

Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de doses de molibdênio e da população de plantas

Production and quality of cowpea seeds as a function of molybdenum doses and plant population

Renan Thiago C. Nunes^{1*}, Ubiratan O. Souza², Aderson C. Araujo Neto¹, Otoniel M. Morais³, Josué Júnior N. L. Fogaça¹, Jerffson L. Santos¹, Adriana D. Cardoso¹ e Alcebíades R. São José³

¹Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querer, Km 4, 45083-900, Vitória da Conquista, BA, Brasil

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Bom Jesus da Lapa, BR 349, Km 14, 47600-000, Bom Jesus da Lapa, Bahia, Brasil

³Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querer, Km 4, 45083-900, Vitória da Conquista, BA, Brasil

(*E-mail: renanthiago_tm@hotmail.com)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17028>

Recebido/received: 2017.02.10

Aceite/accepted: 2017.02.21

RESUMO

A população de plantas e a adubação com micronutrientes influenciam diretamente o comportamento do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), e dependem das condições de plantação, das características morfológicas e fisiológicas e da capacidade produtiva das cultivares, resultando, assim, na produção de sementes de alta qualidade. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos de doses de molibdênio e densidades de plantas na produção e qualidade de sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 4, envolvendo quatro doses de molibdênio aplicadas via semente (0, 40, 80 e 120 g.ha⁻¹) e quatro densidades populacionais (100, 160, 220 e 280 mil plantas.ha⁻¹). Após a colheita, determinou-se a produtividade e as sementes foram submetidas às seguintes avaliações: teor de umidade, massa de mil sementes, germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, comprimento e massa seca da parte aérea de plântulas. A aplicação de doses de molibdênio via sementes não afetou a produção e a qualidade das sementes da cultivar. Entretanto, o aumento da densidade de plantas por hectare promoveu acréscimos significativos na produtividade e na massa de mil sementes.

Palavras-chave: Adubação molibdélica, densidades populacionais, germinação, vigor.

ABSTRACT

The plant population density and fertilization with micronutrients directly influence the cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp. performance, depending on the growing conditions, the morphological and physiological characteristics, and productive capacity of the cultivars thus affecting the quality of seeds. The aim of this study is to evaluate the effects of doses of molybdenum and plant density on the yield and quality of cowpea seeds, cultivar BRS Novaera. Randomized block design with four replications was used, with the treatments being 4 x 4 factorial, involving four molybdenum rates applied to seeds (0, 40, 80 and 120 g.ha⁻¹) and four population densities (100, 160, 220 and 280 thousand plants.ha⁻¹). After harvesting, productivity was determined, and the seeds were submitted to the following evaluations: moisture content, mass of one thousand seeds, germination, seedling emergence, emergence speed index, length and dry mass of shoot. The application of molybdenum to seeds did not affect production and the quality of the seeds. However, the increase in plant population density led to significant increases in productivity and mass of a thousand seeds.

Keywords: Molybdenum fertilization, population density, germination, vigor.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma planta herbácea, autógama, de origem africana. No Brasil, é uma das leguminosas mais consumidas nas regiões Norte e Nordeste, representando importante fonte de proteína, energia, fibras e minerais, além de ser um gerador de emprego e renda (Dutra *et al.*, 2012).

A grande diversidade na utilização dessa espécie, aliada ao seu alto potencial produtivo, tem proporcionado o aumento de pesquisas, nos últimos anos, as quais têm contribuído para melhorar a sua produtividade e rendibilidade, que, em conjunto com outros fatores, têm vindo a despertar o interesse de médios e grandes produtores pela cultura (Bezerra *et al.*, 2008). Assim, a plantação do feijão-caupi tem sido viabilizada em grandes áreas das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, como cultura principal ou de safra (Bezerra *et al.*, 2012). Esses factos têm gerado uma procura por cultivares modernas que atendam às exigências de adensamento e de manejo dos sistemas tecnificados.

A expressão do potencial produtivo do feijão-caupi depende da combinação favorável de um conjunto de fatores, destacando-se a densidade populacional e a adubação com micronutrientes, as quais influenciam diretamente as características morfológicas, fisiológicas e de produção de sementes, bem como, o aproveitamento dos recursos tecnológicos, ambientais e de manejo (Bezerra *et al.*, 2014).

Apesar da alta tecnologia adotada no cultivo de feijão-caupi em algumas regiões do país, a nutrição mineral muitas vezes tem sido negligenciada, principalmente em relação aos micronutrientes (Teixeira *et al.*, 2004). O fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes à cultura pode contribuir não só para aumentar a produtividade, mas também para melhorar a qualidade fisiológica das sementes produzidas e ao desenvolvimento inicial do feijão-caupi (Teixeira *et al.*, 2005), já que a disponibilidade de nutrientes influencia a formação do embrião e dos cotilédones, com efeitos sobre o vigor das sementes (Barbieri *et al.*, 2013).

De entre os micronutrientes essenciais, o molibdénio (Mo) é um dos exigidos em menor quantidade

pelas plantas. Esse elemento é cofator de enzimas (nitrogenase e redutase do nitrato) envolvidas em reações bioquímicas importantes no metabolismo do azoto cuja deficiência afeta diretamente a nutrição da planta (Kaiser *et al.*, 2005). Neste sentido, a aplicação de molibdénio via sementes torna-se numa alternativa de baixo custo para substituir ou complementar a adubação azotada em sistemas de produção. Além da redução de custos, contribui para reduzir possíveis perdas de azoto no solo e suas consequências ambientais (Biscaro *et al.*, 2009).

Os estudos envolvendo o arranjo de plantas e a adubação molibdélica aplicados à cultura do feijão-caupi têm despertado grande interesse entre os investigadores, devido à possibilidade de aumento de produtividade, quando aliados esses dois fatores. Porém, pesquisas relacionadas com a população de plantas, adubação molibdélica e qualidade fisiológica das sementes são escassas, essencialmente, porque os trabalhos desenvolvidos, geralmente, envolvem misturas, tornando impossível a separação dos efeitos deste ou daquele micronutriente em particular, ou o estudo de suas interações, além do uso de populações de plantas inadequadas para a cultura.

Face ao exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e a qualidade de sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, em função de doses de molibdénio e da população de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido entre os meses de outubro de 2014 e março de 2015, na área experimental e no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* de Vitória da Conquista, BA, Brasil, localizada a 14°53' de Latitude Sul e 40°48' de Longitude Oeste, em altitude média de 928 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa (tropical de altitude), com pluviosidade média anual em torno de 733,9 mm, sendo o maior nível encontrado entre os meses de novembro a março (SEI, 2013).

Os dados climáticos de precipitação pluvial, humidade relativa do ar e temperaturas médias

máximas e mínimas, durante o período de realização do ensaio (01/10/2014 a 31/03/2015), estão apresentados na Figura 1.

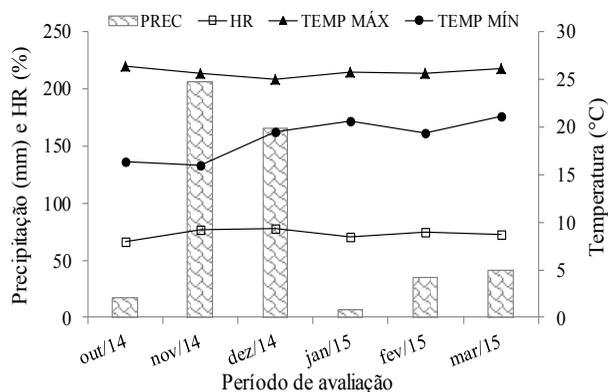


Figura 1 - Médias mensais de precipitação, umidade relativa (HR) do ar e temperaturas máxima e mínima no período de outubro/2014 a março/2015.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico típico, horizonte A moderado, textura média, relevo levemente ondulado (Santos *et al.*, 2013), cujas principais características químicas são apresentadas no Quadro 1.

O solo foi preparado de forma convencional, com arejamento e duas gradagens, antes da pré-semeadura. A abertura de sulcos foi realizada manualmente com o auxílio de enxada para homogeneizar a profundidade de 0,05 m. Com base na análise do

solo e nas recomendações técnicas para a cultura do feijão-caupi (Chagas *et al.*, 1999), utilizou-se 60 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ (superfosfato simples) e 20 kg de K_2O .ha⁻¹ (cloreto de potássio), aplicados diretamente no sulco de sementeira, e 20 kg.ha⁻¹ de N (ureia) em cobertura, vinte dias após a emergência (DAE).

A sementeira do feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, foi realizada manualmente em 29 de novembro de 2014, adotando-se o espaçamento de 0,5 m entre linhas, sendo distribuídas sementes necessárias para, após o desbaste (15 DAE), obter-se as densidades de 5, 8, 11 e 14 plantas por metro, resultando em populações de 100, 160, 220 e 280 mil plantas.ha⁻¹, respectivamente, conforme os tratamentos pré-estabelecidos. As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 5,0 m de comprimento e 2,5 m de largura, perfazendo uma área total de 12,5 m². A área útil da parcela foi representada pelas três linhas centrais, deixando-se 0,5 m em cada extremidade como bordaduras frontais, totalizando 6,0 m².

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 4, correspondendo a quatro densidades populacionais (100, 160, 220 e 280 mil plantas.ha⁻¹) e quatro doses de molibdênio aplicadas via semente (0, 40, 80 e 120 g.ha⁻¹). Utilizou-se como fonte de molibdênio, o molibdato de amônio a 54%, o qual foi dissolvido em água e aplicado diretamente sobre as sementes antes da sementeira, sendo as doses determinadas

Quadro 1 - Análise química da camada arável (0-0,20 m) para macronutrientes e micronutrientes do solo Latossolo Amarelo Distrófico típico constituinte da área experimental

Macronutrientes ^{1,2}										
pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	S.B.	CTC _{total}	V	m	M.O.
H ₂ O	mg.dm ³	-----			cmol _c dm ⁻³ de solo	-----	-----	----- % -----		g.dm ⁻³
5,4	3,0	0,28	3,2	1,3	0,1	4,8	7,8	64	2	2,62
Micronutrientes ³										
Fe ²⁺		Mn ²⁺		Zn ²⁺		Cu ²⁺		Mo ²⁺		
----- mg.md ⁻³ de solo -----										
29,37		8,03		4,12		2,62				2,62

¹Resultados fornecidos pelo Laboratório de Análise de Solos da UESB; ²Extratores: P e K - Mehlich¹; Ca, Mg e Al - KCl 1 N; H + Al - CaCl₂ 0,01 M e SMP; ³ Realizada conforme a metodologia proposta por Silva (2009).

com base na quantidade de sementes utilizadas para obtenção de cada densidade de plantas por hectare, conforme os tratamentos.

A colheita foi realizada manualmente, aos 75 dias após a germinação, quando as plantas apresentavam folhas em senescência e as vagens com coloração palha acima de 80%. Após a colheita, as vagens das plantas pertencentes à área útil das parcelas foram submetidas à secagem em estufa agrícola e, posteriormente, à debulha manual para obtenção das sementes. Para determinação da produtividade, realizou-se a pesagem da produção total de sementes da área útil da parcela, sendo os dados transformados para $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, corrigidos para 13% de humidade.

Posteriormente, amostras de sementes das parcelas colhidas foram acondicionadas em sacos de papel, previamente identificados de acordo com os tratamentos, e encaminhadas para o Laboratório de Tecnologia e Produção de Sementes para proceder à avaliação da qualidade das mesmas, realizada por meio dos seguintes testes e/ou determinações:

Teor de humidade: determinado utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes por parcela, que foram colocadas em cápsulas de alumínio, em estufa a $105\pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, com os resultados expressos em porcentagem (base húmida), conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009);

Massa de mil sementes: determinada pela contagem de oito sub-amostras de 100 sementes, provenientes da porção semente pura de cada parcela experimental, as quais foram submetidas à pesagem, sendo os resultados expressos em gramas (Brasil, 2009);

Teste de germinação: conduzido com quatro repetições de 50 sementes por parcela, semeadas em rolo de papel toalha (tipo germitest[®]), previamente humedecido com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes para manutenção da humidade do substrato e mantidos em germinador (tipo B.O.D.) regulado à temperatura constante de 25°C . As avaliações foram realizadas aos cinco e oito

dias após a sementeira (Brasil, 2009) e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais;

Emergência de plântulas: realizado em canteiros de $15,0 \times 1,5$ m contendo substrato terra/areia na proporção 1:1. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por parcela, semeadas em sulcos com 2 cm de profundidade e espaçados 10 cm entre si. O teste foi avaliado aos 10 dias após a sementeira, contabilizando-se as plântulas normais emersas, com os resultados expressos em porcentagem;

Índice de velocidade de emergência: avaliado em conjunto com o teste de emergência, mediante contagens diárias, simultaneamente, com o das plântulas emergidas. Foram consideradas emergidas as plântulas que apresentavam cotilédones acima do solo, em posição aberta, com expansão completa das duas folhas primárias. No final do teste, foi calculado o índice de velocidade de emergência, com aplicação da fórmula proposta por Maguire (1962);

Comprimento da parte aérea de plântulas: no final do teste de emergência, foram selecionadas ao acaso dez plântulas normais de cada repetição, utilizadas para avaliar o comprimento da parte aérea (do colo até a inserção dos cotilédones), com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em centímetro por plântula;

Massa seca da parte aérea de plântulas: as plântulas normais emersas de cada repetição, provenientes do teste de emergência, foram cortadas na altura do colo, postas em sacos de papel do tipo Kraft[®] e, em seguida, submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçada, a 80°C durante 24 horas (Nakagawa, 1999). Posteriormente, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, e os resultados expressos em gramas por plântula.

Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade das variâncias (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors), e, posteriormente, submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p\leq 0,05$). Para os efeitos quantitativos foi realizada análise de regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para nenhuma das características avaliadas houve interação significativa entre os fatores população de plantas e doses de molibdênio ($p > 0,05$). Para os dados de produtividade, massa de mil sementes, germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, verificou-se efeito significativo isolado apenas das populações de plantas.

A não significância ($p > 0,05$) das doses de molibdênio sobre as características analisadas pode estar relacionada com o pH do solo da área experimental (Quadro 1), pois quanto mais próximo de 7,0, maior a disponibilidade de molibdênio no solo (Gupta e Lipsett, 1981). Segundo Kaiser *et al.* (2005), para cada unidade de acréscimo do pH acima de 3,0, a solubilidade do molibdato aumenta, aproximadamente, cem vezes. Esse fator pode ter contribuído para os resultados encontrados, fazendo com que a necessidade da planta fosse suprida com a reserva do solo, não respondendo à aplicação de doses crescentes de molibdênio, uma vez que as plantas requerem pequena quantidade deste elemento.

Para Ishizuka (1982), a ausência de resposta à adição de molibdênio pode estar relacionada com níveis adequados de disponibilidade do nutriente no solo ou com concentrações de mesmo na semente, suficiente para satisfazer as necessidades das plantas. Efeito semelhante foi observado por Alves *et al.* (2002), em que não encontraram respostas com a elevação das doses de molibdênio na cultura

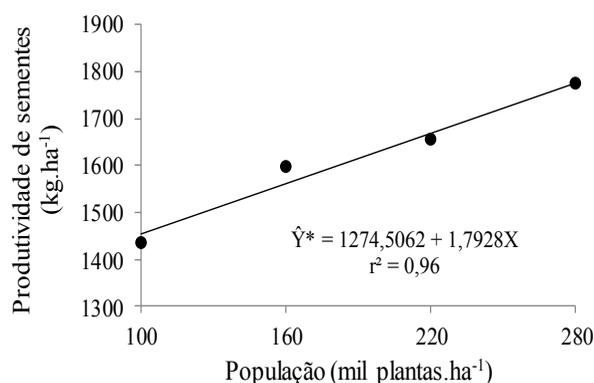


Figura 2 - Estimativa da produtividade de sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, produzidas em função da população de plantas por hectare. *Significativo ($p < 0,05$).

do feijão-caupi, e atribuíram esses resultados as reservas do nutriente contidas no solo.

A produtividade de sementes apresentou acréscimo linear em função do aumento da população de plantas por hectare (Figura 2), com o máximo rendimento verificado para a população de 280 mil plantas.ha⁻¹, apresentando uma média de 1.776,5 kg.ha⁻¹, o que representa incremento de 39,38% em relação à população de 100 mil plantas.ha⁻¹ (1.453,7 kg.ha⁻¹).

A média de rendimento de sementes quando consideradas as populações de 100 e 160 mil plantas.ha⁻¹ foi de 1.507,60 kg.ha⁻¹, e quando consideradas as populações de 220 e 280 mil plantas.ha⁻¹, foi de 1.722,70 kg.ha⁻¹. Estas médias representam acréscimos de 39,1 e 58,9%, respectivamente, em relação à média geral de 1.083,8 kg.ha⁻¹ obtida por Freire Filho *et al.* (2008) para a cultivar BRS Novaera em 41 ensaios realizados em oito estados do Brasil, no período de 2004 a 2006, com populações de 200 a 250 mil plantas.ha⁻¹.

A competição na densidade de 280.000 plantas.ha⁻¹ foi estabelecida em tempo e níveis favoráveis, o que proporcionou o aparecimento de interação, favorecendo, assim, a maior produtividade de sementes, em relação às demais populações de plantas. Esses resultados demonstram a grande capacidade da cultivar BRS Novaera em manter um alto potencial de produção de sementes, quando submetida a diferentes níveis de competição intraespecífica. Essa mesma tendência também foi observada por Bezerra *et al.* (2009) para a linhagem de feijão-caupi IT87D-611-3, em que o incremento na densidade de plantas (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas.ha⁻¹) proporcionou acréscimo na produtividade de grãos.

Por outro lado, não concordando com os resultados obtidos, Bezerra *et al.* (2014) concluíram que o aumento da população de plantas de feijão-caupi (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas.ha⁻¹), cultivar BRS Novaera, reduziu a produção de grãos por planta e o rendimento de grãos. Resultados contrários também foram encontrados por Bezerra *et al.* (2012), ao observarem decréscimos na produtividade de grãos em resposta ao aumento na densidade de plantas de feijão-caupi (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas.ha⁻¹) da cultivar BRS Guariba.

Em relação à massa de mil sementes, verificou-se um comportamento linear crescente em resposta ao aumento da população de plantas, atingindo maior resultado (271,87 g) com a população de 280.000 mil plantas.ha⁻¹, sendo 6,45% superior à massa registrada para a população de 100 mil plantas.ha⁻¹ (Figura 3).

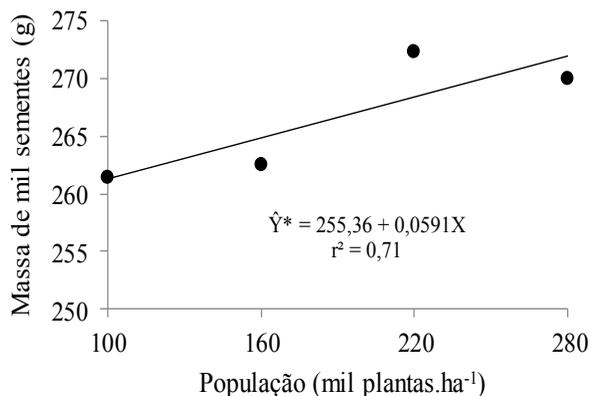


Figura 3 - Estimativa da massa de mil sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, produzidas em função da população de plantas por hectare. *Significativo ($p < 0,05$).

Neste estudo, foi observado que, à medida que se elevou a densidade de plantas por hectare, houve incremento na massa de mil sementes; entretanto, Bezerra *et al.* (2008) ressalta que populações maiores tendem a apresentar menor massa de mil sementes, devido à competição entre as plantas, favorecendo, com isso, uma menor translocação de fotoassimilados para as sementes, resultando menor acumulação de matéria seca. Provavelmente, este aumento ocorreu em virtude da eficiência de utilização da energia solar que, com o aumento da população de plantas, foi mais bem distribuída sobre as folhas, resultando em maior concentração de assimilados nas sementes.

Esta variável é de elevada importância, pois, geralmente, é utilizada para o cálculo de densidade de sementeira, e para pressupor a qualidade das sementes, estado de maturação e sanidade (Brasil, 2009). Portanto, essa elevação na massa de mil sementes em resposta ao aumento na população de plantas torna-se interessante, por ser uma característica relacionada com o vigor das sementes.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Tourino *et al.* (2002), ao verificarem que a massa de mil sementes aumentou com o acréscimo da população de plantas (10, 13, 16, 19 e 22 plantas.m⁻²) de soja, cultivar CAC-1. Entretanto, diversos autores relatam que a massa de mil sementes não é influenciada pelos diferentes arranjos de plantas de feijão-caupi (Santos *et al.*, 2008; Bezerra *et al.*, 2009; Lemma *et al.*, 2009; Bezerra *et al.*, 2014).

Para o efeito da população de plantas sobre a germinação de sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, foi definido um modelo polinomial quadrático (Figura 4). Observou-se um menor desempenho germinativo no ponto de mínima verificado para a densidade estimada equivalente a 195 mil plantas.ha⁻¹ (98%); no entanto, a partir desse ponto, a germinação foi incrementada em função do aumento na densidade de plantas, obtendo-se o máximo percentual na população de 280 mil plantas.ha⁻¹ (99,5%).

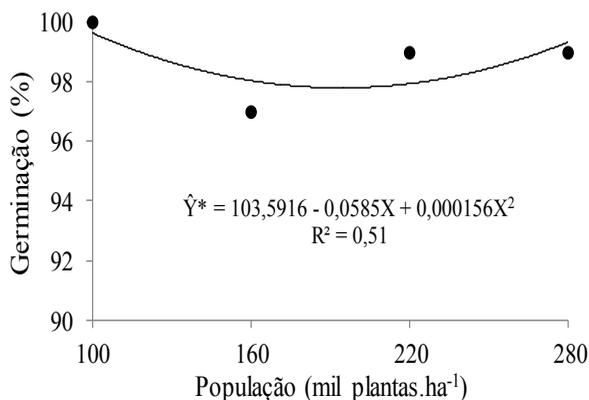


Figura 4 - Estimativa da germinação de sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, produzidas em função da população de plantas por hectare. *Significativo ($p < 0,05$).

Apesar da significância ($p < 0,05$), percebe-se que a percentagem de germinação foi pouco influenciada pelo adensamento, verificando-se elevada capacidade germinativa das sementes, independentemente das populações de plantas. Essas alterações na qualidade fisiológica podem estar relacionadas com as variações observadas na massa de mil sementes (Figura 3), pois sementes de menor tamanho ou massa de mil sementes podem

apresentar qualidade fisiológica inferior, conforme relatado por Barbieri *et al.* (2013).

As percentagens médias de germinação mantiveram-se superiores a 97%, indicando que os valores obtidos para esta característica se encontram acima do padrão mínimo exigido para comercialização de sementes de feijão-caupi, que é de 80% para semente certificada de primeira e segunda geração e de 70% para sementes básicas, de acordo com a Instrução Normativa n. 45 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2013).

Concordando com os resultados obtidos, Crusciol *et al.* (2002) verificaram que o aumento da densidade de plantas de soja (300, 400 e 500 mil plantas. ha⁻¹) proporcionou sementes com maior germinação e vigor. Efeito contrário foi observado por Barbieri *et al.* (2013), em que reduções aleatórias na população de plantas de trigo (0; 20; 40 e 60%, em relação à população de 350 plantas.m⁻²) afetaram negativamente a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

Para a emergência de plântulas (Figura 5), observou-se comportamento quadrático em resposta as diferentes populações de plantas, ocorrendo incremento nos resultados até a densidade estimada correspondente a 216 mil plantas. ha⁻¹, em que se verificou o máximo percentual de 97,4%. Entretanto, com o adensamento, verificou-se sensível decréscimo no percentual de emergência,

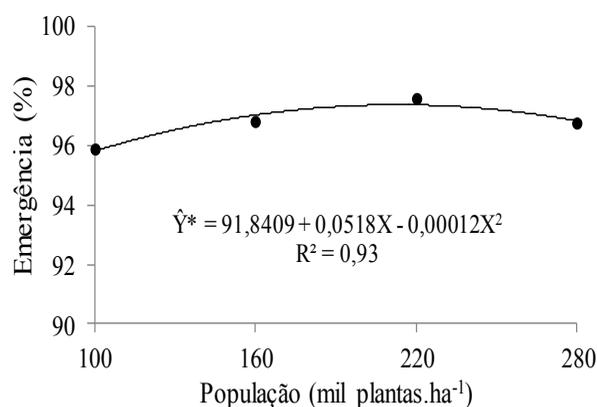


Figura 5 - Estimativa da emergência de plântulas de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, oriundas de sementes produzidas em função da população de plantas por hectare. *Significativo ($p < 0,05$).

registrando-se 96,5% na população de 280 mil plantas.ha⁻¹. Esses resultados demonstram que esta característica foi pouco influenciada pelas densidades de sementeira, sendo, provavelmente, mais influenciada pelas condições ambientais do que por densidades populacionais.

As elevadas percentagens de emergência de plântulas, com valores superiores a 90%, independentemente do arranjo populacional em campo, revelam adequadas condições climáticas e boas práticas de manejo, apresentando como resultado uma produção de sementes com alto nível de vigor.

Os trabalhos que abordam o efeito da população de plantas sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi são escassos e, de certa forma, contraditórios, uma vez que é limitado o número de produtores que produzem sementes certificadas. Contudo, em cultivares de feijão comum (Ouro Vermelho, Ouro Negro, Madrepérola e Manteigão Vermelho), Amaro *et al.* (2014) verificaram que a emergência de plântulas não foi influenciada pelas diferentes densidades populacionais (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas.ha⁻¹). Também Vazquez *et al.* (2008) concluíram que variações na população de plantas de soja (400.000, 340.000, 280.000, 220.000 e 160.000 plantas.ha⁻¹) não interferiram na qualidade fisiológica das sementes produzidas.

Na avaliação do índice de velocidade de emergência (IVE) (Figura 6), pode observar-se o efeito linear

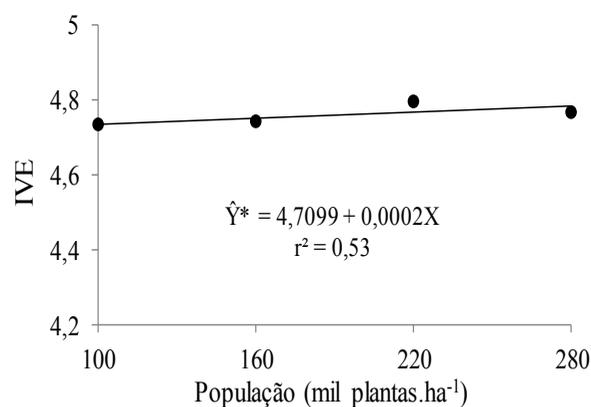


Figura 6 - Estimativa do índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, oriundas de sementes produzidas em função da população de plantas por hectare. *Significativo ($p < 0,05$).

crescente em resposta ao aumento da densidade de plantas, atingindo, assim, máxima velocidade de emergência na população de 280 mil plantas.ha⁻¹ (4,77), o que representa um incremento de 0,85% em relação à menor população de plantas.

Apesar do efeito significativo da densidade de plantas sobre o índice de velocidade de emergência ($p < 0,05$), pode concluir-se que esta característica foi pouco afetada pelo adensamento, sendo mais influenciada pelo elevado vigor das sementes produzidas.

Segundo Nakagawa (1999), plântulas com velocidade de emergência rápida e uniforme conseguem competir mais eficientemente com os recursos do meio. Sendo assim, a partir do índice de velocidade de emergência, é possível identificar diferenças entre cultivares que possuem porcentagem de germinação semelhante.

Resultados contrários foram obtidos por Amaro *et al.* (2014), ao observarem que o aumento da população de plantas (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas.ha⁻¹) de cultivares de feijão comum provocou redução no índice de velocidade de emergência de plântulas. Enquanto Rossi (2012) concluiu que as densidades populacionais (7, 12 e 17 plantas.m⁻¹) não influenciaram a qualidade fisiológica das sementes produzidas, não se verificaram diferenças na porcentagem e na velocidade

de emergência de plântulas de cultivares de soja (BRS 232, BRS 282 e BRS 243RR).

De uma maneira geral, são essenciais os conhecimentos acerca de práticas culturais adequadas para a cultura do feijão-caupi, inclusive no que diz respeito ao arranjo espacial de plantas que conduz à maximização da produtividade (Tourino *et al.*, 2002), bem como à produção de sementes de qualidade, assegurando-se maior fiabilidade nas recomendações específicas de manejo e aumentando a adoção destas práticas por parte dos produtores.

CONCLUSÕES

A adubação molibdénica via sementes não teve influência na produção e qualidade das sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera.

O incremento na população de plantas por hectare de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, promoveu acréscimos significativos na produtividade e massa de mil sementes.

Os testes de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência são eficientes para avaliação da viabilidade e vigor das sementes produzidas nas diferentes densidades de plantas de feijão-caupi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, J.M.; Guimarães, E.C.; Alves, J.S. & Jacob Neto, J. (2002) – Aplicação foliar de molibdênio em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Revista Universidade Rural*, vol. 22, n. 2, p. 193-197.
- Amaro, H.T.R.; David, A.M.S.S.; Carvalho, J.; Vieira, N.M.B.; Aspiazú, I. & Assis, M.O. (2014) – Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão em função de densidades populacionais. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 35, n. 3, p. 1241-1248. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1241>
- Barbieri, A.P.P.; Martin, T.N.; Mertz, L.M.; Nunes, U.R. & Conceição, G.M. (2013) – Redução populacional de trigo no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes. *Revista Ciência Agrônômica*, vol. 44, n. 4, p. 724-731.
- Bezerra, A.A.C.; Távora, F.J.A.F.; Freire Filho, F.R. & Ribeiro, V.Q. (2008) – Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, vol. 8, n. 5, p. 85-93.
- Bezerra, A.A.C.; Távora, F.J.A.F.; Freire Filho, F.R. & Ribeiro, V.Q. (2009) – Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 44, n. 10, p. 1239-1245. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001000005>

- Bezerra, A.A.C.; Alcântara Neto, F.; Neves, A.C. & Maggioni, K. (2012) – Comportamento morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 55, n. 3, p. 184-189.
- Bezerra, A.A.C.; Neves, A.C.; Alcântara Neto, F. & Silva Júnior, J.V. (2014) – Morfofisiologia e produção de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, em função da densidade de plantas. *Revista Caatinga*, vol. 27, n. 4, p. 135-141.
- Biscaro, G.A.; Goulart Junior, S.A.R.; Soratto, R.P.; Freitas Júnior, N.A.; Motomiya, A.V.A. & Calado Filho, G.C. (2009) – Molibdênio via semente e nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em solo de cerrado. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 33, n. 5, p. 1280-1287. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000500012>
- Brasil. (2009). *Regras para Análise de Sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília. 395 p.
- Brasil. (2013). *Instrução Normativa n. 45*, de 17 de setembro de 2013. Estabelece normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para a produção e comercialização de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, vol. 150, n. 183, p. 36-37. Seção 1.
- Chagas, J.M.; Braga, J.M.; Vieira, C.; Salgado, L.T.; Junqueira Neto, A.; Araújo, G.A.A.; Andrade, M.J.B.; Lana, R.M.Q. & Ribeiro, A.C. (1999) – Feijão. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G. & Alvarez, V.V.H. (Ed.) – *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5.ª aproximação*. Viçosa, CFSEMG/UFV, p. 306-307.
- Crusciol, C.A.C.; Lazarini, E.; Buzo, C.L. & Sá, M.E. (2002) – Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja avaliadas na semeadura de inverno. *Scientia Agricola*, vol. 59, n. 1, p. 75-96. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000100012>
- Dutra, A.S.; Bezerra, F.T.C.; Nascimento, P.R. & Lima, D.C. (2012) – Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi em função da adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 43, n. 4, p. 816-821.
- Freire Filho, F.R.; Cravo, M.S.; Vilarinho, A.A.; Cavalcante, E.S.; Fernandes, J.B.; Sagrilo, E.; Ribeiro, V.Q.; Rocha, M.M.; Souza, F.F.; Lopes, A.M.; Gonçalves, J.R.P.; Carvalho, H.W.L.; Raposo, J.A.A. & Sampaio, L.S. (2008) – *BRS Novaera: cultivar de feijão-caupi de porte semi-ereto*. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 4 p. (Comunicado Técnico, 215).
- Gupta, U.C. & Lipsett, J. (1981) – Molybdenum in soils, plants and animals. *Advance in Agronomy*, vol. 34, n. 1, p. 73-115.
- Ishizuka, J. (1982) – Characterization of molybdenum absorption and translocation in soybean plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, vol. 28, n. 1, p. 63-77. <http://dx.doi.org/10.1080/00380768.1982.10432372>
- Kaiser, B.N.; Gridley, K.T.; Brady, J.N.; Phillips, T. & Tyerman, S.D. (2005) – The role of molybdenum in agricultural plant production. *Annals of Botany*, vol. 96, n. 5, p. 745-754. <https://doi.org/10.1093/aob/mci226>
- Lemma, G.; Worku, W. & Woldemichael, A. (2009) – Moisture and planting density interactions affect productivity in cowpea (*Vigna unguiculata*). *Journal of Agronomy*, vol. 8, n. 4, p. 117-123. <http://dx.doi.org/10.3923/ja.2009.117.123>
- Maguire, J.D. (1962) – Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, vol. 2, n. 2, p. 176-177.
- Nakagawa, J. (1999) – Testes de vigor baseado em desempenho de plântulas. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D. & França Neto JB (Ed.) – *Vigor de sementes: conceitos e testes*. ABRATES, Londrina, p. 1-24.
- Rossi, R.F. (2012) – *Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônomo de soja*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 60 p.
- Santos, C.A.F.; Barros, G.A.; Santos, I.C. & Ferraz, M.G.S. (2008) – Comportamento agrônomo e qualidade culinária de feijão-caupi no Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, vol. 26, n. 3, p. 404-408. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000300023>
- Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Lumberras, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Cunha, T.J.F. & Oliveira, J.B. (2013) – *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3.ª ed. Brasília, Embrapa, 353 p.
- SEI. (2013) – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. *Estatística dos municípios baianos*. Salvador, SEI, vol. 4, n. 1, 454 p.

- Silva, F.C. (2009) – *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2.^a ed. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 627 p.
- Teixeira, I.R.; Borém, A.; Andrade, M.J.B.; Giúdice, M.P.D. & Cecon P.R. (2004) – Teores de clorofila em plantas de feijoeiros influenciadas pela adubação com manganês e zinco. *Acta Scientiarum. Agronomy*, vol. 26, n. 2, p. 147-152. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v26i2.1876>
- Teixeira, I.R.; Borém, A.; Araújo, G.A.A. & Andrade, M.J.B. (2005) – Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. *Bragantia*, vol. 64, n. 1, p. 83-88. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052005000100009>
- Tourino, M.C.C.; Rezende, P.M. & Salvador, N. (2002) – Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 37, n. 8, p. 1071-1077. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000800004>
- Vazquez, G.H.; Carvalho, N.M. & Borba, M.M.Z. (2008) – Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente se soja. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 30, n. 2, p. 1-11. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222008000200001>