



Revista Caatinga

ISSN: 0100-316X

caatinga@ufersa.edu.br

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Brasil

DE CARVALHO BEZERRA, ANTÔNIO AÉCIO; CABRAL DAS NEVES, ADÃO; DE ALCÂNTARA NETO, FRANCISCO; VALDENOR DA SILVA JÚNIOR, JOSÉ  
MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE FEIJÃO - CAUPI, CULTIVAR BRS NOVAERA, EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS

Revista Caatinga, vol. 27, núm. 4, octubre-diciembre, 2014, pp. 135-141

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Mossoró, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237132753017>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

## MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI, CULTIVAR BRS NOVAERA, EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS<sup>1</sup>

ANTÔNIO AÉCIO DE CARVALHO BEZERRA<sup>2\*</sup>, ADÃO CABRAL DAS NEVES<sup>3</sup> FRANCISCO DE ALCÂNTARA NETO<sup>4</sup>, JOSÉ VALDENOR DA SILVA JÚNIOR<sup>5</sup>

**RESUMO** – Objetivou-se neste estudo avaliar características morfofisiológicas e produtivas, em uma variedade moderna de feijão-caupi, cv BRS Novaera, submetida a diferentes densidades de plantas. O experimento foi conduzido no município de Alvorada do Gurguéia – PI, sob irrigação por aspersão no ano agrícola de 2009/2010. Foram avaliadas cinco densidades de plantas (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas ha<sup>-1</sup>) no delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições. O aumento da população de 100 mil para 500 mil plantas ha<sup>-1</sup> provocou reduções de 78,18% no número de ramos laterais, 66,53% no número de vagens por planta, 59,53% no rendimento de grãos e, em média, de 65,76% e 72,65% para a biomassa e área foliar da planta, respectivamente. O comprimento de vagem e o peso de cem grãos não foram influenciados significativamente pelas diferentes populações de plantas. As diferentes densidades de plantas promoveram mudanças significativas na morfofisiologia, nos componentes de produção e no rendimento de grãos da cultivar.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*. População de plantas. Taxa de crescimento. Rendimento de grãos.

## MORPHOPHYSIOLOGY AND YIELD OF COWPEA, CV BRS NOVAERA, DEPENDING ON PLANT DENSITY

**ABSTRACT** – The objective of this study was to evaluate morphophysiological and productive characteristics from a modern variety of cowpea, cv BRS Novaera, under different plant densities. The experiment was conducted out at city of Alvorada do Gurguéia-PI, under irrigation system in the agricultural year 2009/2010. We evaluated five plant populations (100; 200; 300; 400 and 500 thousand plants per hectare) in a randomized complete block design with four replications, using BRS Novaera. The increase in population from 100 thousand to 500 thousand plants ha<sup>-1</sup> led to reductions of 78.18% in the number of branches, 66.53% in the number of pods per plant, 59.53% in grain yield and, on average, of 65.76% and 72.65% for biomass and plantlet area, respectively. The pod length and weight of one hundred seeds was not significantly influenced by different plant populations. The different plant densities promoted significant changes in morphological and physiological characteristics, yield components and grain yield.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*. Plant population. Growth rate. Grain yield.

\*Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 18/05/2013; aceito em 09/07/2014.

<sup>2</sup>Professor Dr. em Fitotecnia, Departamento de Planejamento e Política Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, UFPI, Campus Ministro Petrônio Portela. 64.049-550, Bairro Ininga, Teresina-PI, [aecio@ufpi.edu.br](mailto:aecio@ufpi.edu.br).

<sup>3</sup>Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Produção vegetal, Centro de Ciências Agrárias, UFPI, Campus Ministro Petrônio Portela. 64.049-550, Bairro Ininga, Teresina-PI, [acnconsult@hotmail.com](mailto:acnconsult@hotmail.com).

<sup>4</sup>Professor Dr. em Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, UFPI, Campus Ministro Petrônio Portela. 64.049-550, Bairro Ininga, Teresina-PI, [fneto@ufpi.edu.br](mailto:fneto@ufpi.edu.br).

<sup>5</sup>MSc em Solos e nutrição de plantas. Agrônomo da Universidade Federal do Piauí, Campus Profº Cinobelina Elvas, Bom Jesus, PI, [valdenor.jr@ufpi.edu.br](mailto:valdenor.jr@ufpi.edu.br).

## INTRODUÇÃO

A cultura do feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] tende a desempenhar um papel cada vez mais importante no contexto da segurança alimentar dos povos das regiões tropicais e subtropicais com alta instabilidade pluviométrica e baixo nível tecnológico.

Devido ao seu potencial nutricional, com alto teor proteico, energético, de fibras alimentares e de minerais (FROTA et al., 2008), bem como, pela facilidade de produção e de acessibilidade, o feijão-caupi constitui-se em uma das principais culturas alimentares, especialmente para as populações carentes das regiões Norte e Nordeste do Brasil, historicamente caracterizadas pela deficiência energético-proteica e de minerais. Porém, nestas regiões, a cultura apresenta baixos rendimentos de grão com médias de 432 e 524 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (IBGE, 2009).

Segundo Henderson et al. (2000), para qualquer cultura, o conhecimento do arranjo de plantas mais adequado é essencial para a maximização econômica da produção. No feijão-caupi, segundo Bezerra et al. (2008; 2009), o adensamento de plantas provoca reduções no número de ramos laterais, número de vagens por planta e na produção de grãos por planta, porém, não influencia significativamente o peso de cem grãos.

O número de ramos laterais e suas características, tais como comprimento e ângulo de inserção, influenciam diretamente a arquitetura da planta e o rendimento de grãos e, conforme, Mendes et al. (2005) e Bezerra et al. (2008; 2009), diminuem significativamente com o aumento da população de plantas.

O desenvolvimento de cultivares com alto potencial de rendimento de grãos e arquitetura de plantas adequada aos cultivos adensados e à colheita mecanizada visam atender às exigências dos sistemas tecnificados e tem viabilizado o cultivo do feijão-caupi em grandes áreas, como cultura principal ou de safrinha, especialmente nos cerrados piauienses, onde se observa aumentos significativos da área plantada. Aumentos no rendimento de grãos em resposta a maior população de plantas são reportados por Naim e Jabereldar (2010); Njoku e Muoneke (2008).

O manejo da densidade de plantas tem entre outros objetivos, aumentar a eficiência do dossel na interceptação da radiação incidente em relação ao tempo e unidade de área. Oroka e Omoregie (2007) enfatizam que aumentos na densidade populacional 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 população foi aumentada de 41.666 para 166.666 plantas ha<sup>-1</sup>.

A expressão do potencial produtivo do feijão-

caupi depende da combinação favorável de um conjunto de fatores, destacando-se dentre eles, a densidade populacional, a qual influencia diretamente as características morfológicas, fisiológicas e de rendimento de grãos, bem como, o aproveitamento dos recursos tecnológicos, ambientais e de manejo.

Assim, tanto nos sistemas tecnificados, quanto nos tradicionais, há a necessidade de informações sobre as alterações imputadas na fisiologia e nos componentes de produção das variedades modernas de feijão-caupi, quando submetidas a diferentes densidades de plantio. Makoi et al. (2009) sugerem que a otimização da densidade de plantas em feijão-caupi poderia aumentar a fixação de N<sub>2</sub> por área, contribuindo significativamente, segundo Belane e Dakora (2010), para uma economia de N<sub>2</sub> nos solos e aumentos de produtividade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar características morfofisiológicas e produtivas, em uma variedade moderna de feijão-caupi, cv BRS Novaera, submetida a diferentes densidades de plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado no ano agrícola de 2009/2010 na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Alvorada do Gurguéia – PI, localizada a 8°22'30"S, 43°50'48"W e 232 metros de altitude, sob irrigação por aspersão. O solo do tipo Latossolo Amarelo apresentou composição granulométrica média de 63 g kg<sup>-1</sup> de areia grossa, 229 g kg<sup>-1</sup> de areia fina, 116 g kg<sup>-1</sup> de argila e 22 g kg<sup>-1</sup> de silte, e os seguintes atributos químicos na camada de 0-20 cm de profundidade: pH 6,2 em CaCl<sub>2</sub>; MO, 17,4 g kg<sup>-1</sup>; P, 10,4 mg dm<sup>-3</sup>(resina); K, 17,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca, 18,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg, 15,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na, 13 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al, 0,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al, 23 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC 59,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e saturação por bases de 62,3%. A área experimental foi preparada com uma aração e duas gradagens e irrigada, nos dois dias que antecederam o plantio, com uma lâmina d'água de 40 mm. Com base no resultado da análise de solo, optou-se por não fazer a adubação química da área experimental.

Foram avaliadas cinco populações de plantas (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas ha<sup>-1</sup>) no delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições, utilizando-se a cultivar BRS Novaera, que segundo Freire Filho et al. (2008), apresenta porte semi-ereto, ciclo médio de 65 a 70 dias, recomendada em populações de 200 a 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>, para cultivos empresariais e familiares. As parcelas experimentais, com área total de 7,2 m<sup>2</sup> (4 m x 1,8 m), foram constituídas por quatro fileiras de quatro metros de comprimento, espaçadas de 0,45m, com uma área útil de 2,7 m<sup>2</sup>.

A semeadura foi realizada manualmente em 04 de setembro de 2010, sendo distribuídas duas sementes por cova com objetivo de assegurar o es-

tande inicial pré-estabelecido. O desbaste foi realizando quinze dias após a semeadura, deixando-se apenas uma planta por cova. Durante o ciclo, foram realizadas quatro capinas manuais.

No controle fitossanitário foram efetuadas pulverizações à base de thiamethoxan na concentração de 3,75 g L<sup>-1</sup>, i.e. para o controle de cigarrinha verde (*Empoasca kraemerii* Ross e Moore), pulgões (*Apis cracivora* Koch) e Moscas Branca (*Bemisia tabaci* Genn).

Foram avaliados os seguintes caracteres: número de ramos laterais (NRL); número de vagens por planta (NVP); comprimento de vagens (CPV), em cm; peso de cem grãos (PCG), em g; rendimento de grãos (REND), correspondendo à produção total de grãos na área útil da parcela, transformada para kg ha<sup>-1</sup>; a área foliar da planta (AFP), em cm<sup>2</sup>, e a matéria seca da planta (MSP), em g, foram medidos aos 20 e 35 dias após a semeadura (DAS) e taxa de crescimento da cultura (TCC), em g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>.

O NRL e o NVP representam a média de cinco plantas por parcela. O CPV corresponde a media de dez vagens, escolhidas ao acaso em cada parcela. O PCG foi obtido considerando-se a média de três amostras de cem grãos, por parcelas, com aproximadamente 13% de umidade.

A área foliar da planta, em cm<sup>2</sup>, corresponde á media de três plantas individuais por parcela, e foi determinada com o medidor eletrônico de área LI-COR (Lincoln, NE, USA) modelo 3100, considerando-se apenas uma face do limbo foliar.

A taxa de crescimento da cultura foi obtida através da equação:

$$\text{TCC} = \frac{\text{MS}_2 - \text{MS}_1}{S} \cdot \frac{1}{t_2 - t_1}, \text{ onde:}$$

MS<sub>1</sub> e MS<sub>2</sub> – matéria seca média da parte aérea de três plantas por parcela aos 20 e 35 DAS, respectivamente;

S – área do terreno ocupada pela planta; e  
t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> - tempo em dias que correspondem a 20 e 35 DAS, respectivamente;

Os dados foram analisados por meio da análise de variância (teste F a 5% de probabilidade) com regressão polinomial para identificação do modelo mais explicativo. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software ASSISTAT 7.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de regressão revelou para o NRL efeitos quadráticos (p<0,05) da população de plantas e R<sup>2</sup>=0,997. Verificaram-se decréscimos de 92,10% e 78,20% no número de ramos laterais, respectivamente, para as populações de 500 mil e 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> quando comparadas com a de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>, sendo que 69,54% da redução total ocorreu quando a população foi aumentada de 100 mil para 300 mil

plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 1). Estes resultados demonstram que o NRL é muito influenciado pela população de plantas, e que as reduções verificadas em resposta ao adensamento são consequências do aumento da competição intra-planta imposta nas maiores densidades. Reduções no NRL em resposta à maior densidade de plantas foram obtidas por Brathwaite (1982), Mendes et al. (2005), Bezerra et al. (2009).

Esta relação inversa implica também em uma menor área foliar por planta, o que afeta conforme Said et al. (2007) a produção e a partição da biomassa, bem como, a produção de grãos por planta e por área.

O NVP é um dos principais componentes de produção do feijão-caupi e apresentou decréscimos lineares em função da população de plantas (p<0,05) com R<sup>2</sup>=0,944 e redução de 66,48% quando comparadas às populações de 100 mil e 500 mil plantas ha<sup>-1</sup>, as quais apresentaram em média 14,62 e 4,90 vagens por planta, respectivamente. Houve reduções de 40,72% no NVP quando a população foi aumentada de 100 mil para 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, o que representa 61,22% da redução total, e de 43,51%, quando comparadas às populações de 300 e 500 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 1). A redução no NVP está diretamente relacionada à redução verificada no NRL, indicando que a grande maioria das vagens é produzida nos ramos laterais.

Reduções no NVP em resposta ao aumento da população de plantas por hectares foram obtidas também por Cardoso e Ribeiro (2006), Bezerra et al. (2009), Lemma et al. (2009), Naim e Jabereldar (2010).

O comprimento de vagem não foi afetado significativamente pelas populações de plantas e apresentou média de 14,99 cm, concordando com as características da cultivar BRS Novaera apresentadas por Freire Filho et al. (2008).

O PCG com média de 24,4 g, não foi influenciado significativamente pelas diferentes populações de plantas, mostrando que, mesmo com o incremento da competição entre e intra-planta suscitada nas maiores densidades, a quantidade de matéria seca translocada e armazenada nos grãos não foi alterada, possibilitando assim, a manutenção do peso específico, e consequentemente, a qualidade fisiológica dos grãos. Este resultado concorda com os obtidos por Njoku e Muoneke (2008), Santos et al. (2008), Bezerra et al. (2009), Lemma et al. (2009).

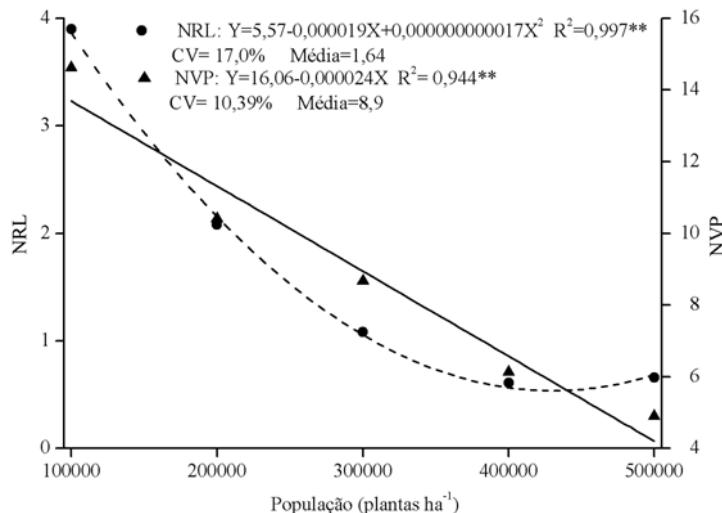
O rendimento de grãos apresentou resposta linear negativa (p<0,01) em função da população de plantas com R<sup>2</sup>=0,983. Verificou-se uma redução de 60,05% no rendimento de grãos quando comparadas às populações de 100 mil e 500 mil plantas ha<sup>-1</sup>, as quais apresentaram médias de 1.274,91 e 509,35 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 2).

Os decréscimos verificados no rendimento de grãos em função do aumento da população de plantas foram de 30,75% quando comparadas as populações de 100 e 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, que representaram

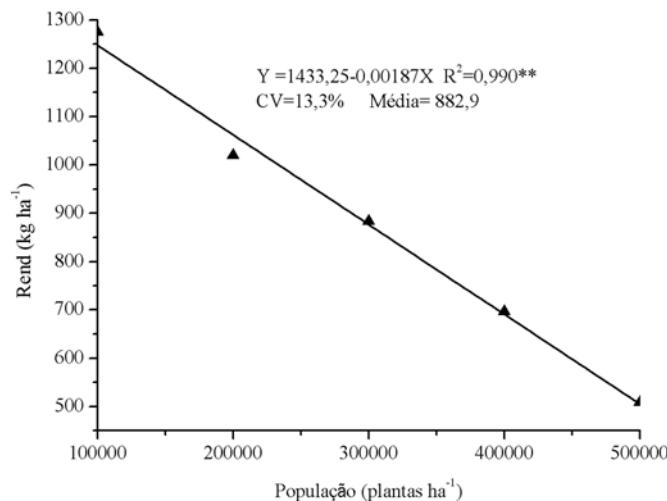
48,79% da redução total, e de 42,31% quando comparadas as populações de 300 e 500 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , representando 29,54% da redução total.

A média de rendimento de grãos quando consideradas as populações de 100 e 200 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  foi de 1.147,70 kg  $\text{ha}^{-1}$ , e quando consideradas as populações de 400 e 500 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , foi de 602,70 kg  $\text{ha}^{-1}$ . Estas duas médias representam um acréscimo de 5,9% e um decréscimo de 44,4%, respectivamente, em relação à média geral de 1.083,8 kg  $\text{ha}^{-1}$

obtida por Freire Filho et al. (2008) para cultivar BRS Novaera em 41 ensaios realizados em oito estados no período de 2004 a 2006 com populações de 200 a 250 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ . Obadoni et al. (2009) observaram reduções na produção de grãos de quatro variedades de feijão-caupi em resposta a aumentos na densidade de plantas. Reduções no rendimento de grãos em função do adensamento são reportadas por Morgado (2006).



**Figura 1.** Número de ramos laterais (NRL) e número de vagens por planta (NVP) em feijão-caupi, cv BRS Novaera, em função da população de plantas por hectare. Alvorada do Gurguéia, PI. 2009/2010. \*\* Significativo ( $p < 0,01$ ).



**Figura 2.** Rendimento de grãos (Rend) em feijão-caupi, cv BRS Novaera, em função da população de plantas por hectare. Alvorada do Gurguéia, PI. 2009/2010. \*\* Significativo ( $p < 0,01$ ).

As reduções verificadas para o NRL e NVP justificam os resultados obtidos para o rendimento de grãos e indicam que a BRS Novaera é influenciada negativamente pelo aumento da competição entre e intraespecífica suscitada nas maiores populações..

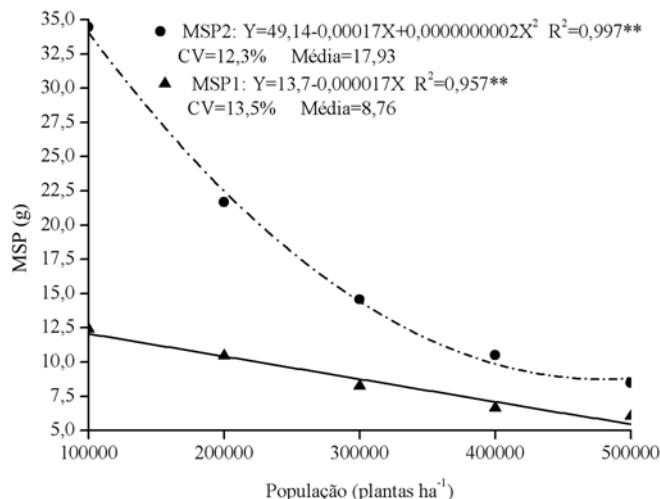
Quando comparadas as populações de 100 e 500 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  as produções de fitomassa por

plantas sofreram reduções de 51,37%, aos 20 DAS, e de 75,38%, aos 35 DAS. (Figura 3). O efeito negativo mais drástico do adensamento sobre a MSP no final da fase vegetativa (35 DAS) é justificado pela ocorrência, nesta fase, de um maior sombreamento das partes mediana e inferior do dossel, o que reduz

a porcentagem de radiação efetiva interceptada e a eficiência do processo fotossintético.

Na média das duas leituras, aos 20 e 35 DAS, a matéria seca das plantas nas populações de 100 e 400 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  foram superiores em 222,87% e 18,59% respectivamente, quando comparadas com a população de 500 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ . Demonstrando

que os níveis mais elevados de adensamento limitam de sobremaneira a capacidade da cultivar em produzir e armazenar matéria seca. Resultados de Qasem e Biftu (2010) relatam diminuição da matéria seca da planta em resposta a aumentos na densidade de plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

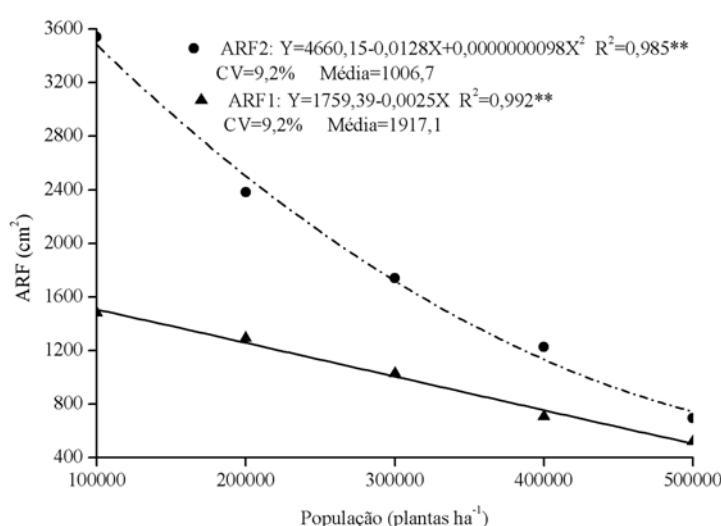


**Figura 3.** Matéria seca da planta aos 20 (MSP1) e 35 DAS (MSP2) em feijão-caupi, cv BRS Novaera, em função da população de plantas por hectare. Alvorada do Gurguéia, PI, 2009/2010. \*\* Significativo ( $p<0,01$ ).

Na população de 100 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , a matéria seca da planta aumentou em 177,38% passando de 12,42 g, aos 20 DAS, para 34,45 g, aos 35 DAS, enquanto que na população de 500 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , o acréscimo na matéria seca da planta, considerado o mesmo intervalo de 15 dias, foi de apenas 40,39%.

A área foliar da planta, aos 20 e 35 DAS (Figura 4), sofreu reduções de 64,88% e 80,34%

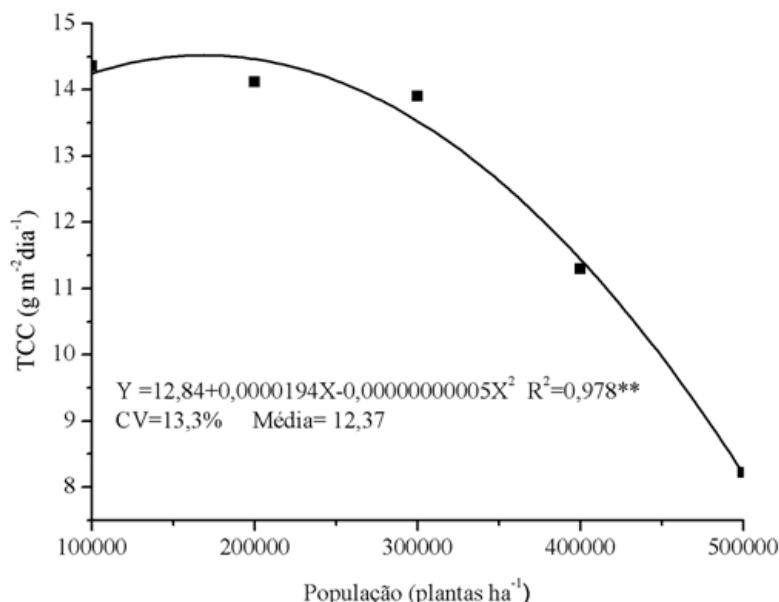
respectivamente, quando comparadas as populações de 100 e 500 mil planta  $\text{ha}^{-1}$ . A redução na AFP esta diretamente relacionada com a redução de 82,9% no NRL quando comparadas as populações de 100 e 500 mil planta  $\text{ha}^{-1}$ . Reduções no rendimento de grãos em resposta a diminuição da área foliar em feijão-caupi são reportados Said et al. (2007).



**Figura 4.** Área foliar da planta aos 20 DAS(ARF1) e 35 DAS (ARF2) em feijão-caupi, cv BRS Novaera, em função da população de plantas por hectare. Alvorada do Gurguéia, PI, 2009/2010. \*\* Significativo ( $p<0,01$ ).

Os resultados para MSP e AFP, demonstram que o adensamento eleva bastante o nível de competição entre e intraplanta pelos fatores de produção, especialmente luz e têm reflexos negativos diretos na capacidade fotossintética da planta, na produção e acúmulo de biomassa, e na produtividade de grãos. A capacidade de produzir matéria seca de uma cultura em condições hídricas e nutricionais satisfatórias dependerá, em último caso, do grau de exploração da radiação solar, e segundo Taiz e Zeiger (2009), apenas 5% da radiação solar incidente é convertida em carboidratos pela folha.

A taxa de crescimento da cultura (TCC) diminuiu em resposta ao aumento da densidade de plantas, porém, com intensidade diferente conforme o intervalo populacional considerado. Quando comparadas as populações de 100 e 300 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  a redução foi de 3,0%, enquanto que, em relação às populações de 300 e 500 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  a redução foi de 40,9%. Estes resultados demonstram que o nível de competição entre e intraplanta estabelecidos em função do aumento das populações de plantas, provocam reduções mais intensas na TCC da BRS Novaera a partir de 300 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ .



**Figura 5.** Taxa de crescimento da cultura, em  $\text{g m}^{-2}$  dia $^{-1}$ , em feijão-caupi, cv BRS Novaera, em função da população de plantas por hectare. Alvorada do Gurguéia, PI, 2009/2010. \*\* Significativo ( $p < 0,01$ ).

Os resultados obtidos para TCC podem ser justificados pelas reduções verificadas na área foliar e matéria seca (Figuras 3 e 4), haja vista que estas variáveis estão diretamente relacionadas ao crescimento das plantas.

## CONCLUSÕES

Alterações na população de plantas por hectare promovem mudanças significativas na morfologia e nos componentes de produção da cultivar BRS Novaera

O peso de cem grãos e o comprimento de vagem não são afetados pelas diferentes densidades de plantas.

O aumento da população de plantas reduz a produção de grãos por planta e o rendimento de grão da cultivar.

A taxa de crescimento da cultivar é reduzida com maior intensidade a partir da população de 300 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

## AGRADECIMENTO

À Embrapa Meio-Norte pela área experimental e pelo apoio concedido para realização do experimento.

## REFERÊNCIAS

- BELANE, A. K.; DAKORA, F. D. Symbiotic N<sub>2</sub> fixation in 30 field-grown cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes in the Upper West Region of Ghana measured using <sup>15</sup>N natural abundance. **Biol Fertil Soils**, Hannover, v. 46, n. 2, p. 191-198, 2010.
- BEZERRA, A. A. de C. et al. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 85-93, 2008.

- BEZERRA, A. A. de C. et al. Características de dos-sel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1239-1245, 2009.
- BRATHWAITE, R. A. I. Bodie bean responses to changes in plant density. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 4, p. 593-596, 1982.
- CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Desempenho agronômico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamento entre fileiras e densidades de plantas sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 102-105, 2006.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. **BRS Novaera**: cultivar de feijão-caupi de porte semi-ereto. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 4 p. (Comunicado Técnico, 215).
- FROTA, K. M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÉAS, J. A. G. Composição química do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS Milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 407-476, 2008.
- HENDERSON, T. L.; JOHNSON, B. L.; SCHNEITER, A. A. Row spacing, plant population, and cultivar effects on grain amaranth in the northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 2, p. 329-336, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 777 p.
- LEMMA, G.; WORKU, W.; WOLDEMICHAEAL, A. Moisture and planting density interactions affect productivity in cowpea (*Vigna unguiculata*). **Journal of Agronomy**, v. 8, n. 4, p. 117-123, 2009.
- MAKOI, J. H. J. R.; CHIMPANGO, S. B. M.; DAKOTA, F. D. Effect of legume plant density and mixed culture on symbiotic N<sub>2</sub> fixation in five cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] genotypes in South Africa. **Symbiosis**, Balaban, v. 48, n. 1-3, p. 57-67, 2009.
- MENDES, R. M. de S. et al. Alterações na relação fonte-dreno em feijão-de-corda submetido a diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 82-90, 2005.
- MORGADO, L. B. Estudo sobre densidade de plantio de sorgo e feijão-caupi consorciados no semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 357-363, 2006.
- 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**, Amman, v. 4, n. 8, p. 3148-3153, 2010.
- NJOKU, D. N.; MUONEKE, C. O. Effect of cowpea planting density on growth, yield and productivity of component crops in cowpea/cassava intercropping system. **Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension**, Nigéria, v. 7, n. 2, p. 106-113, 2008.
- OBADONI, B. O.; MENSAH, J. K.; IKEM, O. Varietal response of four cowpea cultivars (*Vigna unguiculata* L. Walp) to different densities of guinea-grass (*Panicum maximum*). **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 8, n. 20, p. 5275-5279, 2009.
- OROKA, F. O.; OMEREGIE, A. U. Competition in a rice - cowpea intercrop as affected by nitrogen fertilizer and plant population. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 6, p. 621-629, 2007.
- QASEM, J. R.; BIFTU, K. N. Growth analysis and responses of cowpea [*Vigna Sinensis* (L.) Savi Ex Hassk.] and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.), grown in pure and mixed stands, to density and water stresses. **The Open Horticulture Journal**, New Delhi, v. 3, p. 21-30, 2010.
- SAID, M. et al. Leaf harvesting initiation time and frequency affect biomass partitioning and yield of cowpea. **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 3, p. 1159-1166, 2007.
- SANTOS, C. A. F. et al. Comportamento agronômico e qualidade culinária de feijão-caupi no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 404-408, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820 p.