

Teresina, PI / Agosto, 2024

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Rendimento de grãos da linhagem de feijão-caupi MNC06-895E-1 sob diferentes densidades de plantas no consórcio com o milho

Milton José Cardoso, Francisco de Brito Melo e Valdenir Queiroz Ribeiro

Pesquisadores, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Resumo – A identificação do arranjo adequado de plantas de feijão-caupi para ser explorado em consórcio com milho é importante para a sustentabilidade do sistema de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento agrônomo do consórcio de uma linhagem elite de feijão-caupi MNC06-895E-1 com o milho em diferentes densidades de plantas. Um experimento com feijão-caupi linhagem MNC06-895E-1 consorciado ao milho BRS 2022 foi conduzido no município de Teresina, PI, no período de março a junho de 2022, em solo Argissolo Amarelo. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos constaram de quatro densidades de plantas de feijão-caupi (5,00; 6,20; 8,33; e 11,36 plantas por metro quadrado) consorciado com 6,66 plantas por metro quadrado de milho. O arranjo espacial de plantas foi o intercalar de uma fileira de feijão-caupi para uma fileira de milho. A linhagem MNC06-895E-1 de feijão-caupi responde de maneira quadrática ao rendimento de grãos com o aumento de sua densidade de plantas com um máximo de 995 kg ha⁻¹ (8,73 plantas por metro quadrado). O rendimento de grãos de milho diminui com o incremento do número de plantas por área do feijão-caupi, não sendo afetadas as características altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo e peso de cem grãos. A eficiência de uso da terra tem resposta quadrática, mostrando um máximo de 1,47 com 7,97 plantas de feijão-caupi linhagem MNC06-895E-1 consorciado com 6,66 plantas de milho.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, cultivar, feijão-fradinho,

Grain yield of the cowpea line MNC06-895E-1 under different plant densities in intercropping with corn

Abstract – Identifying the appropriate arrangement of cowpea plants to be exploited in intercropping with corn is important for the sustainability of the production system. The objective of this work was to evaluate the agronomic behavior of the intercropping of an elite line of cowpea MNC06-895E-1 with corn at different plant densities. An experiment with cowpea lineage MNC06-895E-1 intercropped with BRS 2022 corn was conducted in the municipality of Teresina, PI, from March to June 2022, in Yellow Argisol soil. The statistical design used was in randomized blocks with five repetitions. The

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650,
Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
64008-480, Teresina, PI
www.embrapa.br/meio-norte
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Braz Henrique Nunes Rodrigues
Secretária-executiva
Edna Maria Sousa Lima
Membros
Lígia Maria Rolim Bandeira,
Orlane da Silva Maia, Maria
Eugênia Ribeiro, Kaesel Jackson
Damasceno Silva, Ana Lúcia
Horta Barreto, José Oscar
Lustosa de Oliveira Júnior,
Marcos Emanuel da Costa
Veloso, Flávio Favaro Blanco,
Francisco de Brito Melo, Izabella
Cabral Hassum, Tânia Maria Leal,
Francisco das Chagas Monteiro e
José Alves da Silva Câmara.

Edição executiva

Lígia Maria Rolim Bandeira
Revisão de texto
Francisco de Assis David da Silva
Normalização bibliográfica
Orlane da Silva Maia (CRB-3/915)
Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio
Diagramação
Jorimá Marques Ferreira
Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

treatments consisted of four densities of cowpea plants (5.00; 6.20; 8.33 and 11.36 plants m⁻²) intercropped with 6.66 plants m⁻² of corn. The spatial arrangement of plants was the interspersing of a row of cowpeas to a row of corn. The MNC06-895E-1 cowpea line responds quadratically to grain yield with an increase in plant density with a maximum of 995 kg ha⁻¹ (8.73 plants m⁻²). The yield of corn grains decreases with the increase in the number of plants per cowpea area, with the characteristics of plant height, ear height, stalk diameter and weight of one hundred grains not being affected. Land use efficiency has a quadratic response showing a maximum of 1.47 with 7.97 cowpea plants lineage MNC-06-895E-1 intercropped with 6.66 plants m⁻² of corn.

Index terms: *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, cultivar, black-eyed cowpea.

Introdução

A consorciação de culturas consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies numa mesma área agrícola (Santos et al., 2014). Essa prática é adotada em sistemas agrícolas familiares por apresentar maior eficiência do solo e permitir utilizar sistema de plantio de diversas culturas. O consórcio de milho e feijão tem sido relatado no Brasil e reconhecido como uma prática agrícola na agricultura familiar. As instituições governamentais, de modo geral, vêm apoiando tal prática, seja por meio da pesquisa, seja por meio da extensão rural. Segundo Liebman (2012), o emprego de leguminosas em consórcios traz benefícios por fixar nitrogênio atmosférico.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é também utilizado como opção de cultura no consórcio com o milho (*Zea mays*), pois o índice de equivalência de área mostra-se satisfatório. Trabalhos enfatizam que, com base na proporção na eficiência de uso da terra, os sistemas de cultivo consorciado costumam ser mais vantajosos do que os sistemas de monocultivo no uso dos recursos para produção (Ghanbari et al., 2010; Masvaya et al., 2017). Para que essa prática tenha sucesso, é necessário bom planejamento, devendo-se levar em conta os fatores como o solo, o clima, as culturas e as variedades, entre outros. Essa prática de manejo cultural é comum no Nordeste brasileiro e visa melhorar a eficiência de uso dos fatores de produção por meio da intensificação do uso da terra. Além disso, reduz a erosão do solo, reduz a incidência de insetos, de nematoides, de fungos, aumenta a estabilidade na produção e o retorno econômico (Pinto; Pinto, 2012; Silva et al., 2020).

Altos rendimentos com baixos custos de produção têm sido uma das metas da pesquisa agropecuária (Bezerra et al., 2009). O plantio de leguminosas em consórcio com outras culturas é procedimento comum no Brasil e realizado principalmente por agricultores familiares. Em razão da grande importância que o consórcio representa, é fundamental estabelecer sistemas de produção milho-feijão mais adaptados para as diversas regiões, principalmente considerando as novas cultivares desenvolvidas pelo melhoramento genético, com características modernas de porte e mais produtivas (Costa; Silva, 2008).

Segundo Santos et al. (2010), as cultivares diferem quanto à sua habilidade em responder às mudanças ambientais, e o feijoeiro é preferido no consórcio com o milho por ter ciclo vegetativo curto. Apresenta reduzida competição com as culturas consorciadas, além de representar um alimento básico da população do Nordeste brasileiro (Távora et al., 2007). Estudo mais recente apontou diferenças entre cultivares de feijão-caupi, sendo possível identificar cultivares que apresentam bom desempenho produtivo e boa estabilidade para rendimento de grãos (Alves et al., 2017). Silva et al. (2020), em Marabá, PA, ao trabalharem com duas cultivares de feijão-caupi (Corujinha e Sempre Verde) consorciadas com duas cultivares de milho (AG 1051 e AL Bandeirante), observaram melhor eficiência de uso da terra quando associado ao milho AL Bandeirante.

Essa pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho agrônomico do consórcio de uma linhagem elite de feijão-caupi MNC06-895E-1 com o milho em diferentes densidades de plantas. A identificação da densidade de plantas da linhagem elite de feijão-caupi deste Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento contribui para o atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2, Meta 2.4) - Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável, cujas metas serão atingidas com segurança e sustentabilidade.

Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no período de março a junho de 2022, na área experimental da Embrapa Meio-Norte, situada no município de Teresina, Piauí, (05°02'09,9"S; 42°47'544"W) e 69,0 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Amarelo Distrófico, textura média (Melo et al., 2014).

Os tratamentos consistiram do consórcio de milho (BRS 2022) e quatro densidades de plantio (5,00;

6,20; 8,33; e 11,36 plantas por metro quadrado) do feijão-caupi linhagem elite MNC06-895E-1. A densidade do milho foi de 6,66 plantas por metro quadrado. As parcelas experimentais foram arranjadas no sistema intercalar de uma fileira de feijão-caupi para uma fileira de milho espaçadas de 0,50 m. Foram utilizadas, por parcela, seis fileiras de milho de 5,0 m de comprimento distanciadas de 1,0 m, 0,15 m entre covas de milho na fileira e uma fileira de feijão-caupi entre duas fileiras de milho espaçadas de 0,50 m das fileiras de milho, com as densidades de plantas ajustadas na fileira. O delineamento experimental foi blocos casualizados e cinco repetições.

O plantio do milho e do feijão-caupi ocorreu no mesmo dia, durante o mês de março de 2022. Para as duas culturas, a adubação de plantio por hectare constou de 20 kg de N (fonte: sulfato de amônio), 50 kg de P_2O_5 (fonte: superfosfato triplo) e 60 kg de K_2O (fonte: cloreto de potássio). Foi feita uma adubação de cobertura no milho por ocasião da sexta folha completamente emergida com 60 kg ha^{-1} de N (fonte: sulfato de amônio).

A colheita do feijão-caupi ocorreu aos 90 dias após o plantio e foram determinadas as seguintes características: altura de plantas, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, número de vagem por planta, número de vagem por área, peso de cem grãos e rendimento de grãos a 13% de umidade.

O milho foi colhido aos 140 dias após a emergência de plântulas e foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos: alturas de planta e de espiga, diâmetro de colmo, peso de cem grãos e rendimento de grãos a 13% de umidade.

Determinou-se o uso eficiente da terra (UET), estimado por meio da expressão apresentada por Trenbath (1976) e Willey (1979).

$$UET = \sum_{i=1}^m \frac{Y_i}{Y_{ii}}$$

Em que Y_i = rendimento da cultura em consórcio, em $kg\ ha^{-1}$; e Y_{ii} = rendimentos da cultura solteira, em $kg\ ha^{-1}$.

Quanto aos dados de rendimentos das culturas solteiras, considerou-se a média de uma área semeada ao lado dos experimentos (milho = 7.920 $kg\ ha^{-1}$ e feijão-caupi = 1.350 $kg\ ha^{-1}$ na densidade de 7,72 plantas por metro quadrado).

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 o 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 (2003), em que, 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 apresentação da significância do R^2 . Todas as análises foram executadas com uso do pacote ExpDes versão 3.5.1, na linguagem do R® (Ferreira et al., 2014).

Resultados e discussão

Houve efeitos significativos de densidades de plantio relativos aos caracteres número de vagem por planta, número de vagem por área, rendimento de grãos e eficiência de uso da terra (Tabela 1). Não foram detectadas significâncias nos caracteres comprimento de vagem, número de grãos por vagem e peso de cem grãos.

O número de vagem por planta respondeu de maneira linear decrescente, enquanto o número de vagem por área apresentou resposta quadrática com o aumento da densidade de plantio (Tabela 2; Figura 1). O decréscimo linear no número de vagem por planta mostra que, para cada aumento de uma planta por metro quadrado de feijão-caupi, houve uma diminuição de 0,4339 vagem por planta, enquanto o número de vagem por área atingiu um máximo de 86,1 vagens por metro quadrado, com 9,12 plantas por metro quadrado. Comportamento semelhante nesses caracteres, com o aumento do número de plantas por área, também foi observado por El Naim e Jabereldar (2010) e Alves et al. (2017). A interferência intraespecífica, bem como a plasticidade fenotípica, talvez tenha contribuído para esses cenários em virtude, provavelmente, da redução na formação de flores, o que deve ter-se agravado com os deficits hídricos ocorridos durante as fases de floração e de formação de vagens (Ghanbari et al., 2010; Silva Júnior et al., 2015). Resultados semelhantes foram observados por Bezerra et al. (2009), El Naim e Jabereldar (2010), Adeniyani et al. (2011), El Naim et al. (2012) e Ewansiha et al. (2014, 2015).

O acréscimo do número de plantas por área de feijão-caupi respondeu quadraticamente no rendimento de grãos (Tabela 2; Figura 2), cujo máximo foi de 995 $kg\ ha^{-1}$ com a densidade de 8,73 plantas por metro quadrado. Efeitos quadráticos foram relatados em pesquisas com feijão-caupi feitas por El Naim e Jabereldar (2010), Masvaya et al. (2017) e Silva et al. (2020).

Tabela 1. Análise de variância do comprimento de vagem (CV), do número de grãos por vagem (NGV), do número de vagem por planta (NVP) do número de vagem por área (NVA), do rendimento de grãos por hectare (RGFCHA), do peso de cem grãos (PCG) e da eficiência de uso da terra (EUT) da linhagem MNC06-895E-1 de feijão-caupi consorciada com milho, em quatro densidades de plantas. Teresina, PI, 2022.

FV	GL	CV	NGV	NVP	NVA	RGFCHA	PCG	EUT
DEN	3	0,9480 ^{ns}	1,5008 ^{ns}	7,4807 ^{**}	344,51 ^{**}	103.057 ^{**}	4,6000 ^{ns}	0,0423 ^{**}
BL	4	0,5058 ^{ns}	0,3983 ^{ns}	0,3642 ^{ns}	65,13 [*]	6.694 ^{ns}	1,8750 ^{ns}	0,01060 [*]
RES	12	0,3984	0,3325	0,1203	12,56	2.490	2,1417	0,00255
CV(%)		4,22	8,69	6,39	4,61	6,05	8,36	3,68

FV = fonte de variação, GL = grau de liberdade.

**($p < 0,01$); *($p < 0,05$); ns($p > 0,05$) pelo teste F.

Tabela 2. Dados médios do comprimento de vagem (CV), do número de grãos por vagem (NGV), do número de vagem por planta (NVP), do número de vagem por área (NVA), do rendimento de grãos por hectare (RGFCHA), do peso de cem grãos (PCG) e da eficiência de uso da terra (EUT) da linhagem MNC06-895E-1 de feijão-caupi consorciada com milho. Teresina, PI, 2022.

DP	CV	NGV	NVP	NVA	RGFCHA	PCG	EUT
5,00	14,8 a	6,7 a	6,6	65,4	672	18,8 a	1,34
6,20	15,4 a	6,8 a	6,2	76,6	791	17,0 a	1,38
8,33	15,1 a	6,9 a	5,1	84,9	1.018	17,6 a	1,49
11,36	15,2 a	7,1 a	3,9	80,2	817	16,6 a	1,27
Média	15,13	6,88	5,45	76,78	825	17,5	1,37

DP = densidade de plantas de feijão-caupi por metro quadrado.

Numa mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra são iguais pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

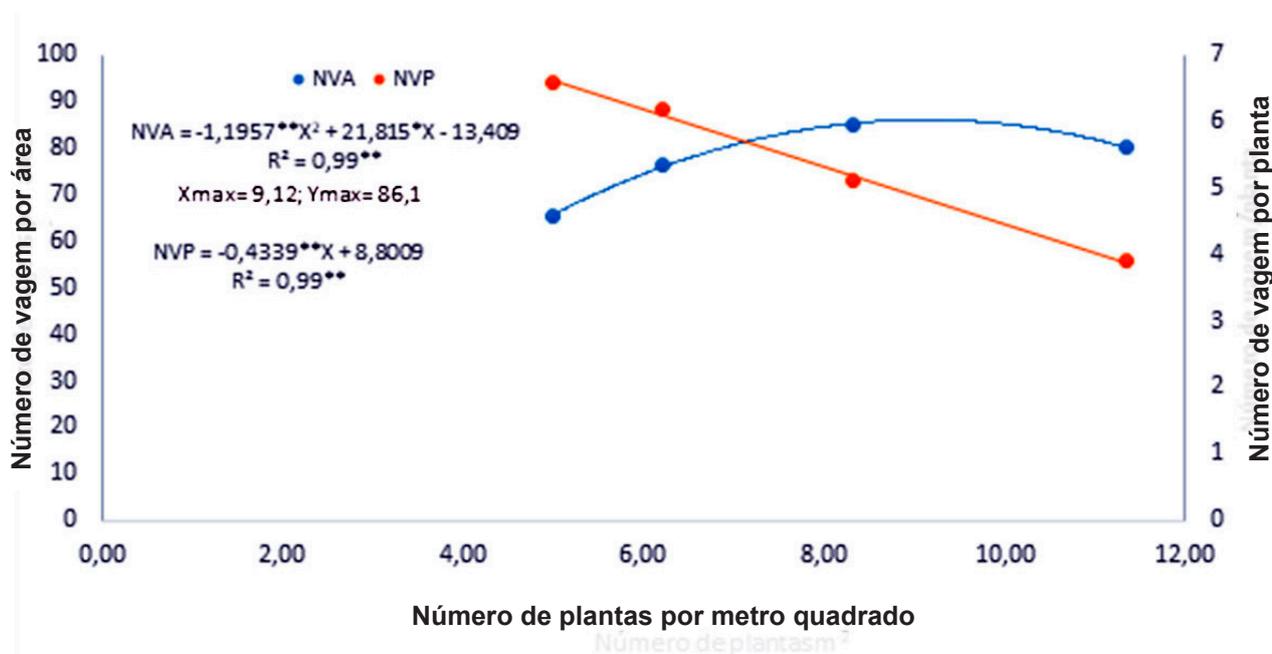


Figura 1. Equações de resposta do número de vagem por área (NVA) e do número de vagem por planta (NVP) da linhagem MNC06-895E-1 de feijão-caupi consorciada com milho. Teresina, PI, 2022.

**($p < 0,01$); *($p < 0,05$) pelo teste *t*.

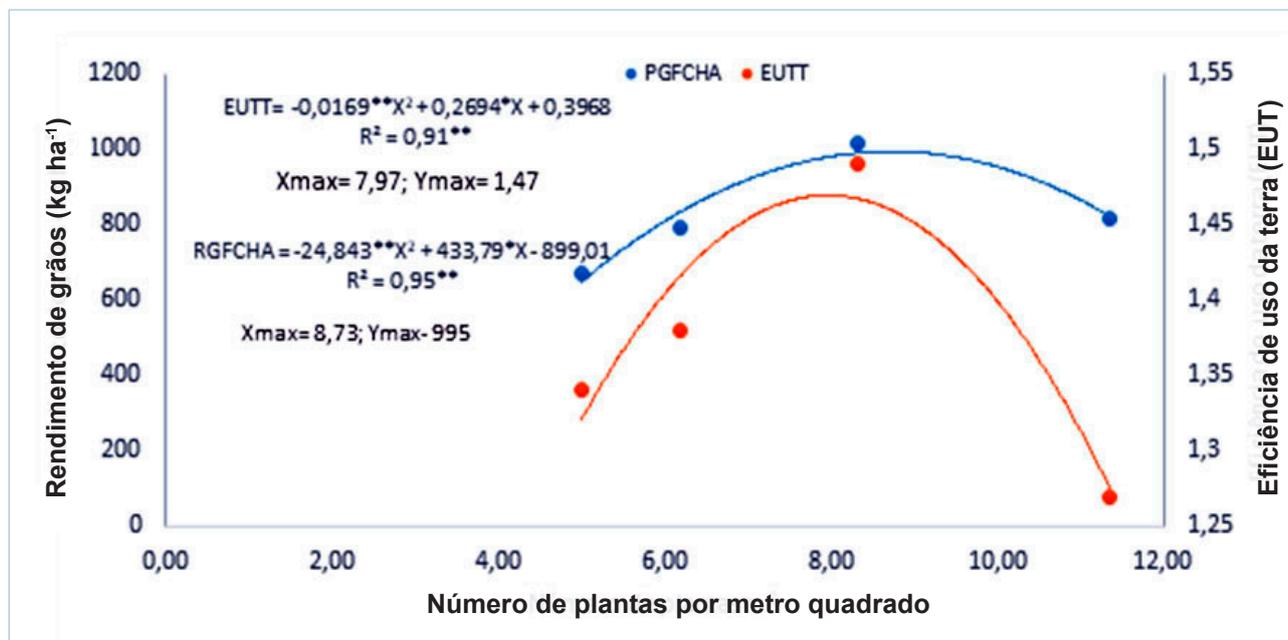


Figura 2. Equações de resposta do rendimento de grãos (RGFCHA) e da eficiência de uso da terra (EUT) da linhagem MNC06-895E-1 de feijão-caupi consorciada com milho. Teresina, PI, 2022.

**($p < 0,01$); *($p < 0,05$) pelo teste *t*.

Houve efeito quadrático de eficiência de uso da terra em relação às densidades de plantas da linhagem de feijão-caupi, cujo máximo foi de 1,47 no arranjo de 7,97 plantas por metro quadrado (Tabela 2). Os índices nas densidades de 5,00; 6,20; 8,33 e 11,35 plantas por metro quadrado foram de 1,34; 1,38; 1,49; e 1,27, respectivamente (Tabela 2). Os índices indicam que o cultivo consorciado por unidade de área foram 34, 38, 49 e 27% mais eficientes, ficando evidenciados que, para todos os arranjos de plantas de feijão-caupi avaliados, o consórcio com o milho apresentou mais eficiência quanto ao uso da terra que os sistemas de monocultivo (Santiago et al., 2014).

Com o aumento da população de plantas de feijão-caupi, houve redução ($p < 0,05$) do rendimento de grãos de milho (Tabela 3). Os componentes de rendimento altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo e peso de cem grãos não foram afetados com o acréscimo do número de plantas de feijão-caupi.

Relativamente, o maior rendimento de grãos (6.698 kg ha^{-1}) de milho foi observado quando associado a 5,00 plantas por metro quadrado de feijão-caupi, com redução de 20,8% quando consorciado a 11,36 plantas metro quadrado (Tabela 4). Provavelmente, essa redução esteja relacionada ao efeito da maior interferência interespecífica (Magalhães; Durães, 2006). Plantas de milho com diâmetro de colmo mais fino, associadas às mais altas densidades de feijão-caupi, podem ficar expostas ao acamamento e ao quebramento, além de afetar a produção e a transmissão de assimilados para as espigas, o que prejudica sua formação e, conseqüentemente, o rendimento de grãos (Bergamaschi; Matzenauer, 2014).

Tabela 3. Análise de variância da altura de planta (AP); da altura de espiga (AE); do diâmetro de colmo (DC); do peso de cem grãos (PCG); do rendimento de grãos por hectare (RGMHA) do milho em consórcio com a linhagem MNC06-895E-1 de feijão-caupi. Teresina, PI, 2022.

FV	GL	AP	AE	DC	PCG	RGMHA
DEN	3	338,33 ^{ns}	71,68 ^{ns}	8,5262 ^{ns}	0,4500 ^{ns}	1.788.020 ^{**}
BL	4	500,00 ^{ns}	220,00 ^{ns}	12,914 ^{ns}	0,3000 ^{ns}	902.441 ^{**}
RES	12	230,00	113,33	4,50	0,5333	67.232
CV(%)		8,31	10,49	11,72	3,04	4,29

FV = fonte de variação, GL = grau de liberdade.

**($P < 0,01$); ns ($P > 0,05$) pelo teste F.

Tabela 4. Dados médios da altura de planta (AP); da altura de espiga (AE); do diâmetro de colmo (DC); do peso de cem grãos (PCG); e do rendimento de grãos por hectare (RGMHA) do milho em consórcio com a linhagem MNC06-895E-1 de feijão-caupi. Teresina, PI, 2022.

DP	AP	AE	DC	PCG	RGMHA
5,00	172 a	96 a	19,4 a	23,8 a	6.698 a
6,20	188 a	104 a	19,0 a	23,8 a	6.297 ab
8,33	180 a	102 a	16,7 a	24,4 a	5.868 bc
11,36	190 a	104 a	17,3 a	24,2 a	5.302 c
Média	183,5	101,5	18,1	24,1	6.041

DP = densidade de plantas de feijão-caupi por metro quadrado.

Numa mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra são iguais pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Conclusões

1. A linhagem MNC06-895E-1 de feijão-caupi consorciada com milho responde de maneira quadrática ao rendimento de grãos, atingindo um valor máximo de 995 kg ha⁻¹ com 8,73 plantas por metro quadrado.
2. Os componentes de produção número de vagem por planta (NVP) e número de vagem por área (NVA) são os mais afetados com o aumento da sua densidade de plantas, da linhagem MNC06-895E-1 de feijão-caupi, com efeitos linear decrescente no NVP e quadrático no NVA.
3. O acréscimo da densidade de plantas de feijão-caupi linhagem MNC06-895E-1 interfere no rendimento de grãos de milho, mas não afeta as características altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo e peso de cem grãos.
4. A eficiência de uso da terra mostra que o consórcio do feijão-caupi linhagem MNC06-895E-1 com o milho BRS 2022 é mais eficiente em relação aos respectivos monocultivos, cujo efeito quadrático com valor máximo de 1,47 foi obtido com o arranjo de 7,97 plantas por metro quadrado de feijão-caupi e 6,66 plantas por metro quadrado de milho.

Referências

ADENIYAN, O. N.; AYOOLA, O. T.; OGUNLETI, D. O. Evaluation of cowpea cultivars under maize and maize-cassava based intercropping systems. **African Journal of Plant Science**, v. 5, n. 10, p. 570-574, 2011.

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. 28-32, 2003.

ALVES, A. C. L.; SILVA, T. I. da; SILVA, J. de S.; CÂMARA, F. T. da; SANTOS, W. T. dos. Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) solteiro e consorciado com milho (*Zea mays*) na região do Cariri cearense. **Revista Cultivando o Saber**, v. 10, n. 3, p. 17-26, 2017.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p.

BEZERRA, A. A. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1239-1245, out. 2009.

CONAGIN, A.; JORGE, J. P. N. de. Delineamento (1/5)(5x5x5) em blocos. **Bragantia**, v. 41, n. 16, p. 155-168, 1982.

COSTA, A. S. V. da; SILVA, M. B. da. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 663-667, abr. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200050>.

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, 2010.

EL NAIM, A. M.; JABERELDAR, A. A.; AHMED, S. E.; ISMAEIL, F. M.; IBRAHIM, E. A. Determination of suitable variety and plants per stand of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In the sandy soil, Sudan. **Advances in Life Sciences**, v. 2, n. 1, p. 1-5, 2012.

EWANSIHA, S. U.; KAMARA, A. Y.; CHIEZEY, U. F.; ONYIBE, J. E. Performance of cowpea grown as an intercrop with maize of different populations. **African**

Crop Science Journal, v. 23, n. 2, p. 113-122, 2015.

EWANSIHA, S. U.; KAMARA, A. Y.; ONYIBE, J. E. Performance of cowpea cultivars when grown as an intercrop with maize of contrasting maturities.

Archives of Agronomy and Soil Science, v. 60, n. 5, p. 597-608, 2014.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, v. 5, n. 19, p. 2952-2958, 2014.

GHANBARI, A.; DAHMARDEH, M.; SIAHSAR, B. A.; RAMROUDI, M. Effect of maize (*Zea mays* L.) - cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping on light distribution, soil temperature and soil moisture in arid environment. **Journal of Food Agriculture & Environment**, v. 8, n. 1, p. 102-108, 2010.

LIEBMAN, M. Sistemas de policultivos. In: ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. rev. ampl. São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012. p. 221-240.

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

MASVAYA, E. N.; NYAMANGARA, J.; DESCHEENAERKER, K.; GILLER, K. E. Is maize-cowpea intercropping a viable option for smallholder farms in the risky environments of semiarid southern Africa? **Field Crops Research**, v. 209, p. 73-87, Aug. 2017.

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).

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

PINTO, V de M.; PINTO, O. R. de O. Avaliação da eficiência biológica e habilidade competitiva nos sistemas de consorciação de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 105-122, 2012.

SANTIAGO, F. dos S.; BLACKBURN, R. M.; DIAS, I. C. G. M.; JALFIM, F. T.; PINHEIRO, M. R. de A. Índices de eficiência do uso da terra em consórcios agroecológicos no Semiárido Nordeste. In: CONGRESSO SOBRE USO E MANEJO DO SOLO, 6., 2014, Recife. **O uso**

da agricultura de precisão para a sustentabilidade e qualidade ambiental: resumos. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014. p. 175-177. UMS 2014.

SANTOS, M. A.; LOPES, M. F.; BATISTA, P. S. C.; BERTO, A. L. F.; SILVA, M. G. M. Desempenho agrônomo do feijão de corda consorciado com milho "BRS Caatingueiro" em diferentes populações e arranjos de plantas no semiárido mineiro. In: FORUM ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO, GESTÃO, 8., 2014, Montes Claros. **Universidade**: saberes e práticas inovadoras: trabalhos científicos, apresentações artísticas e culturais, debates, minicursos e palestras. Montes Claros: UNIMONTES, 2014. FEPEG. Disponível em: http://www.fepeg2014.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo_pdf_anais/resumo_fepeg_-_feijao_e_milho-pronto.pdf. Acesso em: 22 mar. 2024.

SANTOS, N. C. B. dos; ARF, O.; KOMURO, L. K. Consórcio de feijoeiro e milho-verde na entressafra. I. Comportamento das cultivares de feijão. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 6, p. 865-872, nov./dez. 2010.

SILVA, M. A. L. da; SILVA, P. S. L. e; OLIVEIRA, V. R. de; SOUSA, R. P. de; SILVA, J. da. Intercropping maize and cowpea cultivars: II. Dry grain yield. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 4, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200066>.

SILVA JÚNIOR, J. F.; LOPES, M. C.; CARDOSO, S. S. Características biométricas em cultivares de feijão-caupi. **Holos Environment**, v. 15, n. 1, p. 75-81, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14295/holos.v15i1.9077>.

TÁVORA, F. J. A. F.; SILVA, C. S. A.; BLEICHER, E. Sistemas de consórcio do milho, sorgo e feijão-caupi em séries de substituição. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 311-317, 2007.

TRENBATH, B. R. Plant interactions in mixed crop communities. In: PAPENDICK, R. I.; SANCHEZ, P. A.; TRIPLETT, G. B. (ed.). **Multiple cropping**. Madison: American Society of Agronomy, 1976. p. 129- 169. (ASA Special Publications, v. 27). DOI: <https://doi.org/10.2134/asaspecpub27.c8>.

WILLEY, R. W. Intercropping - its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, v. 32, n. 1, p. 1-10, Jan. 1979.

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