5834 ^{ns}	0,0112 ^{ns}	68831,448**	2,0274**	0,1470**	2,7362**	0,001224 ^{ns}	
DP	5	1,7171 ^{ns}	0,0159 ^{ns}	1741666,373**	1,701**	6,2510**	26,5620**	0,001662 ^{ns}	
Ens*DP	20	0,4753 ^{ns}	0,01434*	91211,529**	0,5204*	0,0410**	0,7258**	0,00242471**	
CV%		9,6	2,4	6,7	2,6	1,9	3,4	1,1	
Média		19,9	3,55	1763	21,4	2,97	11,6	0,75	

** (P < 0,01) e * (P < 0,05), respectivamente, significativos, ao nível de 1% e 5% pelo teste F.
BL Blocos; DP: densidade de plantio; Ens: ensaio.

Tabela 7. Informações agrônômicas do feijão-caupi, BRS Tumucumaque, em diferentes densidades de plantio em ambientes do Nordeste e do Centro-Oeste brasileiro. Safra 2014/2015.

DP	Magalhães de Almeida, MA			Aroeira, PB			Lagoa Seca, PB			Nova Ubiratã, MT			Soriso, MT												
	CV	NGV	MCG	NVP	IG	CV	NGV	MCG	NVP	IG	CV	NGV	MCG	NVP	IG	CV	NGV	MCG	NVP	IG					
80	20,6	11,7	22,3	19,3	0,71	19,4	11,7	20,9	11,8	0,74	20,6	11,7	22,3	19,3	0,71	22,1	15,4	22,3	12,7	0,71	19,0	11,9	22,0	11,7	0,85
120	20,4	11,6	22,3	16,6	0,73	19,1	11,8	20,6	10,4	0,73	20,4	11,6	22,3	16,6	0,73	20,6	14,1	22,3	11,9	0,73	19,8	11,4	21,8	10,8	0,85
160	20,2	11,3	22,0	14,3	0,75	19,4	12,1	20,7	8,4	0,72	20,2	11,3	22,0	14,3	0,75	20,8	13,8	22,0	10,6	0,75	18,9	11,3	20,6	10,0	0,85
200	20,5	12,2	22,5	12,7	0,76	18,9	11,8	20,2	7,4	0,72	20,5	12,2	22,5	12,7	0,76	20,6	13,6	22,5	9,2	0,76	18,6	11,4	20,5	9,1	0,88
240	20,2	11,3	22,3	9,6	0,75	19,1	12,6	19,8	6,2	0,71	20,2	11,3	22,3	9,6	0,75	21,4	13,9	22,3	6,9	0,75	18,6	11,7	21,3	7,2	0,86
280	20,6	11,9	22,0	6,3	0,75	18,9	12,2	19,6	3,3	0,70	20,6	11,9	22,0	6,3	0,75	20,8	15,0	22,0	4,7	0,75	18,4	11,1	21,1	5,1	0,86
Média	20,4	11,7	21,9	13,1	0,71	19,1	12,0	20,3	7,9	0,72	20,4	11,7	21,9	13,1	0,71	21,0	14,3	22,2	9,3	0,74	18,9	11,5	21,4	9,0	0,86
CV	3,0	1,1	2,8	2,0	1,4	2,8	2,2	2,8	2,2	3,4	3,0	1,1	2,8	2,0	1,4	7,8	3,4	2,5	1,7	5,1	4,6	2,6	2,7	1,8	4,2
F	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	*	**	ns

** (P < 0,01) e * (P < 0,05), respectivamente, significativos, ao nível de 1% e 5% pelo teste F.

DP: densidade de plantio.

Tabela 8. Equações de resposta de feijão-caupi, BRS Tumucumaque, em municípios dos estados do Maranhão, Paraíba e Mato Grosso em função da densidade de plantio.

Caráter (Y)	Equação	X máximo	Y máximo	R ²
Magalhães de Almeida, MA				
RGHA	$73,686 + 25,04^* X - 0,0707^{**} X^2$	177	2.291	0,78 ^{**}
NVA	$-16,3 + 1,5042 X^* - 0,0042^{**} X^2$	179	118	0,87 [*]
NVP	$13,095 - 0,0357^* X$	-	-	0,96 [*]
Aroeira, PB				
RGHA	$273,57 + 14,127^{**} X - 0,03487^* X^2$	202	1.705	0,92 ^{**}
NVA	$-23,42 + 1,7518^* X - 0,0048^* X^2$	183	136	0,87 ^{**}
NVP	$15,124 - 0,0414 X$	-	-	0,97 [*]
Lagoa Seca, PB				
RGHA	$86,771 + 16,905^* X - 0,044^* X^2$	192	1.711	0,92 ^{**}
NVA	$-54,343 + 2,9757 X - 0,0077 X^2$	193	233	0,97 ^{**}
NVP	$24,352 - 0,0621 X$	-	-	0,98 [*]
Nova Ubiratã, MT				
RGHA	$-653,67 + 32,256^{**} X - 0,0849^{**} X^2$	190	2.410	0,84 ^{**}
NVA	$-35,957 + 2,1678^* X - 0,0057^{**} X^2$	190	170	0,98 ^{**}
NVP	$16,829 - 0,0407^* X$	-	-	0,97 ^{**}
Sorriso, MT				
RGHA	$-386,43 + 28,207^{**} X - 0,0774^* X^2$	182	2.184	0,90 ^{**}
NVA	$-66,071 + 2,2915^{**} - 0,0077^* X^2$	201	164	0,97 ^{**}
NVP	$15,171 - 0,0343^* X$	-	-	0,97 ^{**}

** = (P<0,01); * = (P<0,05) pelo teste t.

RGHA: rendimento de grãos; NVA: número de vagens por m²; NVP: número de vagens por planta; r = 0,97 (P<0,01) correlação entre rendimento de grãos e número de vagens por área.

Rede Experimental II

Variedade BRS Pajeú (porte semiprostrado)

Na análise conjunta, houve efeito da interação ambiente versus densidade de plantio para todas as características estudadas (Tabela 9), o que mostra o comportamento diferenciado da variedade frente aos ambientes. Os valores dos componentes de produção comprimento de vagem, número de grãos por vagem, massa de cem grãos e índice de grãos (Tabela 10) estão próximos aos descritores enfatizados em trabalho de lançamento da variedade (BRS Pajeú..., 2009).

Respostas quadráticas foram observadas para o rendimento de grãos e o número de vagens por área e linear decrescente para o número de vagens por planta com o aumento da densidade de plantio. Os coeficientes das equações do número de vagens por plantas indicam que para cada aumento do número de planta por metro quadrado ocorre um decréscimo de 0,0467; 0,0425; 0,0309 e 0,0366 vagens por plantas, respectivamente, nos ambientes de Teresina, Magalhães de Almeida, Lagoa Seca e Aroeira, Tabela 11.

O rendimento de grãos respondeu quadraticamente à densidade de plantio, variando de 1.001 kg ha⁻¹ (133 mil plantas ha⁻¹) no ambiente 4 - Aroeira, PB, a 1.952 kg ha⁻¹ (142 mil plantas ha⁻¹) no ambiente 1 - Teresina, PI. Rendimentos de grãos acima de 1.500 kg ha⁻¹ foram observados no ambiente 3 (Lagoa Seca, PB) e no ambiente 1 no estado do Piauí (Teresina).

O componente de produção número de vagem por área foi o que mais contribuiu para o incremento do rendimento de grãos em relação à densidade de plantio, com valores máximos médios de 144 mil plantas ha⁻¹ e 92 vagens m². O coeficiente de correlação de Pearson do rendimento de grãos com o número de grãos por área foi de 0,99.

Tabela 9. Análise de variância do comprimento de vagem (CV), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por hectare (RGHA), massa de cem grãos (MCG), número de vagens por planta (NVP), número de vagens por área (NVA) e índice de grãos (IG) do feijão-caupi, BRS Pajeú, em quatro municípios dos estados do Piauí (Teresina), Maranhão (Magalhães de Almeida) e Paraíba (Lagoa Seca e Aroeira). Safra 2014/2015.

Quadrado médio									
FV	GL	CV	NGV	RGHA	MCG	NVP	NVA	IG	
Ensaio	3	89,0382**	2,4261**	3814921,62**	30,3248**	0,1947**	3,1930**	0,03770**	
BL	12	0,7737**	0,0368**	70334,02**	1,5469**	0,1375**	1,6390**	0,002574**	
DP	5	8,0459**	0,006115**	1112176,11**	2,6979**	6,2895**	42,8252**	0,001374**	
Ens*DP	15	1,1573**	0,01733**	44681,10**	1,2536**	0,2394**	1,4667**	0,001930**	
CV%		2,81	2,16	6,09	2,49	6,96	2,96	3,52	
Média		19,29	14,06	1188	20,20	6,20	67,73	0,75	

** (P < 0,01) e * (P < 0,05), respectivamente, significativos ao nível de 1% e 5% pelo teste F.

SP: sistema de plantio; BL Blocos; DP: densidade de plantio.

Tabela 10. Informações agrônômicas do feijão-caupi, BRS Pajeú, em diferentes densidades de plantio em ambientes do Nordeste brasileiro. Safra 2014/2015.

DP	Teresina, PI				Magalhães de Almeida, MA				Lagoa Seca, PB				Aroeira, PB								
	CV	NGV	MCG	NVP	IG	CV	NGV	MCG	NVP	IG	CV	NGV	MCG	NVP	IG	CV	NGV	MCG	NVP	IG	
20	23,0	17,1	22,5	12,9	0,81	19,6	15,6	20,2	14,9	0,73	20,7	13,8	21,7	9,6	0,72	17,2	10,3	19,5	9,6	0,72	
60	21,9	16,7	21,3	7,8	0,78	20,0	14,8	20,1	7,9	0,80	19,9	14,5	20,6	8,6	0,71	16,9	10,9	18,2	8,6	0,72	
100	21,9	16,3	21,5	5,9	0,79	19,6	15,3	19,9	5,9	0,79	20,5	14,0	21,2	7,6	0,69	16,6	11,4	18,9	7,6	0,72	
120	21,1	16,3	20,4	3,2	0,79	19,0	15,1	20,3	5,8	0,82	20,8	14,0	21,2	6,6	0,69	16,9	11,8	19,1	6,6	0,72	
160	19,8	15,9	20,3	3,9	0,78	18,5	15,3	20,3	3,6	0,75	19,0	14,5	21,4	5,5	0,71	16,0	10,9	17,8	5,5	0,72	
220	19,4	15,6	19,8	2,7	0,78	18,3	15,1	20,0	2,2	0,73	20,0	14,5	20,7	3,0	0,70	16,3	10,4	18,7	6,0	0,72	
Média	21,2	16,3	20,9	5,6	0,78	19,2	15,2	20,2	6,2	0,77	20,1	14,2	21,2	6,6	0,70	16,7	11,0	18,7	6,4	0,72	
CV	2,8	1,1	2,0	13,1	2,7	1,90	1,98	3,0	4,7	5,9	3,3	1,48	1,9	2,8	2,2	3,1	3,8	3,1	2,8	1,2	
F	**	**	**	**	ns	*	ns	ns	**	*	*	ns	*	**	ns	*	ns	**	**	**	ns

** (P < 0,01) e * (P < 0,05), respectivamente, significativos ao nível de 1% e 5% pelo teste F.

DP: densidade de plantio.

Tabela 11. Equações de resposta de feijão-caupi, BRS Pajeú, em municípios dos estados do Piauí, Maranhão e Paraíba em função da densidade de plantio. Safra 2014/2015

Caráter (Y)	Equação	X máximo	Y máximo	R ²
Teresina, PI				
RGHA	$544,13 + 19,763^* X - 0,0694^{**} X^2$	142	1952	0,99**
NVA	$-10,851 + 0,8255^{**} X - 0,0026^* X^2$	159	81	0,97**
NVP	$11,672 - 0,0467^{**} X$	-	-	0,83*
Magalhães de Almeida, MA				
RGHA	$311,52 + 11,807^{**} X - 0,0442^{**} X^2$	134	1100	0,72*
NVA	$4,253 + 0,9773^{**} X - 0,0035^* X^2$	140	83	0,86**
NVP	$11,25 - 0,0425^{**} X$	-	-	0,94**
Lagoa Seca, PB				
RGHA	$847,22 + 11,708 X^{**} - 0,0411^* X^2$	142	1681	0,91**
NVA	$-14,371 + 1,6971^* X - 0,0057^{**} X^2$	118	107	0,94**
NVP	$10,52 - 0,03089^* X$	-	-	0,96**
Aroeira, PB				
RGHA	$299,02 + 10,571^{**} X - 0,0398^{**} X^2$	133	1001	0,82*
NVA	$2,6134 + 1,1709^{**} X - 0,0037^* X^2$	158	95	0,99**
NVP	$11,19 - 0,0366^{**} X$	-	-	0,98**

** = (P<0,01); * = (P<0,05) pelo teste t.

RGHA: rendimento de grãos; NVA: número de vagens por m²; NVP: número de vagens por planta; r = 0,99 (P<0,01) correlação entre rendimento de grãos e número de vagens por área.

Considerações

Dependendo do porte da planta e do ambiente a que está submetida, a variedade de feijão-caupi responde, de maneira diferente, à densidade de plantio, ao rendimento de grãos e a alguns componentes de produção, como exemplo, ao número de vagens por planta e ao número de vagens por área.

No geral, a resposta da densidade de plantio é quadrática para o rendimento de grãos e para o componente número de vagens por área e linear decrescente para o número de vagens por planta.

Há um efeito significativo da interação variedade versus ambiente, o que indica o comportamento diferenciando da variedade frente ao ambiente. A variedade de feijão-caupi de porte ereto (BRS Itaim) de ciclo determinado expressou seu rendimento de grãos (média de cinco ambientes: três localizados no Nordeste e dois no Centro-Oeste), de 1.540 kg ha⁻¹, com uma densidade média de plantio de 204,4 mil plantas ha⁻¹, destacando-se os municípios de Teresina, PI, Nova Ubiratã e Sorriso, MT, com rendimentos de grãos superiores a 2.000 kg ha⁻¹ e uma densidade de plantio média de 212 mil plantas ha⁻¹.

Em três ambientes do Nordeste brasileiro (Magalhães de Almeida, MA, Lagoa Seca e Arroeira, PB) e dois ambientes do Centro-Oeste brasileiro (Nova Ubiratã e Sorriso, MT) a variedade de feijão-caupi, BRS Tumucumaque, de porte semiereto e ciclo indeterminado produziu em média 2.060 kg ha⁻¹, com uma densidade média de plantio de 188,6 mil plantas ha⁻¹. Os municípios de Magalhães de Almeida, MA, Nova Ubiratã e Sorriso, MT, sobressaíram-se com rendimentos de grãos superiores a 2.100 kg ha⁻¹ e densidade média de plantios de 183 mil plantas ha⁻¹.

Nos municípios de Teresina, PI, Magalhães de Almeida, MA, Lagoa Seca e Arroeira, PB, regiões do Nordeste brasileiro, a variedade de feijão-caupi BRS Pajeú de porte semiprostrado e ciclo indeterminado produziu em média 1.434 kg ha⁻¹, com densidade de plantio de 137,8 mil plantas ha⁻¹, com destaque para os municípios de Teresina, PI e Lagoa Seca, PB, com rendimentos de grãos superiores a 1.500 kg ha⁻¹ e densidade de plantio de 142 mil plantas ha⁻¹.

Independentemente do porte da variedade de feijão-caupi, o componente de rendimento mais correlacionado com o rendimento de grãos foi o número de vagens por área.

Referências

- ALVAREZ V., V. H.; ALVAREZ, G. A. M. Apresentação de equações de regressão e suas interpretações. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 28-35, set./dez. 2013.
- BEZERRA, A. A. de C.; ALCÂNTARA NETO, F. de; NEVES, A. C. das; MAGGIONI, K. Comportamento morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 3, p. 184-189, jul./set. 2012.
- BRS Itaim: cultivar de feijão-caupi com grãos tipo fradinho. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 1 folder.
- BRS Pajeu: cultivar de feijão-caupi com grão mulato-claro. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 1 folder.
- BRS Tumucumaque: cultivar de feijão-caupi com ampla adaptação e rica em ferro e zinco. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 1 folder.
- CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; MELO, F. de B. Agronomic performance of 'BRS' Itaim cowpea beans at different planting densities under no-tillage and conventional system. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 5, Esp., p. 856-861, 2017.
- CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q.; BASTOS, E. A. **Densidades de plantas de feijão-caupi de porte semiprostrado sob irrigação**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015. 21 p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 110).
- CONAGIN, A.; JORGE, J. de P. N. Delineamento (1/5) (5 x 5 x 5) em blocos. **Bragantia**, v. 41, n. 1, p. 155-168, set. 1982. Trabalho apresentado na Reunião Científica Anual da Região Brasileira da Sociedade de Biometria, São Paulo, março de 1981.
- COX, W. J.; CHERNEY, J. H. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 1, p. 123-128, 2011.
- EL NAIM, A. M.; JABERELDAR, A. A. Effect of plant density and cultivar on growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n. 8, p. 3148-3153, Aug. 2010.
- MAKOI, J. H. J. R.; CHIMPHANGO, S. B. M.; DAKORA, F. D. Effect of legume plant density and mixed culture on symbiotic N₂ fixation in five cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] genotypes in South Africa. **Symbiosis**, v. 48, n. 1-3, p. 57-67, Feb. 2009.
- MELO, F. de B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; PESSOA, B. L. de O. **Levantamento, zoneamento e mapeamento pedológico detalhado da área experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina, PI**. Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2014. 47 p. (Embrapa Meio Norte. Documentos, 231).

MENDES, R. M. de S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N. de; PITOMBEIRA, J. B. Alterações na relação fonte-dreno em feijão-de-corda submetido a diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 1, p. 82-90, jan./abr. 2005.

OROKA, F. O.; OMOREGIE, A. U. Competition in a rice-cowpea intercrop as affected by nitrogen fertilizer and plant population. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 6, p. 621-629, Nov./Dec. 2007.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: ESALQ, 2009. 451 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 15).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® 14.1 user's guide**. Cary, 2015. Disponível em: <<http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/68162/PDF/default/statug.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. 2.ed.rev.ampl. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 582 p..

Embrapa

Meio-Norte

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 14470