Revista Macambira

Densidade de semeio de microverdes de *Amaranthus cruentus* sob diferentes condutividades elétricas das soluções nutritivas

Edna de Souza Souza[1]*, Mairton Gomes da Silva[2], Izaiana dos Santos Barros[3], Andressa dos Santos Rodrigues[4], Hans Raj Gheyi[5], Toshik Iarley da Silva[6], Allysson Jonhnny Torres Mendonça[7]

RESUMO

A demanda por alimentos mais saudáveis e por produção sustentável, tem levado o setor agrícola a adotar técnicas modernas e explorar novas espécies vegetais. Os microverdes, colhidos no estádio de plântula, têm ganhado popularidade, mas ainda faltam informações sobre suas práticas de cultivo. Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar o cultivo de microverdes de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) sob diferentes densidades de semeio e níveis de condutividade elétrica (CE). O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Foram usados três níveis de CE (água de abastecimento – CEa de 0,3 dS m^{-1} e das soluções nutritivas – CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}) nas parcelas e quatro densidades de semeio (25, 50, 75 e 100 g m^{-2}) nas subparcelas. Os microverdes de amaranto foram expostos a tais condições por oito dias em casa de vegetação, quando avaliaram-se: altura das plântulas (AP), massa fresca das plântulas (MFP), massa seca das plântulas (MSP), teor de umidade nas plântulas (TUP) e massa de sementes para produção de 1 kg de MFP. Os menores rendimentos do amaranto foram registrados sob irrigações apenas com água; tornando necessário o uso de soluções nutritivas para o seu cultivo. A MFP foi maximizada sob as densidades de semeio de 70 e 67 g m^{-2} sob CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, respectivamente. Conclui-se que, o amaranto pode ser cultivado na densidade de semeio de 70 g m^{-2} e irrigado com solução nutritiva na CE de 1,0 dS m^{-1}.

Palavras-chave: Amaranto. Biomassa. Cultivo hidropônico. Rendimento.

Seeding density of *Amaranthus cruentus* microgreens under different electrical conductivities of nutrient solutions

ABSTRACT

The demand for healthier foods and sustainable production has led the agricultural sector to adopt modern techniques and explore new plant species. Microgreens, harvested at the seedling stage, have been gaining popularity, however there is still a lack of information on their cultivation practices. Thus, this study aimed to evaluate the cultivation of amaranth microgreens (*Amaranthus cruentus* L.) under different seeding densities and electrical conductivity levels (EC). The experimental design consisted of randomized blocks in a split-plot scheme, with four replications. Three EC levels (supply water – ECw of 0.3 dS m^{-1} and nutrient solutions – ECsol of 1.0 and 2.0 dS m^{-1}) in the plots and four seeding densities (25, 50, 75, and 100 g m^{-2}) in the subplots were used. The amaranth microgreens were exposed to such conditions for eight days in a greenhouse, when the following were evaluated: seedling height (SH), seedling fresh matter (SFM), seedling dry matter (SDM), seedling moisture

[1] Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Rua Rui Barbosa, 710, Campus Universitário, CEP: 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. * Autor correspondente: ednasouza@aluno.ufrb.edu.br.
[2] Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Professor Visitante na UFRB, Rua Rui Barbosa, 710, Campus Universitário, CEP: 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.
[3] Graduada em Agronomia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Rua Rui Barbosa, 710, Campus Universitário, CEP: 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.
[4] Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Rua Rui Barbosa, 710, Campus Universitário, CEP: 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.
[5] Doutorado em Ciências Agronômicas pela Université Catholique de Louvain (UCLouvain). Professor aposentado da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Aprígio Veloso, 882, Bairro: Universitário, CEP: 58.429-900, Campina Grande, Paraíba, Brasil.
[6] Doutorado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Adjunto na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Rua Rui Barbosa, 710, Campus Universitário, CEP: 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.
[7] Mestre e doutorando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Aprígio Veloso, 882, Bairro: Universitário, CEP: 58.429-900, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

content (SMC), and seed mass to produce 1 kg of SFM. The lowest yields of amaranth were recorded under irrigation with only water; making it necessary to use nutrient solutions for its cultivation. The SFM was maximized at seeding densities of 70 and 67 g m^{-2} under ECsol of 1.0 and 2.0 dS m^{-1}, respectively. It is concluded that amaranth can be grown at the seeding density of 70 g m^{-2} and irrigated with nutrient solution at the EC of 1.0 dS m^{-1}.
Keywords: Amaranth. Biomass. Hydroponic cultivation. Yield.

Densidad de siembra de microvegetales de *Amaranthus cruentus* bajo diferentes conductividades eléctricas de soluciones nutritivas

RESUMEN

La demanda de alimentos más saludables y de producción sostenible ha llevado al sector agrícola a adoptar técnicas modernas y a explorar nuevas especies vegetales. Los microvegetales, cosechados en etapa de plántula, han ganado popularidad, pero aún faltan información sobre sus prácticas de cultivo. El objetivo del estudio fue evaluar el cultivo de microvegetales de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) bajo diferentes densidades de siembra y niveles de conductividad eléctrica (CE). El diseño experimental correspondió a un modelo de bloques al azar en parcelas divididas, con cuatro réplicas. Se utilizaron tres niveles de CE (agua de suministro – CEa de 0,3 dS m^{-1} y soluciones nutritivas – CEsol de 1,0 y 2,0 dS m^{-1}) en las parcelas y cuatro densidades de siembra (25, 50, 75 y 100 g m^{-2}) en las subparcelas. Los microvegetales de amaranto fueron cultivados bajo dichas condiciones durante ocho días en un invernadero, evaluándose los siguientes parámetros: altura de las plántulas (AP), masa fresca de las plántulas (MFP), masa seca de las plántulas (MSP), contenido de humedad de las plántulas (CHP) y masa de semillas necesaria para producir 1 kg de MFP. Los rendimientos más bajos de amaranto se registraron cuando se utilizó únicamente agua para el riego, lo que resalta la necesidad de emplear soluciones nutritivas para su cultivo. La MFP alcanzó su valor máximo con densidades de siembra de 70 y 67 g m^{-2} bajo una CEsol de 1,0 y 2,0 dS m^{-1}, respectivamente. Se concluye que el amaranto puede cultivarse de manera eficiente con una densidad de siembra de 70 g m^{-2} y riego con una solución nutritiva a una CE de 1,0 dS m^{-1}.
Palabras clave: Amaranto. Biomasa. Cultivo hidropónico. Desempeño.

INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos mais saudáveis e por produção sustentável, com melhor uso dos recursos naturais, tem aumentado nos últimos anos. Nesse sentido, o setor agrícola adota técnicas modernas, utilizando-se menores volumes de água e aproveitando áreas antes inadequadas para cultivo (Rajan; Lada; Macdonald, 2019; Silva *et al*., 2024a). Neste cenário, destacam-se os microverdes, vegetais colhidos ainda no estádio de plântula (curto ciclo produtivo) (Ntsoane *et al*., 2023; Marta *et al*., 2024). Os microverdes possuem elevado potencial culinário, com altas concentrações de nutrientes (Yadav *et al*., 2018; Santos; Costa; Lima, 2020; Wrubel *et al*., 2022; Freitas; Mello; Nemali, 2024; Nagel *et al*., 2024).

Embora o cultivo de microverdes esteja em rápida expansão, ainda são limitados os estudos sobre as melhores práticas de manejo para essa produção. Os microverdes podem ser cultivados em diferentes ambientes, incluindo interiores de residências e prédios (com iluminação artificial total ou suplementar) (Mendes *et al*., 2024) e até mesmo em casas de vegetação (com luz natural e/ou iluminação artificial suplementar) (Freitas; Mello; Nemali, 2024). De acordo com Barros *et al*. (2025), o cultivo de microverdes pode ser facilmente integrado a sistemas hidropônicos em casas de vegetação, uma vez que ambos compartilham os mesmos insumos básicos, como substratos e soluções nutritivas.

ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

As sementes representam um dos principais custos de produção no cultivo de microverdes, pois nesse tipo de cultivo demanda grandes quantidades. Por este motivo, torna-se relevante determinar a densidade de semeio apropriada, visando maximizar os lucros ao utilizar a quantidade mínima de sementes. Além disso, a densidade de semeadura não é padronizada, pois varia conforme a espécie, peso das sementes, germinação das sementes, sistema de cultivo, mudanças sazonais, entre outros fatores (Lerner; Strassburger; Schäfer, 2024; Signore *et al*., 2024).

De acordo com Keutgen *et al*. (2021), o cultivo de microverdes é praticado em substratos, que podem ser irrigados com soluções nutritivas. Lerner; Strassburger; Schäfer, (2024) destacam que o rendimento e a qualidade desses vegetais podem ser aprimorados com soluções nutritivas contendo concentrações adequadas de nutrientes. Contudo, as condições ambientais e as características da espécie de interesse influenciam na absorção desses nutrientes, tornando fundamental ajustar a condutividade elétrica – (CE) da solução nutritiva de acordo com esses fatores (Pinheiro *et al*., 2021).

A CE é uma medida que expressa a concentração de sais nutrientes na solução nutritiva de forma indireta (Wieth; Pinheiro; Duarte, 2019). Nesse contexto, estudos têm sido desenvolvidos com o intuito de avaliar a otimização da combinação entre densidades de semeadura e concentrações das soluções nutritivas (baseando-se na condutividade elétrica das soluções – CEsol). Lerner, Strassburger e Schäfer (2024) avaliaram quatro densidades de semeio da rúcula (50, 100, 150 e 200 g m^{-2}) e quatro níveis de CE (apenas com água – CEa de 0,15 dS m^{-1} e CEsol de 1,0; 2,0 e 3,0 dS m^{-1}), em duas estações (inverno e primavera). No inverno, os melhores resultados foram obtidos utilizando 150 g m^{-2} de sementes a uma CEsol de 1,0 dS m^{-1}. Na primavera, foram necessários 175 g m^{-2} de sementes, com uma CEsol mínima de 1,0 dS m^{-1}. Também com a rúcula, Silva *et al*. (2024a) avaliaram duas densidades de semeio (25 e 50 g m^{-2}) e três níveis de CE (apenas com água – CEa de 0,3 dS m^{-1} e CEsol de 0,6 e 1,2 dS m^{-1}). De acordo com os resultados, independente da densidade, as maiores produções foram registradas sob CEsol de 1,0 e 1,2 dS m^{-1}. Tais estudos foram conduzidos em casa de vegetação sob condições não controladas.

As espécies mais utilizadas no cultivo de microverdes são pertencentes as famílias Asteraceae, Brassicaceae, Laminaceae, Apiaceae e Amarantaceae (Nagel *et al*., 2024). Destaca-se o amaranto (*Amaranthus cruentus* L.), espécie avaliada neste estudo. O amaranto tem despertado interesse devido suas particularidades funcionais, nutricionais e por seu potencial de aplicação na indústria de alimentos (enriquecimento de alimentos como pães e biscoitos e na culinária em geral) (Wolosik; Markowska, 2019). Com o amaranto, não há estudos

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

abordando aspectos como a densidade de semeadura e/ou concentrações das soluções nutritivas. Nos estudos de Meas, Luengwilai e Thongket (2020) e Johnson *et al*. (2021) com microverdes de amaranto, usaram uma densidade de semeio de 53 g m^{-2}; porém, não foi mencionado como as irrigações foram conduzidas (água e/ou com soluções nutritivas). Ampim *et al*. (2021) e Arya, Kutty e Pradeepkumar (2023) utilizaram as densidades de semeio de 96 e 120 g m^{-2}, respectivamente. Nesses estudos, as irrigações foram realizadas apenas com água.

Desta forma, o cultivo de microverdes de amaranto ainda apresenta lacunas em relação ao seu manejo. Nesse contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos das concentrações de soluções nutritivas (baseado nos níveis de condutividade elétrica) em microverdes de amaranto cultivados a diferentes densidades de semeio.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado durante o período de 30/04/2024 a 09/05/2024 em casa de vegetação sob condições não controladas (com iluminação natural), protegida nas laterais por telas de sombreamento a 70% e coberta com filme plástico transparente de polietileno de 150 µm. Na altura do pé direito, foi instalada uma tela termorefletora (aluminizada). As instalações fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia.

A fim de caracterizar as condições climáticas do ambiente durante o experimento, no interior da casa de vegetação foi instalado um módulo sensor DHT11 (a 2,0 m acima do nível do solo) para obter dados de temperatura do ar e umidade relativa. O módulo foi conectado ao Arduino Uno equipado com shield datalogger integrado a um relógio de tempo real (RTC, com funções de data, hora e calendário). Um cartão de memória SDHC de 8 GB foi usado para armazenar os dados, com médias registradas a cada 1 min. As médias de temperatura do ar e umidade relativa foram de 27,47 ± 2,25ºC e 86,62 ± 6,67%, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Foram usados três níveis de condutividade elétrica – CE (nomeadamente da água de abastecimento – CEa de 0,3 dS m^{-1} e das soluções nutritivas – CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}) nas parcelas e quatro densidades de semeio (25, 50, 75 e 100 g m^{-2}) nas subparcelas. Para obtenção dos níveis de CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, as soluções nutritivas foram preparadas em água deionizada, pela adição de sais nutrientes seguindo a formulação adaptada de Furlani *et al*. (1999) para hortaliças folhosas, nas concentrações de 50 e 100%, respectivamente (Tabela 1). Os micronutrientes e o ferro (13% Fe-EDTA) foram fornecidos, respectivamente, pelos compostos Micromix® e GeoQuel® (Rigrantec Tecnologias

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

para Sementes e Plantas Ltda., Porto Alegre, RS, Brasil). Ressalta-se que a utilização de água deionizada no preparo das soluções nutritivas teve como objetivo garantir que a CE mensurada fosse exclusivamente proveniente dos nutrientes adicionados, eliminando interferências de outros íons.

Tabela 1 – Distribuição dos tratamentos e composição da solução nutritiva.

CEa ou CEsol ($dS\ m^{-1}$)	Composição da água ou da solução nutritiva ($mg\ L^{-1}$)	DS (g por bandeja)	DS ($g\ m^{-2}$)
CEa: 0,3	(K^+ = 2,87; Ca^{2+} = 16,00; Mg^{2+} = 12,40; Na^+ = 29,67; Cl^- = 66,38)[1]	0,5	25
		1,0	50
		1,5	75
		2,0	100
CEsol: 1,0	$Ca(NO_3)_2$ = 375; KNO_3 = 250; MAP = 75; $MgSO_4$ = 200; mix micronutrientes = 12,5; ferro = 8	0,5	25
		1,0	50
		1,5	75
		2,0	100
CEsol: 2,0	$Ca(NO_3)_2$ = 750, KNO_3 = 500, MAP = 150, $MgSO_4$ = 400, mix micronutrientes = 25; ferro = 16	0,5	25
		1,0	50
		1,5	75
		2,0	100

Fonte: Elaboração pelos autores.

[1] Composição química da água descrita em Silva *et al*. (2024a); CEa – condutividade elétrica da água; CEsol – condutividade elétrica da solução nutritiva; DS – densidade de semeio; K^+ – potássio; Ca^{2+} – cálcio; Mg^{2+} – magnésio; Na^+ – sódio; Cl^- – cloreto; $Ca(NO_3)_2$ – nitrato de cálcio; KNO_3 – nitrato de potássio; MAP – fosfato monoamônico; $MgSO_4$ – sulfato de magnésio.

As densidades foram estabelecidas a partir do semeio em bandeja (15 × 22 cm; área útil de 201,25 cm^2 – 11,5 × 17,5 cm, Tabela 1), baseado no estudo de Meas, Luengwilai e Thongket (2020). Naquele estudo, 2 g de sementes de amaranto foram semeadas em bandeja (17 × 22 cm), estimando aproximadamente 50 $g\ m^{-2}$. A partir dessa estimativa, neste estudo valor menor (25 $g\ m^{-2}$) e valores maiores (75 e 100 $g\ m^{-2}$) foram usados.

As sementes de amaranto 'Asteca' (Isla® Sementes, Porto Alegre, RS, Brasil) foram semeadas uniformemente em espuma fenólica (1,0 cm de espessura) previamente umedecidas, dispostas em bandeja com tampa (em uma área referente as dimensões de 11,5 × 17,5 cm) de acordo com a densidade planejada (0,5, 1,0, 1,5 ou 2,0 g por bandeja). Após o semeio, cobriram-se as bandejas com suas respectivas tampas. Tais condições foram mantidas por 48 horas no Laboratório de Qualidade de Água e Hidroponia do PPGEA/UFRB. Após esse período (com as sementes já germinadas), as bandejas foram transferidas para casa de vegetação, onde se iniciou a aplicação das soluções nutritivas ou água. O cultivo foi realizado em berçários, com estrutura

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

similar àquela descrita por Silva *et al*. (2024b) e Silva *et al*. (2024c) para produção de mudas em hidroponia.

Cada unidade experimental da parcela (nível de CEsol ou CEa) foi composta por uma bancada de cultivo (confeccionada com telha plástica de dimensões 2,44 × 0,50 m, instalada a uma declividade de 6%), uma eletrobomba para bombear a solução nutritiva ou água até a parte mais alta da bancada e um reservatório (capacidade para 60 L) para armazenamento da solução ou água (o volume real usado foi de 50 L). Sobre a telha, uma lona plástica dupla face (parte branca voltada para cima) foi instalada; e então, as bandejas (furadas no fundo para umedecimento do substrato por capilaridade) foram dispostas sobre a mesma. Para isso, na parte superior do berçário, uma tubulação com vários orifícios injetou a solução ou água sobre a lona plástica. Em cada bancada, foram dispostas oito bandejas com as quatro densidades de semeio testadas. As aplicações das soluções nutritivas ou água foram de forma automática usando timer analógico, a cada duas horas (das 06:00 às 18:00 h).

A colheita dos microverdes foi realizada aos oito dias sob as condições de cultivo avaliadas (10 dias a partir do semeio). Para isso, todas as plântulas foram colhidas por bandeja (corte em torno de 5 mm acima do nível da espuma fenólica). Determinaram-se a altura das plântulas (AP, cm) e a massa de matéria fresca das plântulas da bandeja de cultivo (MFP, g por bandeja). Imediatamente após a pesagem, o material fresco foi colocado em sacos de papel e seco em estufa de ventilação forçada de ar modelo Q314M (Quimis®, Diadema, SP, Brasil) a 65ºC até atingir peso constante; e então, quantificou a massa de matéria seca das plântulas por bandeja (MSP, g por bandeja). A partir da produção por bandeja, estimaram-se as produções de MFP e MSP por m^2.

Calculou-se o teor de umidade nas plântulas (TUP) baseado na diferença entre a MFP e a MSP dos microverdes, segundo a metodologia de Benincasa (2003), usando a Equação 1.

$$\text{TUP}\ (\%) = \frac{(\text{MFP} - \text{MSP})}{\text{MFP}} \times 100 \qquad (1)$$

Calculou-se também a massa de sementes (em g) necessária para produzir 1 kg de MFP de microverdes de amaranto.

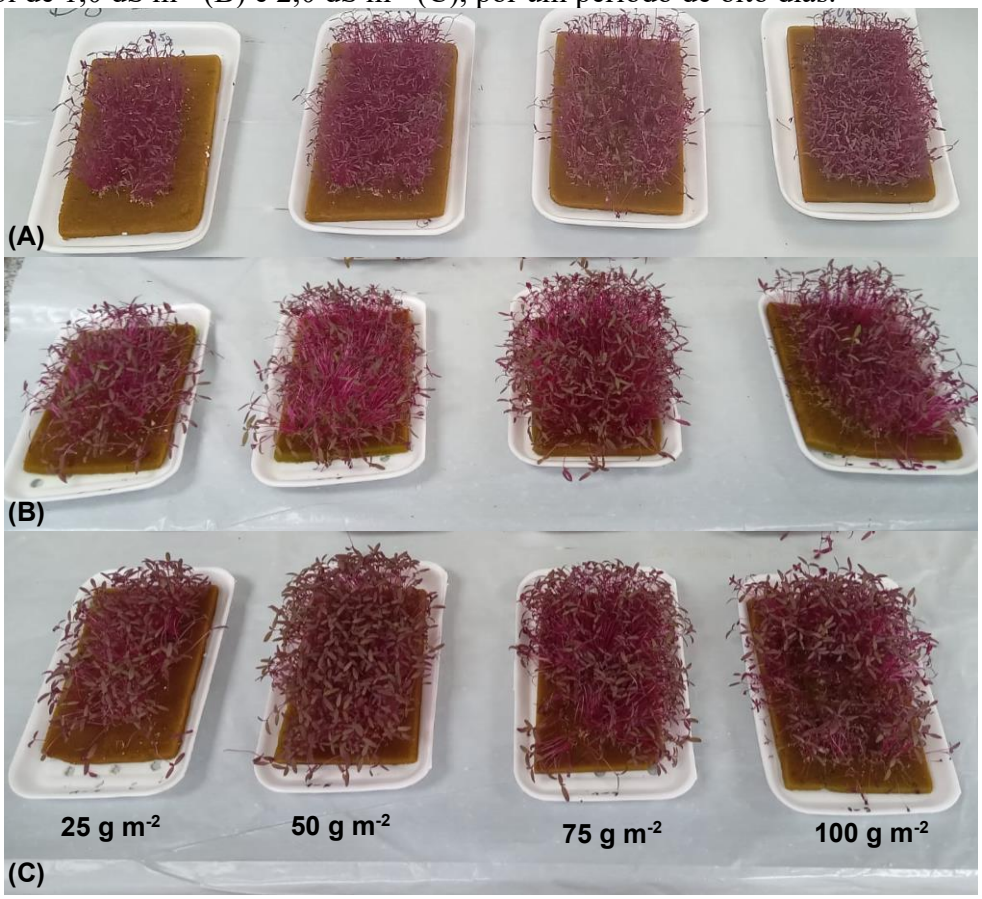
Os dados foram submetidos ao teste F ($p \leq 0,05$) da análise de variância. As médias dos níveis de condutividade elétrica (das soluções nutritivas ou da água) foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Uma análise de regressão foi usada para a densidade de semeio. As análises estatísticas foram realizadas usando o programa Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011).

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

ANÁLISES E RESULTADOS

A qualidade visual dos microverdes de amaranto no dia da colheita (oito dias submetidos aos tratamentos – 10 dias após a semeadura) é apresentada na Figura 1, que mostra: irrigações apenas com água (condutividade elétrica – CEa de 0,3 dS m^{-1}) (Figura 1A) e com soluções nutritivas a meia força (50%, CEsol de 1,0 dS m^{-1}) (Figura 1B) e condição completa (100%, CEsol de 2,0 dS m^{-1}) (Figura 1C) sob diferentes densidades de semeio.

Figura 1 – Microverdes de amaranto cultivados sob diferentes densidades de semeio e irrigados apenas com água (condutividade elétrica – CEa de 0,3 dS m^{-1}) (A) e com soluções nutritivas sob CEsol de 1,0 dS m^{-1} (B) e 2,0 dS m^{-1} (C), por um período de oito dias.

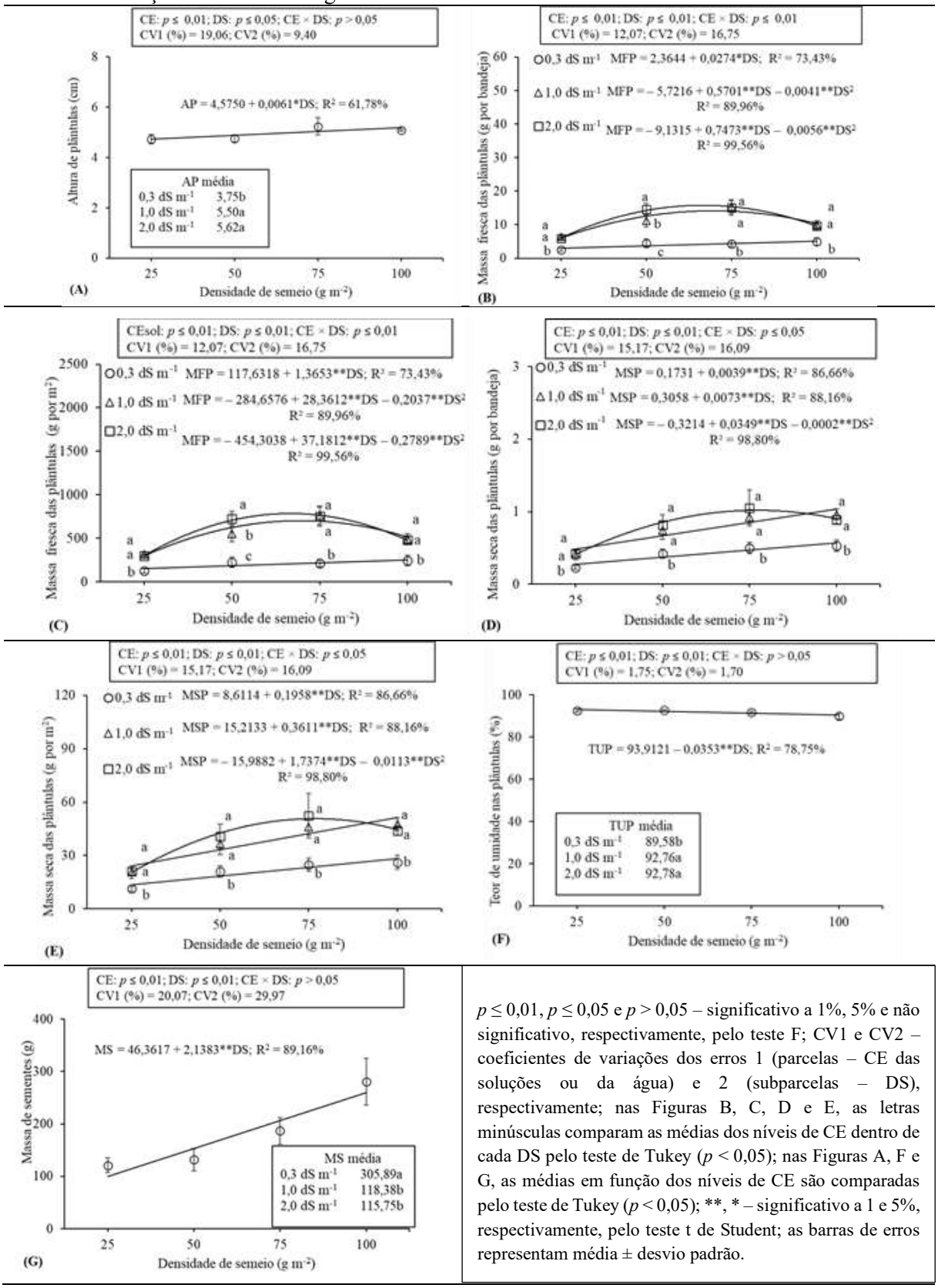


Fonte: Autores, 2025.

Uma interação entre os níveis de condutividade elétrica (CE) das soluções ou da água e densidades de semeio (DS) foi observada para as massas de matéria fresca (MFP) (Figuras 2B e 2C) e seca das plântulas (MSP) (Figuras 2D e 2E) por bandeja e por unidade de área. Para as variáveis altura das plântulas – AP (Figura 2A), teor de umidade das plântulas (Figura 2F) e massa de sementes (Figura 2G) foram registrados efeitos isolados da CE e DS. Para AP, as médias foram maiores com o aumento na DS. Quanto ao efeito dos níveis de CE, as maiores médias de AP foram registradas sob cultivo com as soluções nutritivas em relação ao cultivo apenas com água (CEa de 0,3 dS m^{-1}). Sob os níveis de CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, as médias foram estatisticamente iguais.

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

Figura 2 – Altura das plântulas – AP (A), massas de matéria fresca das plântulas – MFP por bandeja (B) e por unidade de área (C), massas de matéria seca das plântulas – MSP por bandeja (D) e por unidade de área (E), teor de umidade nas plântulas – TUP (F) e massa de sementes – MS para produzir 1 kg de MFP (G) de microverdes de amaranto sob diferentes densidades de semeio e níveis de condutividade elétrica das soluções nutritivas ou água.



$p \leq 0,01$, $p \leq 0,05$ e $p > 0,05$ – significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F; CV1 e CV2 – coeficientes de variações dos erros 1 (parcelas – CE das soluções ou da água) e 2 (subparcelas – DS), respectivamente; nas Figuras B, C, D e E, as letras minúsculas comparam as médias dos níveis de CE dentro de cada DS pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); nas Figuras A, F e G, as médias em função dos níveis de CE são comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); **, * – significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t de Student; as barras de erros representam média ± desvio padrão.

Fonte: Elaboração pelos autores, 2025.

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

Uma interação entre os níveis de condutividade elétrica (CE) das soluções ou da água e densidades de semeio (DS) foi observada para as massas de matéria fresca (MFP) (Figuras 2B e 2C) e seca das plântulas (MSP) (Figuras 2D e 2E) por bandeja e por unidade de área. Para as variáveis altura das plântulas – AP (Figura 2A), teor de umidade das plântulas (Figura 2F) e massa de sementes (Figura 2G) foram registrados efeitos isolados da CE e DS. Para AP, as médias foram maiores com o aumento na DS. Quanto ao efeito dos níveis de CE, as maiores médias de AP foram registradas sob cultivo com as soluções nutritivas em relação ao cultivo apenas com água (CEa de 0,3 dS m^{-1}). Sob os níveis de CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, as médias foram estatisticamente iguais.

Ao analisar os desdobramentos para MFP por bandeja (Figura 2B) e por m^2 (Figura 2C), sob cultivo com soluções nutritivas (CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}) os dados ajustaram-se ao modelo matemático quadrático com o incremento no número de sementes. Já quando as irrigações foram apenas com água (CEa de 0,3 dS m^{-1}), houve aumento na produção de MFP com o incremento na densidade de semeio. Para MFP por bandeja, estimaram-se os maiores rendimentos (14,10 e 15,80 g por bandeja) com as densidades de semeio de 70 e 67 g m^{-2} dentro dos níveis de CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, respectivamente. Da mesma forma, com as densidades de semeio de 70 e 67 g m^{-2} dentro dos níveis de CE de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, estimaram-se os maiores rendimentos de MFP por unidade de área (702,50 e 784,85 g m^{-2}, respectivamente). Ao analisar os níveis de CE dentro de cada DS, como esperado, as maiores médias foram registradas quando as irrigações ocorreram com as soluções nutritivas (CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}) em relação ao cultivo apenas com água (CEa de 0,3 dS m^{-1}). Sob cultivo nas densidades de semeio de 25, 75 e 100 g m^{-2}, as médias da MFP por bandeja foram estatisticamente iguais sob os níveis de CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}; enquanto na densidade de 50 g m^{-2}, maior média foi registrada sob o maior nível de CEsol (2,0 dS m^{-1}). O mesmo comportamento foi registrado para MFP por m^2.

Para os desdobramentos da MSP por bandeja (Figura 2D) e por m^2 (Figura 2E), sob cultivo com CEa de 0,3 e CEsol de 1,0 dS m^{-1} houve aumento na produção com o incremento na densidade de semeio. Já para o nível de CEsol de 2,0 dS m^{-1}, foi verificado um comportamento quadrático quanto ao acúmulo de massa. Para MSP por bandeja e por m^{-2}, estimaram-se os maiores rendimentos (1,20 g por bandeja e 50,79 g m^{-2}) com as densidades de semeio de 87 e 77 g m^{-2}, respectivamente. Ao avaliar os níveis de CE dentro de cada DS, similarmente ao comportamento da MFP, as maiores médias de MSP foram registradas sob cultivo com as soluções nutritivas. Tanto para MSP por bandeja quanto por m^{-2}, as médias obtidas em função dos níveis de CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1} foram estatisticamente iguais, independente da densidade de semeadura.

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

Para o TUP (Figura 2F), as médias foram menores com o aumento na densidade de semeio. Maiores teores de umidade das plântulas de amaranto foram registrados sob cultivo com as soluções nutritivas (CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, com médias estatisticamente iguais). Ao analisar a massa de sementes para produzir 1 kg de MFP de microverdes de amaranto (Figura 2G), houve uma maior quantidade de sementes com o incremento na densidade de semeio. Ao avaliar os níveis de CE, verificou-se uma maior necessidade de massa de sementes para produzir 1 kg de MFP de microverde sob CEa em relação às irrigações com soluções nutritivas (CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, com médias iguais estatisticamente).

A altura dos microverdes é crucial para a colheita, devendo ser suficiente para facilitar o corte sem as raízes, mas sem crescimento excessivo dos hipocótilos, que prejudica a comercialização (Palmitessa *et al*., 2020; Bezerra *et al*., 2022; Lerner; Strassburger; Schäfer, 2024). A AP do amaranto aumentou com o incremento da densidade de semeio, o que pode estar associado à intensificação da competição entre plântulas nos tratamentos com maior densidade de sementes. Conforme Gonçalves-Trevisoli *et al*. (2017), maiores densidades podem promover a intensificação da competição entre plantas por luz e espaço. Além disso, pode favorecer a incidência de doenças fúngicas, motivadas pela redução da circulação de oxigênio suficiente, o que cria condições para fungos prosperarem (Nolan, 2018).

De acordo com as médias de AP obtidas sob cultivo com as soluções nutritivas, mostra a necessidade do fornecimento de nutrientes nas irrigações dos microverdes de amaranto. De forma similar, as maiores médias de AP foram obtidas com soluções nutritivas, a exemplo dos microverdes de repolho roxo (Wieth; Pinheiro; Duarte, 2019), couve-flor (Palmitessa *et al*., 2020) e rúcula (Lerner; Strassburger; Schäfer, 2024).

Para MFP, independente da densidade, as produções sob irrigações apenas com água, em média, foram aproximadamente 62% menores em relação àquelas obtidas sob irrigações com soluções nutritivas. Isto pode estar associado a menor disponibilidade de nutrientes sob cultivo apenas com água (CEa de 0,3 dS m^{-1}). Conforme El-Nakhel *et al*. (2021) e Keutgen *et al*. (2021), a deficiência de nutrientes causou redução no crescimento das plântulas de microverdes, consequentemente na produção de biomassa. Além disso, Bulgari *et al*. (2016) afirmam que, o uso de soluções nutritivas acelera a taxa de crescimento dos microverdes em comparação ao uso apenas com água.

Os resultados deste estudo corroboram com outros verificados na literatura. No estudo de Wieth, Pinheiro e Duarte (2019) com microverdes de repolho roxo, a produção de MFP sob irrigações com soluções nutritivas (CEsol de 1,2 e 2,0 dS m^{-1}) foram 74 e 110% maiores, respectivamente, em relação àquelas obtidas sob irrigações apenas com água da chuva (CEa ~

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

0 dS m^{-1}). El-Nakhel *et al*. (2021) registraram um ganho de MFP de aproximadamente 90, 14 e 10% para os microverdes de rúcula, couve-de-bruxelas e repolho, respectivamente, sob cultivo com CEsol de 0,4 dS m^{-1} (concentração de 25% de Hoagland) em relação ao cultivo apenas com água destilada (sem nutrientes).

Diante do exposto, os resultados evidenciam a necessidade de aplicações de soluções nutritivas, visando a otimização da produção de microverdes de acordo com a espécie cultivada. Consequentemente, a qualidade dos microverdes é influenciada pelo manejo das irrigações (aplicações de soluções nutritivas ou água). No caso dos microverdes de amaranto, poucos estudos são encontrados na literatura, nos quais avaliaram-se os tipos de substrato e/ou ambiente de cultivo (Arya; Kutty; Pradeepkumar, 2023; Gunjal *et al*., 2024), consórcio de amaranto com cenoura e alface (Domínguez-Domínguez *et al*., 2021) e qualidade da luz (Meas; Luengwilai; Thongket, 2020; Ampim *et al*., 2021; Yusoh; Malaeh; Ruangrak, 2022). Nos três primeiros estudos, as irrigações ocorreram apenas com água (destilada ou não). Já nos demais, não se menciona como as irrigações foram conduzidas. O que reforça a necessidade de mais estudos voltados para a cultura visando otimização de recursos.

Os rendimentos de MFP foram no mesmo patamar sob cultivo com soluções nutritivas (CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}). A partir das densidades estimadas (70 e 67 g m^{-2} sob CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, respectivamente) houve uma queda no acúmulo de MFP ligeiramente mais acentuada sob maior nível de CEsol.

O nível de CEsol de 2,0 dS m^{-1} corresponde a concentração de 100% da formulação de Furlani *et al*. (1999), recomendada para produção hidropônica de hortaliças folhosas na fase adulta. Essa elevada concentração de nutrientes não resultou em ganho de biomassa fresca das plântulas sob maior densidade de semeio, apesar do maior número de plântulas por bandeja de cultivo. Conforme Portela, Peil e Rombaldi (2012), níveis altos de CE da solução nutritiva além de condicionar a absorção de nutrientes essenciais, influência também a absorção de água para o crescimento das plantas. Soluções nutritivas muito concentradas provocam em um primeiro momento, a inibição da absorção de água, posteriormente, inibe até a própria absorção mineral, tornando essencial o ajuste da CE da solução nutritiva a níveis adequados.

A competição entre plântulas sob maior densidade de semeio não afetou a altura, mas reduziu o acúmulo individual de biomassa, diminuindo a exigência por nutrientes. Em altas densidades, a competição por luz favoreceu o crescimento em altura em detrimento da massa fresca. Assim, sob as condições do estudo (espuma fenólica e casa de vegetação não controlada), os microverdes de amaranto podem ser irrigados com solução nutritiva a 50% (CEsol de 1,0 dS m^{-1}).

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

Similarmente, a interação entre densidade de semeio e níveis de CE foi avaliada em estudos com microverdes de rúcula. De acordo com Lerner *et al*. (2024), as melhores respostas em produção da rúcula ocorreram sob CEsol de 1,0 dS m^{-1} sob cultivo nas densidades de 150 e 175 g m^{-2} para o inverno e a primavera, respectivamente. Conforme Silva *et al*. (2024a), independente da densidade (25 e 50 g m^{-2}), as maiores produções foram registradas sob CEsol de 1,0 e 1,2 dS m^{-1}.

As maiores produções de MFP obtidas no presente estudo (702,50 e 784,85 g m^{-2} sob CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, estimadas nas densidades de 70 e 67 g m^{-2}, respectivamente) são inferiores àquelas obtidos por Ampim *et al*. (2021) com microverdes de amaranto, com MFP entre 7441 e 9457 g m^{-2} sob uma densidade de semeio de 96 g m^{-2}. Essa diferença, em parte, pode ser explicada pelo período de cultivo; enquanto naquele estudo as plântulas foram colhidas na terceira semana, no presente estudo foram colhidas aos 10 dias. Já no estudo de Arya *et al*. (2023), registraram uma média de MFP do amaranto (290 g m^{-2}) inferior aos valores mencionados acima. Esse baixo rendimento pode ter ocorrido pela combinação da elevada densidade de semeio (120 g m^{-2}) e as irrigações apenas com água.

Adicionalmente, a composição da solução nutritiva e a densidade de semeio, deve-se considerar que o crescimento dos microverdes depende de outros fatores, como espécie vegetal, condições de cultivo (luz natural ou iluminação artificial), tipos de substrato de cultivo, estádio de colheita, qualidade da semente, condições climáticas e ambientais, entre outros, que podem afetar significativamente o conteúdo mineral das espécies (Kyriacou *et al*., 2016; Nolan, 2018; Kyriacou *et al*., 2019; El-Nakhel *et al*., 2021; Cowden *et al*., 2024; Lerner; Strassburger; Schäfer, 2024).

Estudos sobre a densidade de semeio são essenciais para produção de microverdes. No presente estudo, os incrementos de 25 g m^{-2} não garantiram ganhos de biomassa fresca na mesma proporcionalidade, isso como consequência das perdas individuais. Por exemplo, os incrementos na produção de MFP entre as densidades de 25 e 50 g m^{-2} foram de aproximadamente 110 e 135% (327,09 e 406,59 g); enquanto entre a densidade de 50 g m^{-2} e as densidades estimadas (70 e 67 g m^{-2}) foram de aproximadamente 12 e 10% (78,34 e 77,34 g) sob os níveis de CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, respectivamente. Assim, a densidade de semeio de 50 g m^{-2} é mais econômica mantendo a produção sem perdas significativas.

Tais resultados são reforçados pela variável massa de sementes para produzir 1 kg de biomassa fresca de microverdes de amaranto (Figura 2G). Conforme incrementou-se a densidade de sementes houve uma maior necessidade de sementes para alcançar o mesmo 1 kg de biomassa fresca comparada a condição de baixa densidade (variando entre 99,82 e 260,19 g

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

de sementes sob as densidades de 25 e 100 g m^{-2}, respectivamente). Densidades maiores resultam em plântulas com menor biomassa individual, exigindo mais sementes para compensar as perdas. Esse efeito é esperado, pois o aumento do número de plântulas por área reduz o acúmulo de biomassa por planta, devido ao efeito da competição. Além disso, a maior densidade de semeio também diminuiu o teor de umidade das plântulas, contribuindo para a redução da biomassa. A competição entre plântulas induzida pelo aumento delas tende a reduzir o acúmulo de biomassa e consequentemente o seu teor de umidade.

Menores valores de massa de sementes para produzir 1 kg de biomassa fresca foram registrados sob cultivo com solução nutritiva, aproximadamente 62% em comparação ao cultivo apenas com água. Silva *et al*. (2024a) registraram maior necessidade de massa de sementes para produzir 1 kg de biomassa fresca de microverdes de rúcula sob cultivo com irrigações apenas com água, os quais avaliaram a interação entre densidade de semeio (25 e 50 g m^{-2}) e níveis de CE (CEa de 0,3; CEsol de 0,6 e 1,2 dS m^{-1} – formulação Plantpar® Flex mudas 1 e Flex mudas 2 e CEsol de 0,5 e 1,0 dS m^{-1} – concentrações à 25 e 50% de Furlani *et al*., 1999). Naquele estudo, o cultivo foi realizado em casa de vegetação e a espuma fenólica foi usada como substrato.

Os resultados obtidos para MSP reforçam que os microverdes de amaranto podem ser irrigados usando solução a meia força (CEsol de 1,0 dS m^{-1}) em relação a uma solução completa (CEsol de 2,0 dS m^{-1}). A elevada concentração de nutrientes não resultou em ganho de massa seca das plântulas sob maior densidade de semeio. Segundo Bulgari *et al*. (2016), altas concentrações de nutrientes na solução nutritiva tendem a reduzir o metabolismo das plantas. Além disso, a absorção de água pelas plântulas é dificultada em soluções nutritivas com concentrações elevadas, o que pode afetar o crescimento e a produtividade das plântulas. Desta forma, os valores de condutividade elétrica além de afetar a absorção de água e nutrientes, afeta também a produtividade e o acúmulo de matéria seca (Gondim *et al*., 2010; Portela; Peil; Rombaldi, 2012; Oliveira *et al*., 2022).

A diferença no comportamento da MFP (Figuras 2B e 2C) e MSP (Figuras 2D e 2E) com o incremento na densidade de semeio se deve ao acúmulo de água nos tecidos das plântulas frescas. Enquanto a produção de MFP aumentou até certa densidade de semeio, os teores de umidade nas plântulas (Figura 2F) diminuíram com o aumento na densidade de semeio (variando entre 93,03 e 90,38% sob as densidades de 25 e 100 g m^{-2}, respectivamente). Como já mencionado, a elevação da competição entre plântulas com o aumento da densidade de semeio promoveu perdas individuais (menor acúmulo de biomassa), consequentemente menor teor de umidade nas plântulas.

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, Jan.-Dez., 2025
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573

Os resultados obtidos reforçam a relevância de estudos envolvendo a interação entre densidade de semeio e níveis de CE das soluções nutritivas em cultivo de microverdes. Tal interação exerceu influência positiva em termos de acúmulo de biomassa fresca, principal parâmetro de avaliação para comercialização dos microverdes após a colheita.

CONCLUSÕES

O amaranto apresentou maior produção de massa fresca nas densidades de semeadura de 70 e 67 g m^2 sob cultivo com soluções nutritivas (condutividade elétrica – CEsol de 1,0 e 2,0 dS m^{-1}, respectivamente).

A massa seca das plântulas aumentou com a densidade de semeadura sob cultivo com irrigações na CEsol de 1,0 dS m^{-1}.

A irrigação com CEsol de 1,0 dS m^{-1} é ideal para a produção de microverdes de amaranto na densidade de semeio de 70 g m^2.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical – INCTAgriS (Processo CNPq/INCT: 406570/2022-1), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo 408511/2023-0) e o Instituto de Ciência, Inovação e Tecnologia do Estado da Bahia – Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável (INCITE Economia Verde: Edital INCITE Nº 005/2022 – Pedido Nº 4137/2022).

REFERÊNCIAS

AMPIM, P. A. Y.; OBENG, E.; GONZALEZ, E. O.; WEERASOORIYA, A.; OSUJI, G. O.; MYERS SR., D. J. The response of Egyptian spinach and vegetable amaranth microgreens to different light regimes. **Scientific Journal of Biology & Life Sciences**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 2021. DOI: https://doi.org/10.33552/SJBLS.2020.01.000512

ARYA, K. S.; KUTTY, M. S.; PRADEEPKUMAR, T. Microgreens of tropical edible-seed species, an economical source of phytonutrients- insights into nutrient content, growth environment and shelf life. **Future Foods**, v. 8, p. 100262, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100262

BARROS, I. S.; SILVA, M. G.; SOUZA, E. S.; RODRIGUES, A. S.; SILVA, T. I.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, G. S. J.; SACRAMENTO, L. S.; ANDRADE, A. S.; OLIVEIRA, P. S.; SANTOS, E. V. R. Densidade de semeio de microverdes de amaranto sob diferentes condutividades elétricas das soluções nutritivas. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 14, n. 1-3, p. 14-29, 2025. DOI: https://doi.org/10.19149/wrim.v14i1-3.4999

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: Noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42p.

BEZERRA, T. J.; SILVA, T. T.; LOSS, R. A.; GERALDI, C. A. Q.; GUEDES, S. F. Importance of microgreen storage conditions: Bibliometric analysis and literature review. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e25211326584, 2022. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26584

BULGARI, R.; BALDI, A.; FERRANTE, A.; LENZI, A. Yield and quality of basil, Swiss chard, and rocket microgreens grown in a hydroponic system. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 45 n. 2, p. 119-129, 2016. DOI: https://doi.org/10.1080/01140671.2016.1259642

COWDEN, R. J.; MARKUSSEN, B.; GHALEY, B. B.; HENRIKSEN, C. B. The effects of light spectrum and intensity, seeding density, and fertilization on biomass, morphology, and resource use efficiency in three species of Brassicaceae microgreens. **Plants**, v. 13, n. 1, p. 124, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/plants13010124

DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, A.; HERRERA-CORREDOR, J. A.; ARGUMEDO-MACIAS, A.; RAMÍREZ-RIVERA, E. J.; LÓPEZ-ARANDA, E.; ROMERO-CRUZ, A.; LÓPEZ-ESPÍNDOLA, M. Amaranth microgreens as a potential ingredient for healthy salads: Sensory liking and purchase intent. **Agroproductividad**, v. 14, n. 4, p. 47-51, 2021. DOI: https://doi.org/10.32854/agrop.v14i4.1933

EL-NAKHEL, C.; PANNICO, A.; GRAZIANI, G.; KYRIACOU, M. C.; GASPARI, A.; RITIENI, A.; DE PASCALE, S.; ROUPHAEL, Y. Nutrient supplementation configures the bioactive profile and production characteristics of three *Brassica* L. microgreens species grown in peat-based media. **Agronomy**, v. 11, n. 2, p. 346, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy11020346

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001

FREITAS, I. S.; MELLO, S. C.; NEMALI, K. Supplemental light quality affects optimal seeding density of microgreens. **Urban Agriculture & Region Food Systems**, v. 9, n. 1, p. e20064, 2024. DOI: https://doi.org/10.1002/uar2.20064.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 52p. (**Boletim Técnico**, 180).

GONÇALVES-TREVISOLI, E. D. V.; MENDONÇA, H.; DILDEY, O. D. F.; DARTORA, J.; RISSATO, B. B.; COLTRO-RONCATO, S.; ECHER, M. M. Ambience and productive performance of arugula cultivated in different spacing. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 2, p. 230-236, 2017. DOI: https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v16n1p230-236

GONDIM, A. R. O.; FLORES, M. E. P.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G. Condutividade elétrica na produção e nutrição de alface em sistema de cultivo hidropônico NFT. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 6, p. 894-904, 2010. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7228/6609. Acesso em: 20 de dez. 2024.

GUNJAL, M.; SINGH, J.; KAUR, J.; KAUR, S.; NANDA, V.; MEHTA, C. M.; BHADARIYA, V.; RASANE, P. Comparative analysis of morphological, nutritional, and bioactive properties of selected microgreens in alternative growing medium. **South African Journal of Botany**, v. 165, p. 188-201, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.12.038

JOHNSON, S. A.; PRENNI, J. E.; HEUBERGER, A. L.; ISWEIRI, H.; CHAPARRO, J. M.; NEWMAN, S. E.; UCHANSKI, M. E.; OMERIGIC, H. M.; MICHELL, K. A.; BUNNING, M.; FOSTER, M. T.; THOMPSON, H. J.; WEIR, T. L. Comprehensive evaluation of metabolites and minerals in 6 microgreen species and the influence of maturity. **Current**

Developments in Nutrition, v. 5, n. 2, p. nzaa180, 2021. DOI: https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa180

KEUTGEN, N.; HAUSKNECHT, M.; TOMASZEWSKA-SOWA, M.; KEUTGEN, A. J. Nutritional and sensory quality of two types of cress microgreens depending on the mineral nutrition. **Agronomy**, v. 11, n. 6, p. 1110, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy11061110

KYRIACOU, M. C.; EL-NAKHEL, C.; GRAZIANI, G.; PANNICO, A.; SOTERIOU, G. A.; GIORDANO, M.; RITIENI, A.; DE PASCALE, S.; ROUPHAEL, Y. Functional quality in novel food sources: Genotypic variation in the nutritive and phytochemical composition of thirteen microgreens species. **Food Chemistry**, v. 277, p. 107-118, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.098

KYRIACOU, M. C.; ROUPHAEL, Y.; DI GIOIA, F.; KYRATZIS, A.; SERIO, F.; RENNA, M.; DE PASCALE, S.; SANTAMARIA, P. Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. **Trends in Food Science & Technology**, v. 57, p. 103-115, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.005

LERNER, B. L.; STRASSBURGER, A. S.; SCHÄFER, G. Cultivation of arugula microgreens: seed densities and electrical conductivity of nutrient solution in two growing seasons. **Bragantia**, v. 83, p. e20230183, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-4499.20230183.

MARTA, A. E.; STOICA, F.; OSTACI, S.; JITĂREANU, C. D. The antioxidant profile of some species of microgreens cultivated on hemp and coconut substrate under the action of a biostimulator based on humic acids. **Horticulturae**, v. 10, n. 12, p. 1238, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/horticulturae10121238

MEAS, S.; LUENGWILAI, K.; THONGKET, T. Enhancing growth and phytochemicals of two amaranth microgreens by LEDs light irradiation. **Scientia Horticulturae**, v. 265, p. 109204, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109204

MENDES, F. Q.; PURQUERIO, L. F. V.; CARVALHO, R. F.; CECÍLIO FILHO, A. B. White light intensities for maximum yield and quality of arugula microgreens. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 54, p. e79951, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-40632024v5479951

NAGEL, J. C.; SOMMER, L. R.; FREITAG, S. F.; DRIEMEIER, D. S.; HEINZMANN, N.; VALANDRO, G. B. Produção de microverdes de alface Deva em diferentes substratos. **Revista Sociedade Científica**, v. 7, n. 1, p. 2507-2515, 2024. DOI: https://doi.org/10.61411/rsc202445817

NOLAN, D. A. Effects of seed density and other factors on the yield of microgreens grown hydroponically on burlap. Blacksburg: Virginia Tech, 2018. **Master's Dissertation** (Online Master of Agricultural and Life Sciences In Plant Science and Pest Management). School of Plant and Environmental Sciences - Faculty of the Virginia Tech. 44p. Disponível em: https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/d9e94756-4eb4-4f31-9ebf-8fb6d97d5f09/content. Acesso em: 20 de dez. 2024.

NTSOANE, M. L. L.; MANHIVI, V. E.; SHOKO, T.; SEKE, F.; MABOKO, M. M.; SIVAKUMAR, D. The phytonutrient content and yield of brassica microgreens grown in soilless media with different seed densities. **Horticulturae**, v. 9, n. 11, p. 1218, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/horticulturae9111218

OLIVEIRA, F. A.; FREITAS, R. S.; OLIVEIRA, M. K.; SANTOS, S. T.; COSTA, J. P. B.; MORAIS NETA, H. M.; MARQUES, I. C.; CORDEIRO, C. J. X. Electrical conductivity of

the nutrient solution for soilless cultivation of kohlrabi. **Horticultura Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 129-135, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20220201

PALMITESSA, O. D.; RENNA, M.; CRUPI, P.; LOVECE, A.; CORBO, F.; SANTAMARIA, P. Yield and quality characteristics of *Brassica* microgreens as affected by the NH_4:NO_3 molar ratio and strength of the nutrient solution. **Foods**, v. 9, n. 5, p. 677, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/foods9050677

PINHEIRO, W. D.; WIETH, A. R.; CARVALHO, A. C.; DUARTE, T. S.; SILVA, M. A. S. Hydroponic rocket under different densities and solution concentrations in the autumn and winter period. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 23206-23220, 2021. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-165

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M.; ROMBALDI, C. V. Effect of nutrient concentration on growth, yield and quality of strawberries in hydroponic system. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 266-273, 2012. DOI: https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000200014

RAJAN, P.; LADA, R. R.; MACDONALD, M. T. Advancement in indoor vertical farming for microgreen production. **American Journal of Plant Sciences**, v. 10, n. 8, p. 1397-1408, 2019. DOI: https://doi.org/10.4236/ajps.2019.108100

SANTOS, F. L.; COSTA, E. S.; LIMA, C. S. M. Diferentes substratos no desenvolvimento e na pós-colheita de microverdes de beterraba (*Beta vulgaris* L.). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 21, n. 2, p. 233-243, 2020. Disponível em: https://www.redalyc.org/journal/813/81365122008/81365122008.pdf. Acesso em: 20 de dez. 2024.

SIGNORE, A.; SOMMA, A.; LEONI, B.; SANTAMARIA, P. Optimising sowing density for microgreens production in rapini, kale and cress. **Horticulturae**, v. 10, n. 3, p. 274, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/horticulturae10030274

SILVA, M. G.; GHEYI, H. R.; SILVA, L. L.; SOUZA, T. T.; SILVA, P. C. C.; QUEIROZ, L. A.; SANTOS, T. S.; SOARES, T. M. Evaluation of salt and root-zone temperature stresses in leafy vegetables using hydroponics as a clean production cultivation technique in northeastern Brazil. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 65, n. 1, p. 95-118, 2024b. DOI: https://doi.org/10.1007/s13580-023-00547-6

SILVA, M. G.; GOMES, E. G. S.; SACRAMENTO, L. S.; PEREIRA, G. S. J.; GHEYI, H. R.; SILVA, T. I. Implantação de módulo hidropônico no Colégio Municipal Poeta Castro Alves em Cabaceiras do Paraguaçu, Bahia. **Revista Macambira**, v. 8, n. 1, p. e081044, 2024c. DOI: https://doi.org/10.35642/rm.v8i1.1539

SILVA, M. G.; SACRAMENTO, L. S.; PEREIRA, G. S. J.; RIBEIRO, M. C. B. O.; BARROS, I. S.; GHEYI, H. R. Rocket microgreen cultivation under seeding densities and nutrient solution concentrations. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 13, n. 1-3, p. 60-71, 2024a. DOI: https://doi.org/10.19149/wrim.v13i1-3.4795

WIETH, A. R.; PINHEIRO, W. D.; DUARTE, T. S. Purple cabbage microgreens grown in different substrates and nutritive solution concentrations. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 976-985, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n414rc.

WOLOSIK, K.; MARKOWSKA, A. *Amaranthus cruentus* taxonomy, botanical description, and review of its seed chemical composition. **Natural Product Communications**, v. 14, n. 5, p. 1-10, 2019. DOI: https://doi.org/10.1177/1934578X19844141

WRUBEL, E. J.; KOESTER, D. L.; LIMA, C. S. M.; SANTOS, E. R. Crescimento e pós-colheita de microverdes de couve-manteiga (*Brassica oleracea var. Acephala* L.) sob

influência de diferentes recipientes e substratos. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 13, n. 4, p. 18-36, 2022. DOI: https://doi.org/10.3895/rebrapa.v13n4.17150

YADAV, L. P.; KOLEY, T. K.; TRIPATHI, A.; SINGH, S. Antioxidant potentiality and mineral content of summer season leafy greens: Comparison at mature and microgreen stages using chemometric. **Agricultural Research**, v. 8, n. 2, p. 165-175, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s40003-018-0378-7

YUSOH, W.; MALAEH, W.; RUANGRAK, E. Increasing qualities of amaranth microgreens under plant factory system by LED light. In: Insan Junior Researchers International Conference, 2022, Nilai. **Proceedings…** Nilai: Kolej GENIUS Insan USIM, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/369414565_Increasing_Qualities_of_AmaranthMicrogreens_Under_Plant_Factory_System_by_LED_light. Acesso em: 20 de dez. 2024.

Revista Macambira

Informações do Artigo	Article Information
Recebido em: 12/01/2025 **Aceito em**: 20/07/2025 **Publicado em**: 26/07/2025	**Received on**: 2025/01/12 **Accepted in**: 2025/07/20 **Published on**: 2025/07/26
Contribuições de Autoria *Resumo*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva, Hans Raj Gheyi, Toshik Iarley da Silva, Allysson Jonhnny Torres Mendonça Introdução: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva *Referencial teórico*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva *Análise de dados*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva, Hans Raj Gheyi, Toshik Iarley da Silva, Allysson Jonhnny Torres Mendonça, Izaiana dos Santos Barros, Andressa dos Santos Rodrigues *Discussão dos resultados*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva *Conclusão*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva, Hans Raj Gheyi, Toshik Iarley da Silva, Allysson Jonhnny Torres Mendonça *Referências*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva *Revisão do manuscrito*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva, Hans Raj Gheyi, Toshik Iarley da Silva, Allysson Jonhnny Torres Mendonça, Izaiana dos Santos Barros, Andressa dos Santos Rodrigues *Aprovação da versão final publicada*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva, Hans Raj Gheyi, Toshik Iarley da Silva, Allysson Jonhnny Torres Mendonça, Izaiana dos Santos Barros, Andressa dos Santos Rodrigues	**Author Contributions** *Abstract/Resumen*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva, Hans Raj Gheyi, Toshik Iarley da Silva, Allysson Jonhnny Torres Mendonça *Introduction*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva *Theoretical Reference*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva *Data analysis*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva, Hans Raj Gheyi, Toshik Iarley da Silva, Allysson Jonhnny Torres Mendonça, Izaiana dos Santos Barros, Andressa dos Santos Rodrigues *Discussion of results*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva *Conclusion*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva, Hans Raj Gheyi, Toshik Iarley da Silva, Allysson Jonhnny Torres Mendonça *References*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva *Manuscript review*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva, Hans Raj Gheyi, Toshik Iarley da Silva, Allysson Jonhnny Torres Mendonça, Izaiana dos Santos Barros, Andressa dos Santos Rodrigues *Approval of the final published version*: Edna de Souza Souza, Mairton Gomes da Silva, Hans Raj Gheyi, Toshik Iarley da Silva, Allysson Jonhnny Torres Mendonça, Izaiana dos Santos Barros, Andressa dos Santos Rodrigues
Conflitos de Interesse Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.	**Interest conflicts** The authors declare that there is no personal, commercial, academic, political or financial conflict of interest regarding this manuscript.
Como Citar este artigo - ABNT SOUZA, Edna de Souza *et al*. Densidade de semeio de microverdes de *Amaranthus cruentus* sob diferentes condutividades elétricas das soluções nutritivas. **Revista Macambira**, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, jan./dez., 2023. https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573	**How to cite this article - ABNT** SOUZA, Edna de Souza et al. Densidade de semeio de microverdes de *Amaranthus cruentus* sob diferentes condutividades elétricas das soluções nutritivas. **Revista Macambira**, Serrinha (BA), v. 9, n. 1, e091010, jan./dez., 2023. https://doi.org/10.35642/rm.v9i1.1573.

Licença de Uso	Use license
A Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional (CC BY 4.0). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, mesmo que comercialmente, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.	The Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY 4.0). This license allows sharing, copying, redistributing the manuscript in any médium or format. In addition, it allows adapting, remixing, transforming and building on the material, even commercially, as long as due credit for authorship and initial publication in this journal is attributed.