



ARTIGO ORIGINAL

Italo Marlon Gomes Sampaio^{1*}
Marcelo de Almeida Guimarães²
Hozano de Souza Lemos Neto²
Celly de Lima Maia²
Carís dos Santos Viana²
Sérgio Antonio Lopes de Gusmão¹

¹ Universidade Rural da Amazônia – UFRA,
Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501,
Terra Firme, 66077-830, Belém, PA, Brasil

² Universidade Federal do Ceará – UFC,
Avenida Mister Hull, 2977, Pici, 60356-001,
Fortaleza, CE, Brasil

*Autor correspondente:
E-mail: italofito@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Acmella oleracea (L.) R. K. Jansen
Hortaliça não convencional
População de plantas
Competição
Rendimento

KEYWORDS

Acmella oleracea (L.) R.K. Jansen
Unconventional vegetables
Plant population
Competition
Yield

Pode o uso de mudas agrupadas e a maior densidade de plantio aumentar a produtividade de jambu?

Could the use of grouped seedlings and increased sowing density lead to higher yield of jambu?

RESUMO: O jambu [*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen] é uma hortaliça folhosa típica da região amazônica, sendo muito empregada na culinária, na medicina popular e nas indústrias de cosméticos e fármacos. Apesar de seu crescente uso, o jambu ainda carece de informações precisas quanto a sua forma de produção. Com base nisso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do espaçamento e da densidade de plantas por cova de plantio no crescimento e produção desta hortaliça. O experimento foi conduzido na horta didática da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida, com três repetições. A parcela foi constituída de dois espaçamentos: 0,20 × 0,20 m e 0,25 × 0,25 m, e a subparcela, de cinco densidades de plantas por cova de plantio: três, cinco, sete, nove e doze plantas. Avaliou-se comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, número de folhas, área foliar, massas frescas da parte aérea e da raiz, massas secas da parte aérea e da raiz, produtividade de massa fresca e trocas gasosas. Não houve interação entre os fatores espaçamento e densidade de mudas transplantadas na cova de plantio. O espaçamento não interferiu nas variáveis estudadas para as plantas avaliadas individualmente, contudo a densidade de plantas na cova de plantio interferiu na produção, sendo em geral explicada pelo modelo linear decrescente para quase todos os parâmetros avaliados. O espaçamento de 0,2 × 0,2 m, associado a maior densidade de plantas por cova, doze plantas, foi o que possibilitou a maior produtividade de biomassa de jambu.

ABSTRACT: *Jambu* [*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen] is a leaf vegetable native to the Amazon, being very used for cookery, traditional medicine treatments, and both cosmetic and pharmaceutical industry. Despite its growing adoption, this leaf vegetable still lacks more precise information about its cultivation. Based on this, this study aimed to evaluate the influence of spacing and density of plants per cultivation hole in the growth and production of jambu. The experiment was conducted in the vegetable garden of the Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brazil. The study used randomized block with split plot design and three replications. The plots correspond to two different spacings: 0.20 × 0.20 m, and 0.25 × 0.25 m, and subplots correspond to five different amounts of plants per hole: three, five, seven, nine and twelve plants. The following parameters were measured: length of shoots, length of roots, number of leaves, leaf area, fresh weight of shoots and roots, dry weight of shoots and roots, fresh mass yield and gas exchange. Interaction effects between spacing and number of plants per hole was not observed. Spacing did not interfere in the measured variables for individual plants; however, the number of plants per hole interfered in growth, which can be described through a decreasing linear function for almost all measured variables. The 0.2 × 0.2 m spacing, associated with the highest number of plants per hole – twelve plants – leads to the highest yield per area of jambu.

Recebido: 18 jun. 2018

Aceito: 26 ago. 2018

1 Introdução

O jambu [*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen], conhecido também pelos nomes de agrião-do-Pará, agrião-bravo, botão-de-ouro, abecedária e jambuaçu, é uma hortaliça herbácea anual de pequeno porte que apresenta hastes rastejantes e ramificadas (Rodrigues et al., 2014). Pertencente à família Asteraceae, ocorre majoritariamente no norte do Brasil (Gusmão & Gusmão, 2013). Nesta região, seu uso está associado à culinária regional, sendo o “pato no tucupi”, “tacacá” e “arroz paraense” os principais pratos típicos (Homma, 2014). As plantas de jambu são fontes de proteínas, lipídios, fibras, nutrientes (magnésio, fósforo e ferro), vitaminas B1, B2 e C (Aguiar et al., 2014) e componentes como fenóis, flavonoides, carotenoides e poliaminas (Borges et al., 2015).

Sua popularização é devida principalmente à sensação de formigamento que causa quando em contato com a epiderme do corpo humano, momento em que proporciona um efeito anestésico passageiro. Isso se deve a um alcaloide presente na planta conhecido pelo nome de espilantol (Barbosa et al., 2016). Tal propriedade é explorada pelos povos tradicionais da região norte para fins medicinais, no tratamento de dor de dente, anemia, escorbuto, cálculos renais, problemas hepáticos, doenças da garganta, dentre outros (Gusmão & Gusmão, 2013; Rodrigues et al., 2014).

No entanto, apesar da grande aplicabilidade do jambu na indústria farmacêutica e na gastronomia, a espécie ainda enfrenta desafios em relação a seu cultivo, principalmente no que se refere à disponibilidade de informações fitotécnicas que o tornem eficiente. Segundo Menezes Júnior & Vieira Neto (2012), o desempenho agrônômico de uma espécie está relacionado a sua adaptação ao local de cultivo e às práticas de manejo adotadas em sua produção. Sendo assim, uma das informações necessárias para o cultivo das espécies é a densidade de plantas na área de produção, pois a maior ou menor proximidade entre elas influencia sua produtividade e qualidade (Henriques et al., 2014; Tavares et al., 2016; Guimarães et al., 2017; Lemos Neto et al., 2017).

Deste modo, o adensamento bem planejado possibilita melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, como água e solo, assim como dos insumos utilizados no cultivo (adubos e defensivos agrícolas) (Bezerra et al., 2014). No entanto, o aumento da população de plantas em determinado espaço só é benéfico até um determinado limite, pois quando ultrapassado, a elevada competição pelos insumos e fatores ambientais essenciais para o desenvolvimento das plantas prejudica sua produção, bem como a qualidade do produto comercial (Lima et al., 2013; Guimarães et al., 2017; Lemos Neto et al., 2017). Além disso, o excesso de plantas em uma determinada área também pode auxiliar na formação de um microclima favorável ao aparecimento de microrganismos patogênicos (Harms et al., 2015) capazes de reduzir a produtividade e a qualidade do cultivo.

Em áreas produtoras de jambu na região norte do Brasil tem se observado variações na densidade de plantas na cova de plantio, bem como no espaçamento entre plantas e entrelinhas utilizado e no sistema de cultivo adotado. Em uma parcela de cultivo tradicional de jambu, os produtores geralmente utilizam uma planta por cova com espaçamento entre plantas e linhas de 5 cm, densidade que permite a produção de plantas mais tenras e de melhor qualidade no mercado (Gusmão & Gusmão, 2013; Homma, 2014).

Selecionar o número ideal de plantas por cova, bem como seus melhores espaçamentos de cultivo, pode ajudar o produtor de jambu a otimizar não apenas os fatores de produção, como

água e nutrientes, mas também na melhor adequação da área utilizada para produção e da mão de obra. Todos esses fatores apresentam custos significativos na produção da cultura, que, por se apresentarem crescentes, têm contribuído para uma redução da oferta do produto nos últimos anos (Castelo Branco & Alcântara, 2011; Gusmão & Gusmão, 2013; Homma, 2014).

Pesquisas com jambu já foram desenvolvidas por Gusmão & Gusmão (2013), que recomendaram o transplântio de plantas agrupadas em covas espaçadas a $0,20 \times 0,20$ m. Já Poltronieri et al. (2000) recomendaram o espaçamento de $0,25 \times 0,25$ m, com uma a quatro plantas por cova. Tais variações de espaçamentos sugeridos no processo produtivo, bem como a imprecisão quanto ao número adequado de plantas a serem transplantadas em grupo, por cova, tornam imprecisa a melhor definição de parâmetros técnicos a serem adotados pelos produtores de jambu na hora do cultivo.

Com base no exposto e tendo em vista a crescente importância do jambu, objetivou-se com este trabalho combinar diferentes espaçamentos e densidades de plantas por cova de plantio dessa espécie, buscando selecionar o tratamento que propicie maior rendimento à cultura.

2 Material e Métodos

O estudo foi realizado na horta didática do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizado no *campus* Prisco Bezerra (Pici), em Fortaleza (CE). As coordenadas geográficas do local do ensaio são $3^{\circ}44'$ S de latitude, $38^{\circ}33'$ W de longitude e 21,0 m de altitude. O clima do local do experimento, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo ‘As’ (tropical com verão seco), de precipitação média anual de 1.450 mm, com médias de temperaturas mínimas e máximas de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$, respectivamente (Alvares et al., 2014).

A cultura foi implantada em canteiros de alvenaria com dimensões de 10×1 m, com área total de 10 m^2 . O preparo do solo foi manual, com capina das plantas daninhas e posterior adubação de fundação com composto orgânico na proporção de 110 L por canteiro. As características químicas do solo após a incorporação do composto até a profundidade de 0-20 cm foram: pH = 7,1 (em água); P = $304,5 \text{ mg dm}^{-3}$; K^+ = 400 mg dm^{-3} ; Ca^{2+} = $9,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg^{2+} = $4,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Al^{3+} = $0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; H+Al = $1,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; SB = $15,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC}_{(\text{pH}7,0)}$ = $16,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; V = 90% e M. O. = $73,0 \text{ g kg}^{-1}$.

Utilizou-se delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida, com três repetições. A parcela se constituiu de dois espaçamentos: $0,20 \times 0,20$ m (25 covas de cultivo por m^2) e $0,25 \times 0,25$ m (16 covas de cultivo por m^2). As subparcelas foram constituídas por diferentes densidades de mudas transplantadas na cova de plantio: três, cinco, sete, nove e doze plantas. Foram avaliadas as plantas centrais de cada parcela, escolhendo-se 12 plantas ao acaso.

A semeadura do jambu foi realizada em bandejas de polietileno rígido de 162 células (31 cm^3), contendo substrato à base de húmus de minhoca e vermiculita na proporção de 9:1 (v:v). Para a produção das mudas, foram semeadas aproximadamente 20 sementes por célula de semeadura. Este elevado número buscou garantir o número mínimo de plantas para ser transplantado em cada cova de plantio. Sendo assim, nove dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste,

deixando-se três, cinco, sete, nove e doze plântulas por célula de cultivo das bandejas, conforme estabelecido previamente. O transplântio das mudas ocorreu aos 24 DAS, momento que as mudas apresentavam quatro folhas definitivas.

As mudas foram produzidas em ambiente protegido coberto com tela de monofilamento (tipo sombrite de 30%). Utilizou-se o sistema de produção por bandejas suspensas, alocadas sobre bancadas de madeira. As mudas foram irrigadas manualmente duas vezes ao dia com auxílio de um regador tipo crivo. Dentro da estrutura, os principais fatores ambientais foram registrados ao longo da etapa de viveiro com o uso de um termo-higrômetro da marca Minipa, código MT-241, sendo a média da temperatura mínima de 26,4°C e a máxima de 31,7°C, com umidade relativa média de 54,8%.

A adubação de cobertura foi iniciada aos 15 dias após o transplântio, e após este período foi feita semanalmente, até uma semana antes da colheita das plantas. Utilizou-se a dosagem de 1 L de composto orgânico por metro linear entre as plantas em todas as adubações realizadas. A análise química do composto orgânico apresentou os seguintes resultados: 7,02% de C orgânico, 0,7% de N total, 1% de Ca, 0,6% de Mg, 0,4% de K, 0,2% de P e 0,16% de S.

Para a irrigação da cultura no campo, utilizou-se o sistema de irrigação por microaspersão. Diariamente, tanto no período da manhã como ao final da tarde, o sistema de irrigação era acionado por aproximadamente 15 min. Também foi realizado o controle de plantas daninhas, de forma manual, e de pragas de acordo com a necessidade do cultivo. Para o controle de lagartas utilizou-se produto à base de *Bacillus thuringiensis* na concentração de 5 g L⁻¹, e para pulgões e ácaros brancos, detergente neutro na concentração de 0,1%, ambos aplicados com um pulverizador costal de alta pressão com capacidade de 20 L.

A colheita ocorreu aos 55 DAS por meio do arranquio das plantas, avaliando-se os seguintes caracteres: comprimento da parte aérea (cm); comprimento da raiz (cm), número de folhas, área foliar (em cm²), determinada com o auxílio de um aparelho integrador de área LICOR® modelo LI-3100, massa fresca da parte aérea (g planta⁻¹) e da raiz (g planta⁻¹), sendo ambas

determinadas com balança digital semianalítica, e produtividade de massa fresca (kg m⁻²). Após essas avaliações, as plantas foram separadas e acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura de 65 ± 5°C até atingirem peso constante, mensurado com uma balança de precisão (0,0001 g) para determinação da massa seca da parte aérea e da raiz.

Um dia antes da colheita, entre 8 a 11 horas da manhã, foram determinadas a concentração de CO₂ na câmara subestomática (C_i – ppm), a condutância estomática (g s⁻¹ mmol m⁻² s⁻¹), a taxa fotossintética (A – μmol m⁻² s⁻¹), a razão entre a concentração de CO₂ na câmara subestomática, a concentração de CO₂ do ambiente (C_i/C_a) e a eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i). As avaliações de trocas gasosas foram realizadas no terceiro par de folhas totalmente desenvolvidas, com auxílio de um analisador de gás infravermelho (IRGA) da marca ADC, modelo LCi (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK).

Os resultados foram então submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando observada significância para o fator quantitativo, realizou-se o estudo de regressão. Para análise dos dados utilizou-se o programa estatístico Sisvar versão 5.3 (Ferreira, 2011).

3 Resultados e Discussão

Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores espaçamento e densidade de planta na cova de plantio para nenhuma das variáveis. Analisando os fatores isoladamente verificou-se que apenas a densidade de planta na cova de plantio indicou efeito significativo ($p < 0,05$) para todas as variáveis.

Para o comprimento da parte aérea, pode-se observar na Figura 1 que o aumento da população de plantas na cova de cultivo proporcionou aumento linear para o comprimento da parte aérea das plantas, de 20,18 cm (três plantas cova⁻¹) para 24,91 cm (doze plantas cova⁻¹) (Figura 1A). Por outro lado, o comprimento da raiz decresceu de 14,97 cm (três plantas cova⁻¹) para 12,60 cm (doze plantas cova⁻¹), sendo explicado por uma função linear decrescente (Figura 1B).

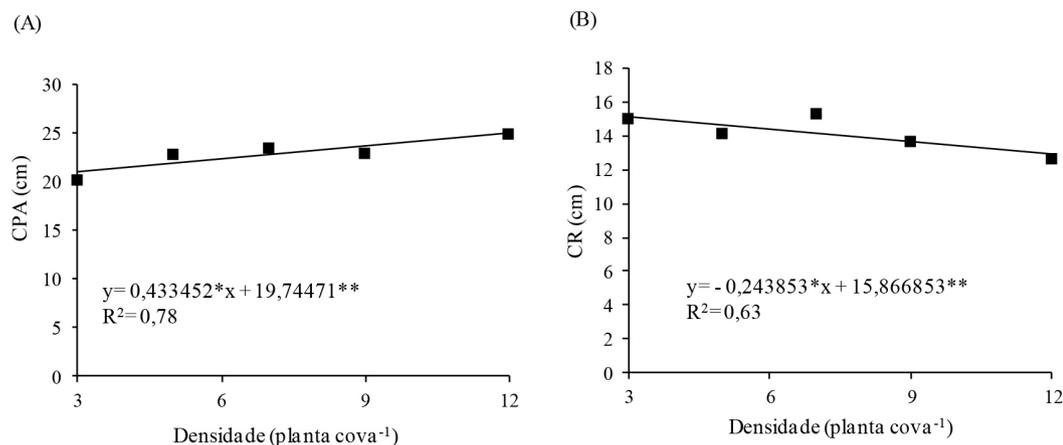


Figura 1. Comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CR) de plantas de jambu em função da densidade de cultivo. Fortaleza, Ceará, 2016. ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Figure 1. Length of aerial part (LAP) and root system (RS) of jambu plants as a function of crop density. Fortaleza, Ceará, Brazil, 2016. ** significant at 1% probability; * significant at 5% probability by t-test.

Quando comparados com outros trabalhos desenvolvidos para diferentes espécies, os resultados obtidos se apresentam similares. Reghin et al. (2005), por exemplo, trabalhando com espaçamento entre covas de plantio e número de plantas por cova na produção de rúcula, também observaram aumento da altura de plantas para os tratamentos de plantio mais adensado. De modo análogo, para a alface, Maboko & Du Plooy (2009) e Silva et al. (2016) relataram aumento da altura das plantas em espaçamentos mais adensados.

O maior comprimento da parte aérea observado para as plantas crescidas em maiores densidades de cultivo pode estar relacionado a competição pela luz. A elevação do autossombreamento nos tratamentos em que havia maior número de plantas por cova pode, além de estimular maior comprimento da parte aérea das plantas (devido a uma possível ocorrência de estiolamento), promover redução momentânea no desenvolvimento do sistema radicular. Isso acontece

porque a planta altera sua relação fonte-dreno, enviando mais fotoassimilados para a parte aérea em detrimento da raiz, até que a parte aérea passe a interceptar luz suficiente para que sua produção normal de fotoassimilados seja reestabelecida. De acordo com Taiz & Zeiger (2013), as plantas apresentam mecanismos de autorregulação para responder a fatores externos, como competição por luz, água e nutrientes, o que influencia no particionamento dos fotoassimilados.

Para o número de folhas e a área foliar, os resultados também foram explicados pela formação de modelos lineares decrescentes (Figuras 2A e 2B), pois de maneira geral as plantas crescidas em covas de cultivo com maior densidade tiveram seus valores individuais reduzidos. Tais resultados indicam mais uma vez a existência de competição entre as plantas presentes em uma mesma cova de cultivo, bem como a sensibilidade da espécie à elevação da densidade de plantio.

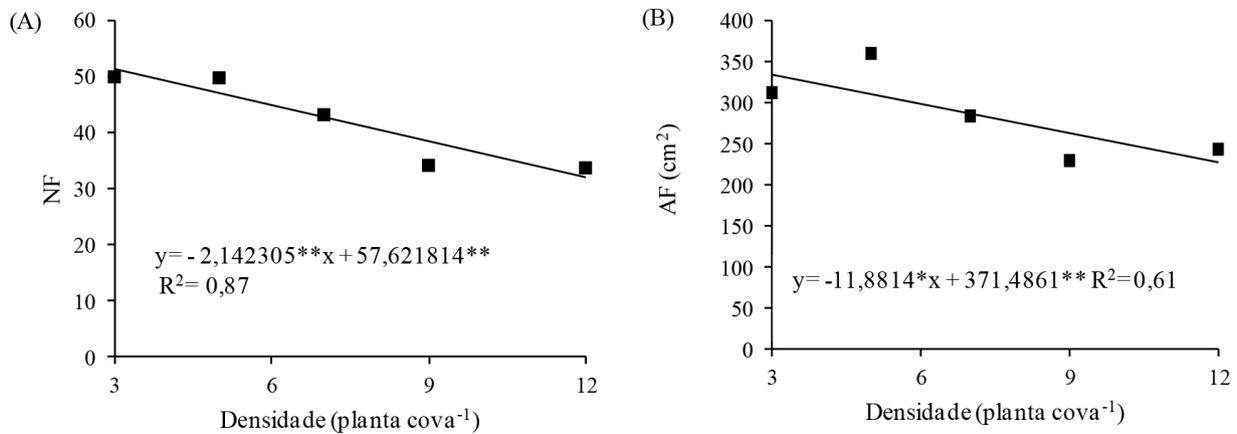


Figura 2. Número de folhas (NF) e área foliar (AF) de plantas de jambu em função da densidade de cultivo. Fortaleza, Ceará, 2016. ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Figure 2. Number of leaves (NL) and leaf area (LA) of jambu plants as a function of crop density. Fortaleza, Ceará, Brazil, 2016. ** significant at 1% probability; * significant at 5% probability by t-test.

Reghin et al. (2005), avaliando o efeito de variações no espaçamento e quantidade de mudas na cova de cultivo na produção de rúcula em cultivos de outono e inverno, observaram que a menor densidade na cova e o maior espaçamento entre plantas e entrelinhas resultaram em maior número de folhas quando comparado a maior densidade e menor espaçamento. Da mesma forma, a redução da expansão da área foliar tem sido reportada por pesquisadores como uma consequência do aumento da população de plantas por unidade de área.

Analisando o efeito de espaçamentos entre linhas de cultivo e plantas com consequente aumento na densidade populacional de repolho roxo, Silva et al. (2011) observaram redução tanto na área foliar como na massa fresca das plantas.

Tanto o menor número de folhas quanto a menor área foliar reduzem a capacidade de interceptação de luz pelas plantas, fator que consequentemente reduz a capacidade da planta em realizar fotossíntese, limitando a produção de fotoassimilados destinados à formação de seus tecidos (Lemos Neto, 2015).

A influência da densidade de plantas para as variáveis de massa fresca da parte aérea e da raiz foram explicadas por modelos lineares decrescentes (Figuras 3A e 3B).

De maneira geral, a massa fresca da parte aérea apresentou redução de aproximadamente 37% entre as plantas produzidas na densidade de 3 plantas cova⁻¹ se comparada às produzidas na maior densidade (doze plantas cova⁻¹), confirmando assim que em elevadas densidades há maior irregularidade no desenvolvimento, por conta da maior competição estabelecida entre as plantas. Em outra análise, as diferenças encontradas quanto à massa fresca da parte aérea estão associadas a uma maior quantidade de folhas produzidas em plantas cultivadas em menores densidades, em detrimento daquelas desenvolvidas em maiores densidades (Figura 2A).

Para as massas secas da parte aérea e da raiz, verificou-se comportamento similar ao observado para suas respectivas massas frescas (Figuras 4A e 4B), com diferença de 33% para a massa seca da parte aérea e 38% para a da raiz de plantas desenvolvidas na densidade de três plantas cova⁻¹ e doze plantas cova⁻¹, respectivamente. O maior acúmulo de massa seca observado em plantas crescidas na menor densidade confirma a existência de competição entre as plantas por recursos disponíveis como água, luz e nutrientes.

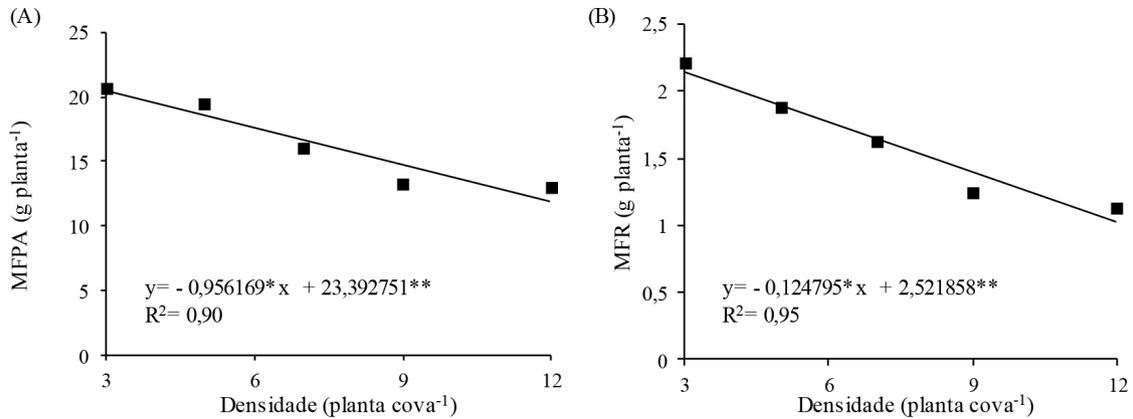


Figura 3. Massa fresca da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR) de plantas de jambu em função da densidade de plantas por cova de cultivo. Fortaleza, Ceará, 2016. ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Figure 3. Fresh mass of the aerial part (FMAP) and the root (FMR) of jambu plants as a function of the density of plants per cultivation hole. Fortaleza, Ceará, Brazil, 2016. ** significant at 1% probability; * significant at 5% probability by the t-test.

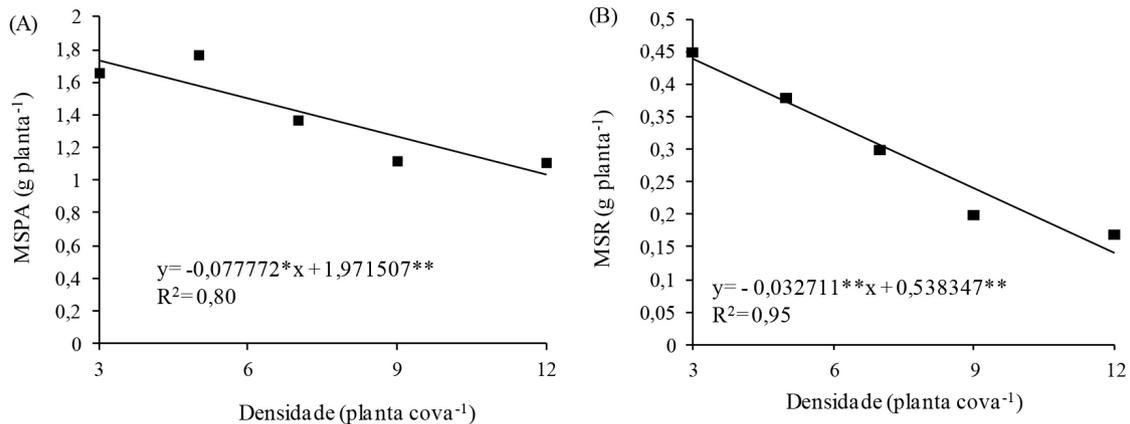


Figura 4. Massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) de plantas de jambu em função da densidade de plantas por cova de cultivo. Fortaleza, Ceará, 2016. ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Figure 4. Dry mass of the area (DMA) and the root (DMR) of jambu plants as a function of the density of plants per cultivation hole. Fortaleza, Ceará, Brazil, 2016. ** significant at 1% probability; * significant at 5% probability by the t-test.

A redução da massa individual produzida em maiores densidades de cultivo também foi observada em outras hortaliças (Maboko & Du Plooy, 2009; Takahashi & Cardoso, 2014; Lemos Neto et al., 2017). De forma geral, estes pesquisadores observaram que em maiores densidades de plantio há redução significativa na massa fresca e seca da parte área de plantas, e que em menores densidades, ou seja, em maior espaçamento para crescimento, maiores produções de massa por planta podem ser alcançadas.

Quanto à produtividade de massa fresca produzida, observou-se crescimento linear independentemente do espaçamento utilizado. Os cultivos realizados no menor espaçamento entre plantas e entrelinhas (0,2 × 0,2 m) e com maiores densidades na cova de cultivo resultaram na maior produtividade observada, quando comparados àqueles em maior espaçamento (0,25 × 0,25 m) e com menor densidade na cova de cultivo (Figura 5).

Apesar dos resultados indicarem redução média no tamanho e massa individual das plantas com o aumento da densidade, o

maior número de plantas por cova possibilitou a obtenção de maior produtividade de jambu, consequentemente maior produção de maços. Tais resultados são importantes, pois a comercialização do jambu é predominantemente realizada neste formato (Gusmão & Gusmão, 2013), tornando a densidade de doze plantas por cova mais interessante – ainda que esta tenha promovido decréscimo individual por planta em todas as variáveis estudadas, à exceção do comprimento da parte aérea (Figura 1A). Salienta-se que não há uma classificação de tamanho para a comercialização das plantas de jambu, no entanto há certa padronização quanto ao peso médio do maço comercializado nas feiras livres e bancas de supermercado, que varia de 140 a 180 g.

Com base nos resultados, o tratamento de doze plantas por cova pode ser indicado como o mais produtivo, alcançando médias por maço de aproximadamente 144 g, além de facilitar a colheita e formação de maços, uma vez que cada grupo representa a massa fresca média de um maço comercializado no varejo regional.

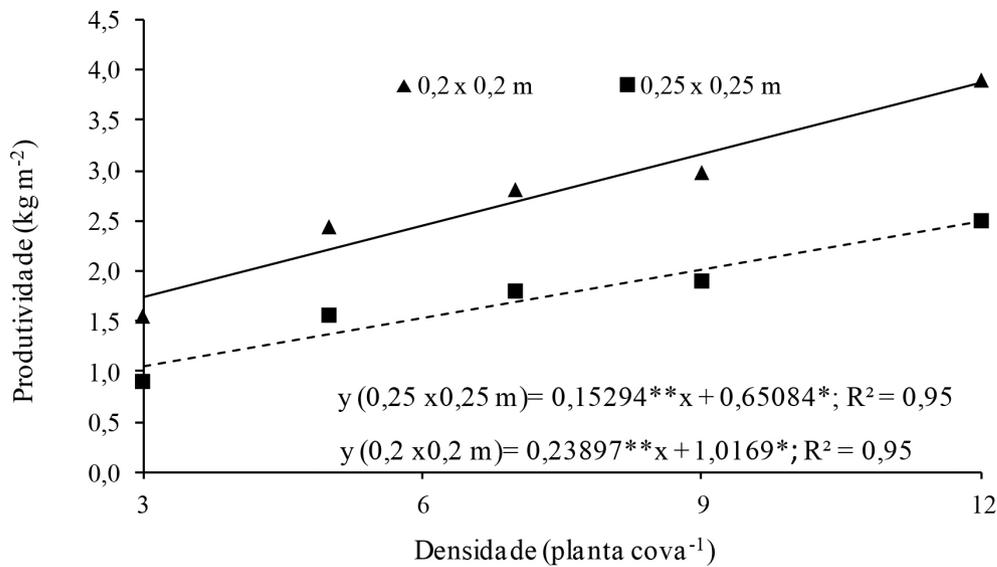


Figura 5. Produtividade de massa fresca de jambu em função do espaçamento e do aumento do número de plantas na cova de cultivo. Fortaleza, Ceará, 2016. ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Figure 5. Fresh mass yield of jambu as a function of spacing and increase of the number of plants in the cultivation hole. Fortaleza, Ceará, Brazil, 2016. ** significant at 1% probability; * significant at 5% probability by the t-test.

Semelhante aos resultados encontrados neste trabalho, ao avaliarem diferentes ajustes de espaçamento entre plantas e entrelinhas no cultivo de alface, Silva et al. (2016) e Lemos Neto et al. (2017) constataram que os menores espaçamentos, mesmo reduzindo o crescimento e o desenvolvimento por planta, resultaram nas maiores produtividades observadas. Tavares et al. (2016) citam que a otimização do espaçamento na produção de hortaliças é de suma importância para o agricultor, já que é neste contexto que novos arranjos de plantas, com disposições diferentes, possibilitam maximizar a produção das espécies e, assim, elevar os lucros.

Já o fato de o espaçamento não ter provocado alterações nas características avaliadas indica que a competição das plantas entre covas de cultivo ainda não atingiu o limite máximo ou ótimo. Isso viabiliza futuros experimentos que reduzam ainda mais o espaçamento entre covas de cultivo com o objetivo de se determinar seu limite ótimo.

Para as trocas gasosas, observou-se que o parâmetro avaliado espaçamento, bem como sua interação com a densidade de plantas na cova de plantio, não foi capaz de influenciar os parâmetros fisiológicos estudados ($p > 0,05$). Já para a densidade de plantas na cova de plantio, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para as variáveis A , C_i , C_i/C_a e A/C_i , exceto para g_s .

Observando-se os valores para taxa de assimilação líquida de CO_2 (A), verificou-se comportamento linear decrescente, portanto à medida que se elevou o número de plantas na cova de plantio, houve redução na capacidade fotossintética individual por planta, sendo que a maior taxa de assimilação líquida de CO_2 ($28,82 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foi observada para as plantas submetidas à densidade de 3 plantas cova⁻¹, representando uma diferença de 27,65% em relação a plantas cultivadas na maior densidade (doze plantas cova⁻¹) (Figura 6A).

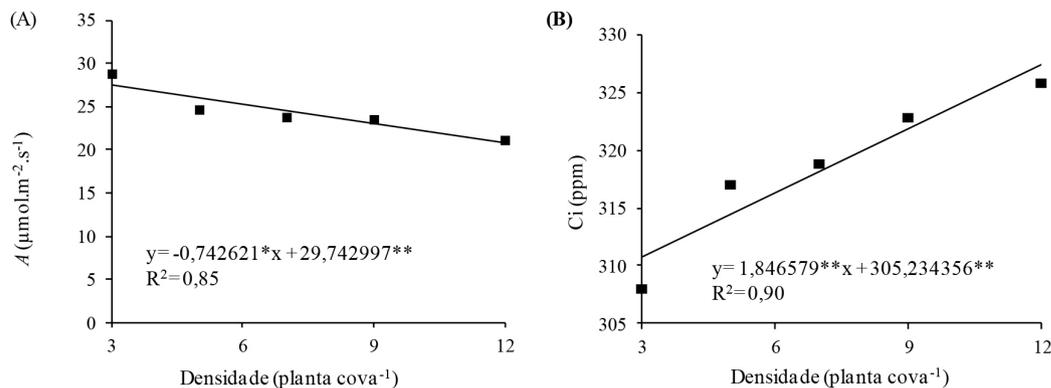


Figura 6. Fotossíntese ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 ($C_i - \text{ppm}$) de plantas de jambu em função da densidade de plantas por cova de cultivo. Fortaleza, Ceará, 2016. ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Figure 6. Photosynthesis ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) and internal CO_2 concentration ($C_i - \text{ppm}$) of jambu plants as a function of the density of plants per cultivation hole. Fortaleza, Ceará, Brazil, 2016. ** significant at 1% probability; * significant at 5% probability by the t-test.

As reduções da assimilação líquida de CO₂ com o adensamento podem estar associadas a uma competição por luz estabelecida entre plantas cultivadas em uma mesma cova de plantio, visto que plantas submetidas a menor densidade (três plantas cova⁻¹) obtiveram maiores taxas de fotossíntese líquida (Figura 6B), o que refletiu nas maiores taxas individuais de crescimento e desenvolvimento. Como fotossíntese e área foliar geralmente são positivamente correlacionadas, o menor número de folhas (que por consequência pode ter culminado em menor área foliar) reduz a interceptação de luz pelas plantas, diminuindo a capacidade fotossintética, limitando assim a produção de fotoassimilados totais destinados à acumulação de massa e formação de tecidos na planta (Lemos Neto, 2015).

Quanto à concentração interna de carbono (Ci), observou-se aumento linear em relação ao número de plantas por cova de

cultivo (Figura 6B). A maior Ci (325,84 ppm) foi observada na densidade de doze plantas por cova, indicando que o aumento da densidade proporcionou uma concentração interna maior de carbono. Tal aumento não foi acompanhado por uma maior taxa de consumo de CO₂, o que pode ser comprovado pelo decréscimo linear da eficiência de carboxilação à medida que se aumentou o adensamento na cova de plantio (Figura 7A). Todos esses resultados estão possivelmente relacionados com a menor interceptação de luz por parte das folhas das plantas cultivadas em condições de maior adensamento na cova. A menor interceptação de luz reduz o consumo de CO₂ e sua incorporação em estruturas de carbono, o que favorece o acúmulo deste gás no estômato e por consequência uma menor eficiência de carboxilação.

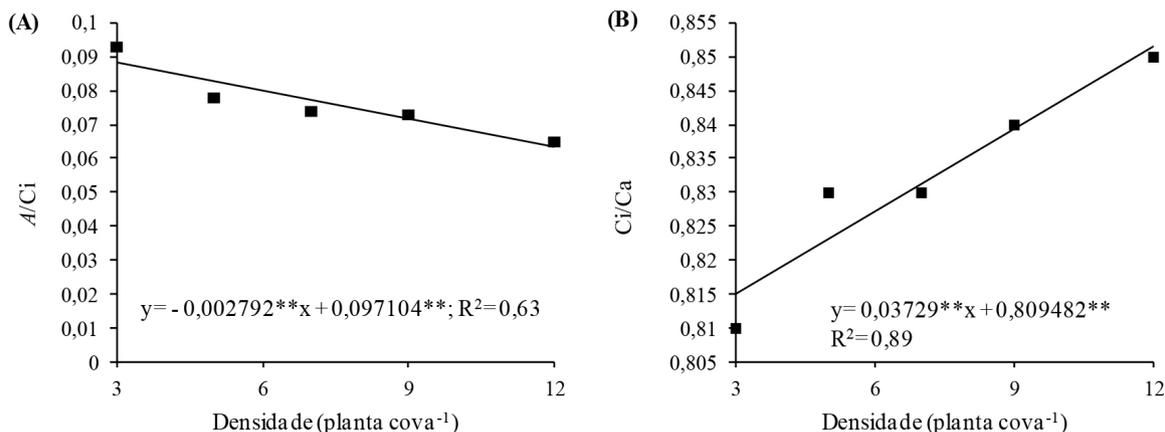


Figura 7. Eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) e razão Ci/Ca de plantas de jambu em função da densidade de plantas por cova de cultivo. Fortaleza, Ceará, 2016. ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Figure 7. Instantaneous carboxylation efficiency (A/Ci) and Ci/Ca ratio of jambu plants as a function of the density of plants per cultivation hole. Fortaleza, Ceará, Brazil, 2016. ** significant at 1% probability; * significant at 5% probability by the t-test.

Quanto à razão Ci/Ca, devido à menor taxa de consumo interno de CO₂, verificou-se comportamento linear crescente à medida que se aumentou a densidade de plantas na cova de cultivo, resultando em maior razão na densidade de doze plantas por cova (Figura 7B).

Com base nos resultados dos parâmetros fisiológicos estudados, verifica-se que o sombreamento, proporcionado pelo cultivo adensado na cova de plantio, provavelmente é o fator de influência nas diferenças observadas. Neste sentido, os resultados fisiológicos em plantas cultivadas nas maiores densidades, principalmente na densidade de doze plantas cova⁻¹, refletiram nos menores valores de biomassa acumulado por planta (Figuras 3 e 4). Entretanto, isso foi compensado pelo maior número de plantas por unidade de área que, embora tenha proporcionado a redução das massas frescas acumuladas de forma individual, possibilitou a obtenção de maiores produtividades nesse novo formato de produção (Figura 5).

4 Conclusões

O manejo da densidade populacional pelo ajuste do espaçamento não influenciou na produção do jambu, portanto o espaçamento 0,2 × 0,2 m é o mais indicado nas condições deste estudo, já que possibilitou sua maior produção por área.

A densidade de doze plantas de jambu por cova de cultivo possibilitou a maior produtividade de biomassa, além da colheita individualizada dos maços de jambu para comercialização, o que representa maior eficiência agrônômica no cultivo, contribuindo assim para sua indicação na produção comercial da espécie.

Referências

- AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O.; SOUZA, F. C. A.; PESSOA, A. Biodisponibilidade do ferro do jambu (*Spilanthes oleracea* L.): estudo em murinos. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, v. 5, n. 1, p. 19-24, 2014. doi: 10.5123/S2176-62232014000100002.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- BARBOSA, A. F.; CARVALHO, M. G.; SMITH, R. E.; SABAA-SRUR, A. U. O. *Spilanthes*: occurrence, extraction, chemistry and biological activities. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 26, n. 1, p. 128-133, 2016. doi: 10.1016/j.bjp.2015.07.024.
- BEZERRA, F. T. C.; DUTRA, A. S.; BEZERRA, M. A. F.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; BARROS, G. L. Comportamento vegetativo e

produtividade de girassol em função do arranjo espacial das plantas. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 2, p. 335-343, 2014.

BORGES, L. S.; GOTO, R.; NUNES, K. N. M.; VIANELLO, F.; LIMA, G. P. P. Concentração das atividades antioxidantes em plantas de jambu, cultivadas sob adubação orgânica e mineral. *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 22, p. 787-800, 2015.

CASTELO BRANCO, M.; ALCÂNTARA, F. A. Hortas urbanas e periurbanas: o que nos diz a literatura brasileira? *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 3, p. 421-428, 2011. doi: 10.1590/S0102-05362011000300028.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 160, n. 6, p. 1039-1042, 2011. doi: 10.1590/S1413-70542011000600001.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L. *Jambu da amazônia (Acmella oleracea)*: características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico. Belém: Edufra, 2013. 135 p.

GUIMARÃES, M. A.; LEMOS NETO, H. S.; ARAÚJO, R. B.; LIMA NETO, B. P.; SILVA, V. B.; MESQUITA, R. O. Sistemas de tutoramento e espaçamentos de plantio na produção de feijão de metro. *Horticultura Brasileira*, v. 35, n. 4, p. 613-620, 2017. doi: 10.1590/s0102-053620170422.

HARMS, M. G.; DALLA PRIA, M.; REZENDE, B. L. A.; PRESTES, A. M. C.; DALAZOANA, F. Influência da densidade de plantas e do uso de fungicida nas doenças foliares e na produtividade de cebola. *Horticultura Brasileira*, v. 33, n. 2, p. 203-207, 2015. doi: 10.1590/S0102-053620150000200011.

HENRIQUES, G. P. S. A.; GRANGEIRO, L. C.; PAULINO, R. C.; MARROCOS, S. T. P.; SOUSA, V. F. L.; RIBEIRO, R. M. P. Produção de cebola cultivada sob diferentes densidades de plantio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 7, p. 682-687, 2014. doi: 10.1590/S1415-43662014000700001.

HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação. In: HOMMA, A. K. O.; SANCHES, R. S.; MENEZES, A. J. E. A.; GUSMÃO, S. A. L. (Ed.). *Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, no estado do Pará*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 329-343.

LEMONS NETO, H. S. *Influência da temperatura na germinação e do espaçamento na produção em cultivares de alface sob baixa altitude e latitude*. 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

LEMONS NETO, H. S.; GUIMARÃES, M. A.; TELLO, J. P. J.; MESQUITA, R. O.; VALE, J. C.; LIMA NETO, B. P. Productive and physiological performance of lettuce cultivars at different planting densities in the Brazilian Semi-arid region. *African Journal of Agricultural Research*, v. 12, n. 10, p. 771-779, 2017. doi: 10.5897/AJAR2016.11961.

LIMA, J. S. S.; CHAVES, A. P.; BEZERRA NETO, F.; SANTOS, E. C.; OLIVEIRA, F. S. Produtividade da cenoura, coentro e rúcula em função de densidades populacionais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 8, n. 1, p. 110-116, 2013.

MABOKO, M. M.; DU PLOOY, C. P. Effect of plant spacing on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a soilless production system. *South African Journal of Plant and Soil*, v. 26, n. 3, p. 195-198, 2009. doi: 10.1080/02571862.2009.10639954.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; VIEIRA NETO, J. Produção da cebola em função da densidade de plantas. *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 4, p. 733-739, 2012. doi: 10.1590/S0102-05362012000400028.

POLTRONIERI, M. C.; POLTRONIERI, L. S.; MÜLLER, N. R. M.; SAMPAIO, J. E.; SILVA, J. F. *Recomendações para produção de jambu: cultivar Nazaré*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 13 p.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; OLINIK, J. R.; JACOBY, C. F. S. Efeito do espaçamento e do número de mudas por cova na produção de rúcula nas estações de outono e inverno. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 5, p. 953-959, 2005. doi: 10.1590/S1413-70542005000500006.

RODRIGUES, D. S.; CAMARGO, M. S.; NOMURA, E. S.; GARCIA, V. A.; CORREA, J. N.; VIDAL, T. C. M. Influência da adubação com nitrogênio e fósforo na produção de jambu, *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen. *Revista Brasileira de Plantas Medicináveis*, v. 16, n. 1, p. 71-76, 2014. doi: 10.1590/S1516-05722014000100010.

SILVA, G. S.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C.; ALVES, A. U. Espaçamento entrelinhas e entre plantas no crescimento e na produção de repolho roxo. *Bragantia*, v. 70, n. 3, p. 538-543, 2011. doi: 10.1590/S0006-87052011000300008.

SILVA, I. C. M.; DANTAS, M. V.; COSTA, C. C.; SARMENTO, J. J. A.; LOPES, K. P. Influência da população de plantas sob o crescimento e produção orgânica de alface no Sertão paraibano. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 2, p. 55-59, 2016. doi: 10.18378/rvads.v11i2.4413.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TAKAHASHI, K.; CARDOSO, A. I. I. Plant density in production of mini lettuce in organic system management. *Horticultura Brasileira*, v. 32, n. 3, p. 342-347, 2014. doi: 10.1590/S0102-05362014000300017.

TAVARES, A. E. B.; CLAUDIO, M. T. R.; NAKADA-FREITAS, P. G.; CARDOSO, A. I. I. Densidade de plantio na produção de ervilha-de-vagem. *Horticultura Brasileira*, v. 34, n. 2, p. 289-293, 2016. doi: 10.1590/S0102-05362016000200021.

Contribuição dos autores: Planejamento e idealização da hipótese: Italo Marlone Gomes Sampaio, Marcelo de Almeida Guimarães e Sérgio Antonio Lopes de Gusmão; execução e avaliação do experimento: Italo Marlone Gomes Sampaio, Hozano de Souza Lemos Neto, Carís dos Santos Viana e Celly de Lima Maia; redação e discussão do artigo: Italo Marlone Gomes Sampaio e Marcelo de Almeida Guimarães; revisão ortográfica e gramatical: Marcelo de Almeida Guimarães e Sérgio Antonio Lopes de Gusmão; análise estatística: Italo Marlone Gomes Sampaio e Hozano de Souza Lemos Neto.

Agradecimentos: À Universidade Federal do Ceará, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade concedida, e ao Núcleo de Estudos em Olericultura do Nordeste, por toda ajuda e aprendizado. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelas bolsas fomentadas aos pesquisadores.

Fontes de financiamento: Recursos próprios.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflitos de interesse.