



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

EDGAR ALVES DE SOUZA JÚNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE MICROVERDES DE COENTRO EM FUNÇÃO DA
FORÇA IÔNICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA E COBERTURA DAS SEMENTES**

FORTALEZA

2022

EDGAR ALVES DE SOUZA JÚNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE MICROVERDES DE COENTRO EM FUNÇÃO DA
FORÇA IÔNICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA E COBERTURA DAS SEMENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida
Guimarães

Coorientadora: Ma. Caris dos Santos Viana

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237d Souza Júnior, Edgar Alves de.
Desenvolvimento de microverdes de coentro em função da força iônica da solução nutritiva e cobertura das sementes / Edgar Alves de Souza Júnior. – 2022.
30 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.
Coorientação: Profa. Ma. Caris dos Santos Viana.

1. Coriandrum sativum. 2. Rendimento. 3. Embebição de sementes. I. Título.

CDD 630

EDGAR ALVES DE SOUZA JÚNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE MICROVERDES DE COENTRO EM FUNÇÃO DA
FORÇA IÔNICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA E COBERTURA DAS SEMENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 29/11/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ma. Caris dos Santos Viana (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ma. Andreza de Melo Mendonça
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ma. Lucimara Ribeiro Venial
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

A minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos impostos e me tornar mais forte a cada dia.

Aos meus pais, Edna e Edgar, por me proporcionarem amor, carinho e apoio incondicional durante toda minha jornada.

As minhas irmãs, Kássia e Lívia, pelo companheirismo e empatia ao me ajudar nos serviços domésticos enquanto eu estava focado no trabalho.

A minha companheira de vida, Taynara, por todo suporte nos momentos difíceis e por me fazer ser minha melhor versão todos os dias.

Aos meus gatos (Apolo, Nani, Estrupício, Nam e Macaca) pelo apoio emocional e pela diversão nos momentos de estresse.

A todos os meus amigos pelos momentos de descontração e parceria: Danielly, Gabriel, João Vitor, Israel, Bruna, Davi, Kézia, Pamela, Fernando Henrique, Adriano, Arlen, Vitória, Felipe, Leonardo e Wembley.

A todos que me ajudaram na execução do trabalho: Andreza, Pedro, João Felipe, George e Louane. Todos os integrantes do NEON.

A minha coorientadora, Caris, que esteve ativamente todos os dias me auxiliando no experimento e na escrita. Muito obrigado!

Ao meu orientador, Professor Marcelo, por me aceitar como orientado aos 45 minutos do segundo tempo, por ser um orientador presente e preocupado com meu desempenho.

À Universidade Federal do Ceará por me proporcionar a oportunidade de estudar em um ambiente adequado para minha formação.

A qualquer um que tenha feito parte da minha trajetória e que por algum motivo eu não citei aqui.

Obrigado a todos!

“Para colher desenvolvimento, o agrônomo precisa plantar inovação!” (Marianna Moreno, 2022).

RESUMO

As microverdes são plantas colhidas entre 7 e 14 dias após a germinação. De forma geral, possuem importância alimentar e nutricional. O coentro apresenta-se como promissor dentre as espécies utilizadas como microverdes. Isso ocorre porque possui características que o qualificam para esta classe de cultivo, como: alta concentração de nutrientes, alta aceitabilidade pelos consumidores, alta produção, boa disponibilidade e baixo custo de aquisição das sementes. O objetivo desse estudo foi avaliar as características de crescimento, desenvolvimento, morfologia e rendimento de microverdes de coentro semeadas sobre substrato de pó de coco, sendo cobertas ou não pelo mesmo tipo de substrato após a semeadura, e irrigadas com soluções nutritivas com diferentes forças iônicas. O trabalho foi realizado em sala de crescimento no Laboratório de Olericultura do Departamento de Fitotecnia da UFC. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3x2 sendo os tratamentos avaliados a combinação dos fatores sementes cobertas ou não cobertas com pó de coco combinados com diferentes concentrações de solução nutritiva (a. água destilada, b. solução com 25% (1/4) da força iônica e c. solução com 50% (1/2) da força iônica), totalizando 6 tratamentos e 4 repetições/blocos. O material propagativo utilizado foram frutos-semente de coentro cultivar 'Verdão' (TopSeed®) que foram cultivadas em bandejas. As bandejas foram divididas em dois grupos no qual em um deles as sementes ficaram sem cobertura de substrato (semente-substrato) e, no outro, foi adicionada uma cobertura de substrato (substrato-semente-substrato). Todos os tratamentos receberam água destilada até o 2º dia após a semeadura (DAS). No 3º DAS foi iniciada a aplicação de água destilada e solução nutritiva de modo a se manter o substrato úmido. A solução nutritiva utilizada foi a de Hoagland e Arnon (1950) modificada com condutividade de 1,6 dS m⁻¹ diluída para 1/4 e 1/2 da força iônica, de acordo com cada tratamento até o 13º DAS. Aos 14º DAS, as plantas foram colhidas, sendo realizadas as avaliações: comprimento do hipocótilo, diâmetro do hipocótilo, comprimento de raiz, comprimento dos cotilédones, largura dos cotilédones, área foliar, área foliar específica, massa fresca e seca da parte aérea e da raiz e rendimento. Os dados foram submetidos a ANOVA e teste de médias. Os resultados mostraram que as microverdes de coentro apresentaram melhor rendimento quando as sementes foram cobertas após a semeadura (substrato-semente-substrato) e irrigadas com solução nutritiva de 1/4 e 1/2 de força iônica.

Palavras-chave: *Coriandrum sativum*; rendimento; embebição de sementes.

ABSTRACT

Microgreens are plants harvested between 7 and 14 days after germination. In general, they have food and nutritional importance. Coriander is promising among the species used as microgreens. This occurs because it has characteristics that qualify it for this class of crop, such as high concentration of nutrients, high acceptability by consumers, high production, good availability, and low cost of seed acquisition. This study aimed to evaluate the characteristics of growth, development, morphology, and yield of coriander microgreens sown on coconut powder substrate, covered or not by the same type of substrate after sowing and irrigated with nutrient solutions with different ionic strengths. The work was carried out in a growth room at the Olericulture Laboratory of the Department of Plant Science at UFC. The experiment was carried out in randomized blocks in a 3x2 factorial scheme, with the treatments evaluated being the combination of factors seeds covered or not covered with coconut powder combined with different concentrations of nutrient solution (a. distilled water, b. solution with 25% (1/4) of the ionic strength and c. solution with 50% (1/2) of the ionic strength), totaling 6 treatments and 4 repetitions/blocks. The propagation material used were fruit seeds of coriander cultivar 'Verdão' (TopSeed®) which were grown in trays. The trays were divided into two groups, in one of which the seeds were left without substrate coverage (seed-substrate) and, in the other, substrate coverage was added (substrate-seed-substrate). All treatments received distilled water until the 2nd day after sowing (DAS). In the 3rd DAS, the application of distilled water and nutrient solution was initiated to keep the substrate moist. The nutrient solution used was that of Hoagland and Arnon (1950) modified with a conductivity of 1.6 dS m⁻¹ diluted to 1/4 and 1/2 of the ionic strength, according to each treatment up to the 13th DAS. At 14^o DAS, the plants were harvested, and the following evaluations were performed: hypocotyl length, hypocotyl diameter, root length, cotyledon length, cotyledon width, leaf area, specific leaf area, fresh and dry mass of the aerial part and root and yield. Data were submitted to ANOVA and means test. The results showed that coriander microgreens showed better yields when the seeds were covered after sowing (substrate-seed-substrate) and irrigated with a nutrient solution of 1/4 and 1/2 ionic strength.

Keywords: *Coriandrum sativum*; yield; seed imbibition.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Resumo da análise de variância para: comprimento do hipocótilo (CH); diâmetro do hipocótilo (DH); comprimento da raiz (CR); comprimento do cotilédone (CC); largura do cotilédone (LC); peso fresco da raiz (PFR); peso fresco parte aérea (PFA); rendimento (RD); área foliar (AF), área foliar específica (AFE), peso seco parte aérea (PSA) e peso seco da raiz (PSR) de microverdes de coentro semeadas e cobertas ou não por substrato e irrigadas com solução nutritiva com diferentes forças iônicas. Fortaleza, 2022 20
- Tabela 2 – Efeito isolado do substrato e da solução de irrigação nas variáveis analisadas de microverdes de coentro semeadas e cobertas ou não por substrato e irrigadas com solução nutritiva com diferentes forças iônicas. Fortaleza, 2022 21
- Tabela 3 – Desdobramento do substrato e da solução de irrigação nas variáveis analisadas de microverdes de coentro semeadas e cobertas ou não por substrato e irrigadas com solução nutritiva com diferentes forças iônicas. Fortaleza, 2022 22
- Tabela 4 – Teste de comparação de médias para: comprimento do hipocótilo (CH); diâmetro do hipocótilo (DH); comprimento da raiz (CR); comprimento do cotilédone (CC); largura do cotilédone (LC); peso fresco da raiz (PFR); peso fresco parte aérea (PFA); rendimento (RD); área foliar (AF), área foliar específica (AFE), peso seco da parte aérea (PSA) e peso seco da raiz (PSR) de microverdes de coentro semeadas e cobertas ou não por substrato e irrigadas com solução nutritiva com diferentes forças iônicas. Fortaleza, 2022 24

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Microverdes: aspectos gerais	12
2.2	Cobertura das sementes e substrato para a produção de microverdes	13
2.3	Solução nutritiva para a produção de microverdes	14
2.4	Coentro como microverde	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

As microverdes são plantas jovens que possuem folhas cotiledonares e que podem ou não apresentar folhas verdadeiras. Em geral, possuem de 2,5 a 7,6 cm de altura, sendo colhidas entre 7 a 14 dias após a germinação, a depender da espécie. Nos últimos anos, as microverdes se tornaram mais populares, sendo encontradas com frequência em mercados e restaurantes. Por serem colhidas tão rapidamente, sendo comercializadas em formato diferente do convencional, tornaram-se um gênero exótico de plantas comestíveis (MIR; SHAH; MIR, 2017). De forma geral, as microverdes possuem cores, sabores e texturas variadas sendo usadas na composição de diferentes pratos (XIAO *et al.*, 2012).

As microverdes também são vistas como novas fontes de alimentos funcionais de baixa caloria, sendo abundantes em nutrientes e em compostos bioativos. Esse grupo de plantas também é considerado como um possível remodelador dos sistemas alimentares globais para uma forma sustentável, no qual seu consumo tende a indicar melhoria na saúde humana e garantia de acesso a alimentos frescos para a parte da população que reside nas grandes cidades (EBERT, 2022).

As microverdes são cultivadas, principalmente, em ambiente fechado, sendo que as condições de cultivo podem variar para cada espécie. A temperatura, a umidade e a luminosidade são as principais variáveis (PAULA; MARIANO, 2016) a serem determinadas para seu cultivo. Em geral, as plântulas são produzidas em um fotoperíodo de 16 a 24 horas de luz, com intensidade luminosa de 150 a 450 $\mu\text{mols m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, temperatura em torno de 20 °C e umidade relativa de 40 a 70% (FREITAS, 2020). Além disso, também é imprescindível a escolha do substrato que irá propiciar boas condições para a germinação das sementes e nutrição das plantas.

Dentre os substratos utilizados para a produção de microverdes, o pó de coco é um dos mais frequentes (JONES-BAUMGARDT; LLEWELLYN; ZHENG, 2020; XIAO, 2012; YING *et al.*, 2020). Apesar de não fornecer nutrientes para as plantas, o pó de coco pode ser melhorado nutricionalmente antes ou durante seu uso para o cultivo das microverdes. Isso pode ser feito por meio de irrigações com solução nutritiva. Essa solução deverá ser administrada em uma dose adequada que contribua tanto para as necessidades básicas das plantas quanto para o incremento de compostos funcionais importantes para a saúde humana (KEUTGEN *et al.*, 2021). Economicamente, deve ser uma solução nutritiva com concentração de nutrientes suficientes para a planta completar o ciclo de crescimento almejado pelo produtor, impactando o mínimo possível nos custos de produção (REZENDE *et al.*, 2007). Com base no exposto,

apesar de sua importância, a concentração da solução nutritiva ideal para microverdes ainda não está bem definida, sendo necessária a realização de pesquisas (PALMITESSA *et al.*, 2020).

Outro ponto importante, no que se refere ao substrato, é o de fornecer condições adequadas para uma boa germinação das sementes, ou seja, garantir que essa fique em contato permanente com um ambiente úmido o suficiente para que o processo germinativo possa ocorrer (BORGHETTI; FERREIRA, 2004; POPINIGIS, 1985). Sendo assim, há duas formas de se colocar a semente em contato com o substrato. A primeira delas é através da realização da semeadura em sua superfície. Neste caso, apenas parte da semente ficará em contato permanente com esse material. Já na segunda, a semeadura também é realizada na superfície, mas, posteriormente, é feita sua cobertura com o mesmo tipo ou outro substrato que seja adequado. Neste caso, toda a semente fica envolta coberta. A diferença nas duas formas é o custo com o material usado para a cobertura das sementes, sendo, em geral, de 30 a 50% maior na segunda condição.

Apesar de muitos estudos estarem sendo desenvolvidos para microverdes nos últimos anos, algumas questões permanecem pouco trabalhadas e merecem ser mais bem estudadas em pesquisas que possam tornar a produção desse grupo de plantas mais eficiente. Sendo assim, dentre as plantas cultivadas como microverdes, optou-se para este estudo utilizar o coentro (*Coriandrum sativum* L.) por suas várias características, como alta concentração de nutrientes (CHOE; YU; WANG, 2018; ORUNA-CONCHA *et al.*, 2018; XIAO *et al.*, 2012), alta aceitabilidade pelos consumidores (CARACCILO *et al.*, 2020), alta produção, com rápido crescimento (KYRIACOU *et al.*, 2020) e, principalmente, pela boa disponibilidade e baixo custo de sementes (MEDEIROS *et al.*, 2009).

Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar características de crescimento, desenvolvimento, morfologia e rendimento de microverdes de coentro semeadas e cobertas ou não com pó de coco e irrigadas com soluções nutritivas de diferentes forças iônicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Microverdes: aspectos gerais

Microverdes são plantas comestíveis, jovens, tenras, colhidas entre 7 e 14 dias após a germinação. A depender da espécie, possuem folhas cotiledonares bem desenvolvidas podendo ou não apresentar um par de folhas verdadeiras (XIAO *et al.*, 2012). Muitas espécies herbáceas, cereais, condimentos e plantas ornamentais podem ser cultivadas como microverdes, tanto de forma doméstica, como comercial (ROCHA *et al.*, 2021).

As microverdes não devem ser confundidas com brotos ou *baby leaf*. Os brotos são sementes, em parte ou totalmente germinadas, em que as raízes são consumidas por inteiro. Além disso, são produzidos em condições ideais ao desenvolvimento microbiano: com temperatura e umidade elevadas e em local com pouca luz. Já as *baby leaf* são colhidas tardiamente sendo consumidas as folhas verdadeiras no início da expansão, ainda jovens. Dessa forma, as microverdes ficam entre essas duas categorias de hortaliças jovens (ROCHA *et al.*, 2021) já que suas raízes não são consumidas (como nos brotos) e nem tampouco suas folhas verdadeiras, já que são consumidas antes destas se expandirem.

A busca por um padrão alimentar mais saudável tem demandado uma procura maior de microverdes pelos consumidores. A elevada concentração de antioxidantes, vitaminas e minerais tem sido um dos fatores determinantes na escolha desse alimento para a manutenção da saúde humana (MIR; SHAH; MIR, 2017). Em comparação com os vegetais maduros, as microverdes apresentam uma concentração de nutrientes superior (PANNICO *et al.*, 2020; PINTO *et al.*, 2015).

Em seis espécies de microverdes de três famílias botânicas, Brassicaceae (rúcula, brócolis e repolho roxo), Amaranthaceae (beterraba e amaranto vermelho) e Fabaceae (ervilha), Johnson *et al.* (2021) relataram ter identificado um total de 365 metabólitos em concentrações significativamente diferentes e em nível superior ou igual a duas vezes para as microverdes quando comparado às suas respectivas plantas maduras. Para as microverdes de coentro (*Coriandrum sativum*) foi encontrada uma concentração três vezes maior de β -caroteno quando comparado às folhas colhidas em maturidade fisiológica (CHOE; YU; WANG, 2018).

O cultivo de microverdes é realizado principalmente em ambiente fechado, com condições controladas de umidade e temperatura, ficando esta última fixa em, aproximadamente, 20 °C e a umidade média em 70% (AMPIM *et al.*, 2021; ORLANDO *et al.*, 2022; SONG *et al.*, 2020; YING *et al.*, 2020). O cultivo em ambiente fechado exige a utilização

de iluminação artificial, sendo geralmente adotada, como fonte luminosa, a tecnologia de diodos emissores de luz (LED) (THOMA *et al.*, 2020). O uso de LEDs permite combinar diferentes colorações de luzes para a produção de microverdes, sendo as principais o vermelho e o azul. Tal condição é importante já que, nas plantas, há fotorreceptores específicos, como por exemplo os de luz vermelha (fitocromos que absorvem no vermelho de 600 a 700 nm e no vermelho distante de 700 a 750 nm) que promovem acúmulo de biomassa, crescimento e fotossíntese, bem como os de luz azul (os criptocromos e as fototropinas que absorvem a luz azul de 390 a 500 nm) que estimulam a fotomorfogênese e fenômenos adaptativos como regulação da abertura/fechamento de estômatos, acúmulo de biomassa e biossíntese de metabólitos (LOCONSOLE *et al.*, 2019).

2.2 Cobertura das sementes e substrato para a produção de microverdes

Outro ponto importante a se considerar quanto a produção de microverdes trata da forma de sua semeadura no substrato de preenchimento das bandejas. Hoje, o mais comum é se utilizar o substrato-semente-substrato, ou seja, primeiramente a bandeja é preenchida com substrato, na sequência as sementes são semeadas e, após, são cobertas por mais uma camada de substrato, que pode ser do mesmo tipo de material utilizado para o preenchimento da bandeja ou de outro. Esse formato, repete o modelo tradicional de produção de mudas para sistemas de cultivo em campo, onde, após o preenchimento das bandejas e semeadura, os produtores espalham mais substrato para a cobertura das sementes.

Os objetivos de se colocar mais essa camada são: 1. evitar a dessecação após o início da germinação, 2. reduzir os riscos relacionados a intempéries climáticas e 3. reduzir as chances de predação das sementes por insetos. No entanto, para o cultivo de microverdes, onde as condições edafoclimáticas são totalmente controladas, pode ser desnecessário esse gasto a mais de substrato para a cobertura das sementes após a semeadura. Assim, como para a produção de microverdes há um elevado custo econômico, a redução no uso de insumos pode melhorar sua eficiência produtiva aumentando sua sustentabilidade técnica e financeira.

Como substrato de crescimento para a produção de microverdes, muitos trabalhos têm citado a turfa (CARACCILO *et al.*, 2020; KAMAL *et al.*, 2020; SAMUOLIENE *et al.*, 2019; YING *et al.*, 2020;) e o pó de coco (JONES-BAUMGARDT; LLEWELLYN; ZHENG, 2020; XIAO, 2012; YING *et al.*, 2020) como os principais. Dentre as características desejáveis para um substrato destaca-se: custo, disponibilidade, capacidade de troca de cátions, esterilidade biológica, aeração, retenção de umidade, boa agregação às raízes e uniformidade

(GONÇALVES, 1995).

Tais características são bem observadas no pó de coco que apresenta em termos de volume total, porosidade superior a 85%, capacidade de retenção de água entre 55 a 70% e nível de aeração entre 20 a 30% (DI GOIA; SANTAMARIA, 2015). Outro ponto importante é que apesar do pó de coco ser pobre em termos minerais, já há estudos e práticas de cultivo que permitem enriquecê-lo nutricionalmente, sendo uma das principais a aplicação de solução nutritiva na irrigação (KEUTGEN *et al.*, 2021), com importante destaque sendo feito a formulação proposta por Hoagland e Arnon (1950), já que é a mais utilizada no mundo (GEROVAC *et al.*, 2016; ORLANDO *et al.*, 2022).

2.3 Solução nutritiva para a produção de microverdes

A elevada concentração de sais observada na solução de Hoagland e Arnon (1950) se perpetuou e pode ser observada na maioria das soluções em uso atualmente. Tais soluções alcançam níveis de condutividades elétricas (CE), ou força iônica, maiores do que 2,0 dS m⁻¹, o que pode ser prejudicial às plantas (COMETTI *et al.*, 2008). Por isso, existe uma variação na força iônica que pode ser utilizada nas soluções.

A quantidade correta de nutrientes na solução nutritiva é de extrema importância para o desenvolvimento das plantas (VASCONCELOS *et al.*, 2014). No cultivo de microverdes não há padronização quanto a força iônica da solução nutritiva, sendo, no geral, utilizadas em 1/4 de força (CARACCILOLO *et al.*, 2020; KYRIACOU *et al.*, 2020) e 1/2 de força (ORLANDO *et al.*, 2022).

Com base no exposto, a força iônica ideal da solução nutritiva para produção de microverdes ainda não está clara, sendo necessários estudos para se determinar aquela mais adequada para se aumentar o rendimento e o conteúdo de compostos bioativos visando reduzir o desperdício de fertilizantes e aumentar a eficiência de uso dos nutrientes (PALMITESSA *et al.*, 2020).

2.4 Coentro como microverde

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma hortaliça condimentar amplamente utilizada no Brasil (TORRES *et al.*, 2012) e uma das mais conhecidas do mundo. Contém uma ampla gama de elementos fitoquímicos, que o tornam um alimento funcional para a saúde. De forma geral, essa espécie é considerada um alimento com propriedades antioxidantes,

anticancerígena, neuroprotetora, anticonvulsivante, analgésica, hipolipemiante, hipoglicêmica, hipotensora, antimicrobiana, ansiolítica, analgésica e anti-inflamatória (DHAKSHAYANI; PRIYA, 2022).

Como microverde, essa espécie ainda é pouco utilizada, no entanto, estudos realizados mostram que o coentro parece ser promissor para essa forma de cultivo devido às suas características intrínsecas. Kyriacou *et al.* (2020), por exemplo, destacam que uma das características desejáveis em microverdes é a coloração mais intensa das plantas, o que pode ser claramente observado em coentro. Caracciolo *et al.* (2020), estudando a aceitabilidade de 12 variedades e espécies de microverdes, verificaram que o coentro pontuou no nível mais alto de aceitação pelos consumidores.

Com base no exposto, por se tratar de uma espécie ainda pouco utilizada como microverde, estudos que foquem em sua eficiência econômica e produtiva ainda são poucos, sendo necessário o investimento de tempo e recursos (dinheiro e mão-de-obra) para o desenvolvimento de um protocolo de produção eficiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na sala de crescimento de plantas do laboratório de Olericultura da Universidade Federal do Ceará - Campus Professor Prisco Bezerra, em Fortaleza - CE. A temperatura média do ambiente de cultivo foi de 27 °C e a umidade relativa média de 60%. As plantas receberam iluminação artificial com diodos emissores de luz (LED), modelo 5050, com 60 LEDs m⁻¹ na proporção de 5:1, ou seja, 5 LEDs vermelhos para cada 1 LED azul, com densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (PPFD) de 13,8 μmol m⁻²s⁻¹, medido na altura do dossel das plantas (30 cm) com um medidor de Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR) modelo “SPECTRUM SPEC-3415A”.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3x2, sendo os tratamentos: disposição das sementes no substrato (1. sementes cobertas, ou seja, substrato-semente-substrato e 2. não cobertas, semente-substrato) combinados com diferentes forças iônicas de solução nutritiva [1. água destilada, 2. solução com 25% da força iônica (1/4) e 3. solução com 50% da força iônica (1/2)], totalizando 6 tratamentos e 4 repetições/blocos.

O material propagativo utilizado foram sementes de coentro (frutos-semente com 2 a 3 sementes por fruto), cultivar ‘Verdão’ (TopSeed®), com taxa de germinação de 80% e pureza de 99%. Para a semeadura, em cada bandeja, foram pesadas 17 g, em média 2.000 sementes, com o auxílio de uma balança Analítica Bel M214-AIH. Cada bandeja representou uma unidade experimental.

Foram utilizadas bandejas de polipropileno com dimensões de 18 x 10 x 4,5 cm (comprimento, largura, altura). O substrato utilizado foi uma mistura de pó de coco, previamente lavado, misturado com vermiculita na proporção de 5:1 (v/v). O volume de substrato utilizado foi de 180 cm³, cerca de 60 g (peso seco). Após o preenchimento das bandejas com o substrato as sementes foram acomodadas homoganeamente em toda a superfície. As bandejas foram divididas em dois grupos. Em um deles as sementes ficaram sem cobertura de substrato (semente-substrato) e no outro foi adicionada uma cobertura com cerca de 32 g (substrato-semente-substrato), com espessura de, aproximadamente, 1 cm de altura acima das sementes.

A irrigação foi realizada na forma de subirrigação até o umedecimento completo do substrato de preenchimento das bandejas, o que ocorreu mediante a disponibilização de 100 mL de água destilada para cada recipiente. Além disso, borrifou-se água destilada, com auxílio de um pulverizador manual, na superfície do substrato, após o preparo de cada tratamento. Todos

os tratamentos receberam água destilada até o 2º dia após a semeadura (DAS).

No 3º DAS foi iniciada a aplicação dos tratamentos de água destilada e solução nutritiva de modo a se manter o substrato úmido. Foi utilizada a solução nutritiva modificada de Hoagland e Arnon (1950) (apresentando a seguinte concentração de macronutrientes, em mmol L^{-1} , e micronutrientes, em $\mu\text{mol L}^{-1}$, respectivamente: 15,0 N; 1,0 P; 6,0 K; 5,0 Ca; 2,0 mg; 2,0 S; 90,0 Fe; 46,3 B; 18,30 Cl; 9,10 Mn; 0,8 Zn; 0,3 Cu e 0,1 Mo) com condutividade de $1,6 \text{ dS m}^{-1}$. A solução nutritiva foi diluída para 25 e 50% da força iônica, de acordo com cada tratamento. A solução de 25% de força iônica foi preparada para cada litro com 250 mL da solução 100% mais 750 mL de água destilada. Já a solução 50% de força iônica foi feita com 500 mL da solução 100% mais 500 mL de água destilada. As microverdes de coentro foram irrigadas até o 13º DAS conforme os tratamentos. A água destilada/solução nutritiva foi oferecida de acordo com a demanda hídrica das plântulas.

Também a partir do 3º DAS as plantas começaram a receber a iluminação artificial e ficaram dispostas a luz até o 14º DAS, quando foram colhidas. As bandejas foram giradas aleatoriamente, em ângulo de 90º, a cada 24 h para melhor distribuição da intensidade da luz ao nível do dossel (KYRIACOU *et al.*, 2020; ORLANDO *et al.*, 2022; PANNICO *et al.*, 2020).

Foram realizadas avaliações biométricas, de produção e morfológicas nas microverdes de coentro produzidas. Para essa avaliação, aos 14 DAS, 10 microverdes de coentro, de cada tratamento e repetição, foram coletadas aleatoriamente para essas avaliações.

Os parâmetros avaliados foram: comprimento do hipocótilo (cm); diâmetro do hipocótilo (mm); comprimento de raiz (cm); comprimento dos cotilédones e ou folhas presentes (cm); largura dos cotilédones e ou folhas presentes (cm); área foliar (cm^2); área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$); massa fresca e seca da parte aérea e da raiz (g) e rendimento (kg m^{-2}). Para a área foliar e pesos, fresco e seco, das plantas foram considerados os valores totais das 10 plantas avaliadas, devido a seus valores individuais serem baixos, o que dificultou a obtenção dos dados.

O comprimento do hipocótilo foi medido desde o colo da planta até o ponto de inserção dos cotilédones. O comprimento da raiz foi medido desde o colo da planta até o ápice das raízes. O diâmetro do hipocótilo foi medido em sua altura média. Todas as medidas foram coletadas com auxílio de um paquímetro digital. A área foliar foi medida através do método direto com o emprego de um integrador de área foliar LI-COR®, modelo LI 3100. A área foliar específica foi obtida pela seguinte equação: área foliar/peso seco de parte aérea (FAN *et al.*, 2013).

O peso fresco foi aferido com pesagem em balança analítica (Balança Analítica Bel

M214-AIH), posteriormente, o material vegetal fresco foi alocado em sacos de papel, sendo então colocados em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65 °C por 48 horas. Após este período, foi determinada a massa seca com pesagem em balança analítica.

O rendimento foi obtido a partir da produção total por bandeja. Foram colhidas a parte aérea (hipocótilos e cotilédones) de todas as plantas presentes em cada bandeja por tratamento e repetição, em seguida foram pesadas e calculado o rendimento pela área total de cada bandeja (144 cm²). Posteriormente foi calculado o rendimento por metro quadrado.

A análise estatística foi realizada utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2011). Os dados foram verificados quanto a existência de pontos discrepantes (outliers) por meio do teste t, homogeneidade da variância pelo teste de Levene e normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Em seguida, foram aplicados os testes F para a análise de variância (ANOVA) para todas as variáveis analisadas e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados submetidos à análise de variância (ANOVA) demonstraram haver significância ($p < 0,05$) com efeito isolado de acordo com a disposição das sementes no substrato para as variáveis diâmetro do hipocótilo (DH); comprimento do cotilédone (CC); rendimento (RD) e área foliar específica (AFE). Também foi verificado efeito isolado de acordo com a solução de irrigação das sementes para o peso fresco parte aérea (PFA). Já para a interação entre os fatores, não foi verificada significância para as variáveis analisadas, ou seja, os fatores atuam de forma independente (TABELA 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para: comprimento do hipocótilo (CH); diâmetro do hipocótilo (DH); comprimento da raiz (CR); comprimento do cotilédone (CC); largura do cotilédone (LC); peso fresco da raiz (PFR); peso fresco parte aérea (PFA); rendimento (RD); área foliar (AF), área foliar específica (AFE), peso seco parte aérea (PSA) e peso seco da raiz (PSR) de microverdes de coentro semeadas e cobertas ou não por substrato e irrigadas com solução nutritiva com diferentes forças iônicas. Fortaleza, 2022.

Fontes de variação	GL ¹	Pr > Fc											
		CH (cm)	DH (cm)	CR (cm)	CC (cm)	LC (cm)	PFR (g)	PFA (g)	RD (Kg m ⁻²)	AF (cm ²)	AFE (g cm ⁻²)	PSA (g)	PSR (g)
(DSS) ²	1	0,603 ^{ns}	0,041*	0,280 ^{ns}	0,004*	0,737 ^{ns}	0,075 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,000*	0,084 ^{ns}	0,030*	0,180 ^{ns}	0,231 ^{ns}
(SIS) ³	2	0,065 ^{ns}	0,132 ^{ns}	0,612 ^{ns}	0,159 ^{ns}	0,635 ^{ns}	0,865 ^{ns}	0,004*	0,098 ^{ns}	0,172 ^{ns}	0,687 ^{ns}	0,115 ^{ns}	0,558 ^{ns}
DSS x SIS	2	0,586 ^{ns}	0,635 ^{ns}	0,667 ^{ns}	0,890 ^{ns}	0,635 ^{ns}	0,865 ^{ns}	0,248 ^{ns}	0,582 ^{ns}	0,686 ^{ns}	0,772 ^{ns}	0,754 ^{ns}	0,873 ^{ns}
Bloco	3	0,092 ^{ns}	0,000*	0,056 ^{ns}	0,000*	0,001*	0,666 ^{ns}	0,002*	0,1036 ^{ns}	0,108 ^{ns}	0,050 ^{ns}	0,037 ^{ns}	0,173 ^{ns}
Resíduo	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
CV % ⁴		6,80	7,00	12,43	6,66	6,11	36,68	8,29	20,83	11,35	13,03	5,82	34,40

Fonte: elaborada pelo autor.

Legenda: ¹. Grau de liberdade (GL); ². Disposição das sementes no substrato (DSS); ³. Solução de irrigação das sementes (SIS); ⁴. Coeficiente de variação; *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (p < 0.05); ^{ns}: Não significativo (p >= 0,05).

Para o diâmetro do hipocótilo, houve efeito isolado da disposição das sementes no substrato, sendo que aquelas cobertas pelo substrato apresentaram o maior diâmetro (0,058 cm) (TABELA 2). Segundo Costa *et al.* (1999) apesar da barreira física causada pelo substrato, acima das sementes, poder provocar alguma limitação no crescimento das plantas no início, passando essa barreira o hipocótilo deverá crescer em comprimento (de forma a superar a profundidade de semeadura) e em diâmetro, obtendo força e habilidade para ultrapassar as resistências geradas pelo peso dos cotilédones e pelo substrato (COSTA *et al.*, 1999). Quando semeada a uma profundidade adequada, a plântula poderá crescer mais vigorosa. Isso acontece devido a sua não exposição às variáveis ambientais, como temperatura e umidade, antes do tempo o que pode afetar seu desenvolvimento (SILVEIRA, NASCENTE, SILVA; 2018).

Tabela 2 – Efeito isolado do substrato e da solução de irrigação nas variáveis analisadas de microverdes de coentro semeadas e cobertas ou não por substrato e irrigadas com solução nutritiva com diferentes forças iônicas. Fortaleza, 2022.

Fator	Variável analisada
DSS¹	Diâmetro do hipocótilo (cm)
Não coberta	0,054b
Coberta	0,058a
DMS ² : 0,0034	
DSS	Comprimento do cotilédone (cm)
Não coberta	1,71b
Coberta	1,87a
DMS: 1,104	
DSS	Rendimentos (kg m⁻²)
Não coberta	0,830b
Coberta	1,364a
DMS: 0,198	
DSS	Área foliar específica (g cm⁻²)
Não coberta	81,340b
Coberta	92,415a
DMS: 9,84	
SIS³	Peso fresco de parte aérea (g)
Água destilada	0,451b
Solução 1/2força	0,500ab
Solução 1/4força	0,531a
DMS: 0,053	

Fonte: elaborada pelo autor.

Legenda: ¹Tratamentos de Disposição das sementes no substrato; ²DMS: diferença mínima significativa;

³Tratamentos de Solução de irrigação das Sementes. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Para o comprimento do cotilédone, também houve efeito isolado da disposição das sementes no substrato, sendo que as plantas obtidas a partir de sementes cobertas com substrato apresentaram cotilédones maiores em comprimento (TABELA 2). Efeito individual também foi observado para esta variável quando as plântulas foram irrigadas apenas com água destilada, sendo o maior valor obtido para aquelas provenientes de sementes cobertas (TABELA 3).

Tabela 3 – Desdobramento do substrato e da solução de irrigação nas variáveis analisadas de microverdes de coentro semeadas e cobertas ou não por substrato e irrigadas com solução nutritiva com diferentes forças iônicas. Fortaleza, 2022.

Tratamentos	SIS ³		
	água destilada	solução ½ força	solução ¼ força
DSS¹	Comprimento do cotilédone (cm)		
Não coberta	1,630b	1,722 ^{ns}	1,727 ^{ns}
Coberta	1,827a	1,927	1,870
DMS ² :	0,180		
DSS	Peso fresco de parte aérea (g)		
Não coberta	0,419bB	0,478 ^{ns} AB	0,534 ^{ns} A
Coberta	0,483a	0,523	0,529
DMS:	0,020		
DSS	Rendimentos em kg m⁻²		
Não coberta	0,677b	0,955b	0,858b
Coberta	1,212a	1,368a	1,512a
DMS:	0,113		

Fonte: elaborada pelo autor.

Legenda: ¹Tratamentos de Disposição das sementes no substrato; ²DMS: diferença mínima significativa; ³Tratamentos de Solução de Irrigação das sementes; Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

O peso fresco da parte aérea das plantas (TABELA 2) foi influenciado pela força iônica da solução nutritiva disponibilizada na irrigação, proporcionando maiores efeitos nas plântulas submetidas a ¼ da força (0,531 g) e ½ da força (0,500 g). Pannico *et al.* (2020) trabalhando com microverdes de alface irrigadas com água destilada e com solução de Hoagland em ¼ de força, observaram que a biomassa fresca das plântulas foi significativamente afetada pelos dois tratamentos, sendo aquelas tratadas com a solução nutritiva as que apresentaram a maior biomassa. Palmitessa *et al.* (2020) trabalhando com cultivo de brássicas em solução nutritiva do tipo Hoagland e Arnon (1950), observaram que as plântulas fertirrigadas com solução nutritiva menos concentrada, no caso 1/8 de força, possibilitaram a obtenção de menor rendimento de plântulas em gramas por área.

O peso fresco da parte aérea também variou em plântulas crescidas a partir de

sementes cobertas (0,483 g) e não cobertas (0,419 g) por substrato em água destilada (TABELA 3), sendo o primeiro aquele que proporcionou a obtenção de maiores pesos.

Quanto ao rendimento, todos os tratamentos com sementes cobertas, independentemente da força iônica da solução nutritiva de irrigação, foram as que apresentaram os maiores valores (TABELA 2), sendo os rendimentos de 1,212, 1,368 e 1,512 Kg m⁻² de microverdes em água destilada, 1/2 de força e 1/4 de força, respectivamente.

O rendimento é obtido pelo peso fresco das plantas em relação a uma área conhecida, geralmente obtida pelo peso total de plantas na bandeja de cultivo, ou seja, representa um somatório de todas as plantas presentes na bandeja. Neste trabalho, foi observado um maior número de plântulas nas bandejas em que as sementes estavam cobertas com substrato, o que pode ser uma das justificativas para o maior rendimento.

Também foi observado uma maior demanda de água nos tratamentos em que as sementes estavam cobertas com substrato. Manter a umidade ao redor das sementes é importante em seu processo de embebição. A água é fundamental na promoção da germinação das sementes, bem como melhora sua uniformidade. Quando uma semente absorve água, é desencadeado uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas no embrião que culminam na germinação (DANTAS, 2019).

Quanto ao peso fresco da parte aérea das plântulas, foi observada variação somente naquelas cultivadas em água destilada. Para a área foliar específica, as plântulas produzidas nos tratamentos com sementes não cobertas também foram inferiores (81,340 cm² g⁻¹) quando comparados àqueles com sementes cobertas (92,415 cm² g⁻¹).

Apesar de não haver efeito significativo de interação entre os fatores, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para o efeito conjunto dos tratamentos e o teste de comparação de médias (Tukey a 5%), sendo apresentado na tabela 4 para uma melhor visualização geral da pesquisa, bem como para fornecer informações sobre as variáveis analisadas cujos resultados não foram significativos.

De forma geral, as plântulas provenientes dos tratamentos com sementes cobertas com o substrato e irrigadas com solução nutritiva apresentaram os maiores valores de peso fresco de parte aérea e rendimento de microverdes de coentro, sendo recomendados para o cultivo, já que são essas as características mais importantes para o produtor e mais atrativas para o consumidor (JONES-BAUMGARDT; LLEWELLYN; ZHENG, 2020; MORARU; RUSU; MINTAS, 2022).

Tabela 4 – Teste de comparação de médias para: comprimento do hipocótilo (CH); diâmetro do hipocótilo (DH); comprimento da raiz (CR); comprimento do cotilédone (CC); largura do cotilédone (LC); peso fresco da raiz (PFR); peso fresco parte aérea (PFA); rendimento (RD); área foliar (AF), área foliar específica (AFE), peso seco da parte aérea (PSA) e peso seco da raiz (PSR) de microverdes de coentro semeadas e cobertas ou não por substrato e irrigadas com solução nutritiva com diferentes forças iônicas. Fortaleza, 2022.

Tratamentos ¹	CH (cm)	DH (cm)	CR (cm)	CC (cm)	LC (cm)	PFR (g)	PFA (g)	RD (Kg m ⁻²)	AF (cm ²)	AFE (g cm ⁻²)	PSA (g)	PSR (g)
Não coberta: Dest	7,720 ^{ns}	0,055 ^{ns}	3,727 ^{ns}	1,630b	0,392 ^{ns}	0,0125 ^{ns}	0,418b	0,680c	23,000 ^{ns}	79,710 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Não coberta: MF	8,215	0,055	3,765	1,772ab	0,402	0,0125	0,477ab	0,955bc	27,025	86,217	0,0312	0,002
Não coberta: QF	8,132	0,057	3,700	1,727ab	0,382	0,0125	0,534a	0,860bc	24,375	78,092	0,0312	0,004
Coberta: Dest	7,727	0,055	4,185	1,827ab	0,382	0,0175	0,483ab	1,212ab	25,925	90,680	0,028	0,004
Coberta: MF	8,127	0,057	3,930	1,927a	0,392	0,0150	0,522a	1,367ab	27,750	93,240	0,030	0,004
Coberta: QF	8,532	0,057	3,732	1,870ab	0,392	0,0175	0,529a	1,512a	27,375	93,325	0,029	0,004
CV%	6,08	6,14	12,43	6,66	6,11	36,68	8,29	20,83	11,35	13,03	5,82	34,40

Fonte: elaborada pelo autor.

Legenda: ¹Tratamentos: Não coberta – sementes não cobertas por substrato; Coberta – sementes cobertas por substrato; Dest – irrigação com água destilada; MF – irrigação com solução nutritiva com de 1/2 força iônica; QF – irrigação com solução nutritiva com 1/4 de força iônica.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. ^{ns}: Não significativo (p >= 0,05).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a cobertura com substrato de pó de coco, das sementes de coentro, na semeadura, combinada com o uso de solução nutritiva de força 1/4 ou 1/2 possibilitam a obtenção de maior biomassa e rendimento de microverdes de coentro.

REFERÊNCIAS

- AMPIM, P. A. Y. *et al.* The Response of Egyptian Spinach and Vegetable Amaranth Microgreens to Different Light Regimes. **Scientific Journal of Biology & Life Sciences**, [San Francisco], v. 1, n. 3, p. 1-5, 2021. DOI 10.33552/sjbls.2020.01.000512. Disponível em: <https://irispublishers.com/sjbls/fulltext/the-response-of-egyptian-spinach-and-vegetable-amaranth-microgreens.ID.000512.php>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. *In*: FERREIRA, A. G; BORGHETTI, F. (org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 209-222. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303817677_Interpretacao_de_resultados_de_germinacao. Acesso em: 3 dez. 2022.
- CARACCILOLO, F. *et al.* Sensory Attributes and Consumer Acceptability of 12 Microgreens Species. **Agronomy**, Basel, v. 10, n. 7, p. 1043, 2020. DOI 10.3390/agronomy10071043. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/7/1043>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- CHOE, U.; YU, L. L.; WANG, T. T. Y. The science behind microgreens as an exciting new food for the 21st century. **Journal of agricultural and food chemistry**, [Washington], v. 66, n. 44, p. 11519-11530, 2018. DOI 10.1021/acs.jafc.8b03096. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jafc.8b03096?casa_token=q-OIE6CSRN8AAAAA%3AExfciLpzQsihFiaQzIbbrsDH9tBzOp713AmxEjxrY3alB9XE6cIxT0IJLzoYHYsCrskHau9jiSnPM9c. Acesso em: 3 dez. 2022.
- COMETTI, N. N. *et al.* Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico-sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, [Recife], v. 26, n. 2, p. 262-267, 2008. DOI 10.1590/S0102-05362008000200027. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/HsH735SySknvSv8QyBbFJXs/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- COSTA, J. A. *et al.* Comprimento e índice de expansão radial do hipocótilo de cultivares de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 29, n. 4, p. 609-612, 1999. DOI 10.1590/S0103-84781999000400006 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/LjFLqbHW4RmLVMJRRMkMg4R/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- DANTAS, N. B. L. **Condicionamento fisiológico e tolerância ao estresse salino em sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/1879> Acesso em: 3 dez. 2022.
- DHAKSHAYANI, G. M.; PRIYA, S. J. A comparative study of phytochemical, antioxidant, anticarcinogenic, and antidiabetic potential of coriander (*Coriandrum sativum* L.): Microgreen and mature plant. **Foods and Raw materials**, [Kemerovo], v. 10, n. 2, p. 283-294, 2022. DOI 10.21603/2308-4057-2022-2-539. Disponível em: <https://jfrm.ru/en/issues/20341/20536/>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- DI GIOIA F.; SANTAMARIA P. (ed.). **Microgreens: Novel Fresh and Functional Food to**

Explore All the Value of Biodiversity. Bari: ECO-Logica, 2015.

EBERT, A. W. Sprouts and Microgreens—Novel Food Sources for Healthy Diets. **Plants**, Basel, v. 11, n. 4, p. 571, 2022. DOI 10.3390/plants11040571. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/4/571>. Acesso em: 3 dez. 2022.

FAN, X.-X. *et al.* Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 153, p. 50-55, 2013. DOI 10.1016/j.scienta.2013.01.017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423813000332?casa_token=a3_rc_KRrywAAAAA:dEhWlpNjd-Jo1cCLd0t8dDAQQs232penf1MSF2LWp0JgYtTvX8ZN4xvtGUF62b7Pds0d5h6UA. Acesso em: 3 dez. 2022.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI 10.1590/S1413-70542011000600001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh/abstract/?lang=en>. Acesso em: 3 dez. 2022.

FREITAS, I. S. **Suplementação luminosa com lâmpadas LED no cultivo de microverdes em ambiente protegido**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-12082020-173606/en.php>. Acesso em: 3 dez. 2022.

GEROVAC, J. R.; CRAVER, J. K.; BOLDT, J. K.; LOPEZ, R. G. Light intensity and quality from solesource light-emitting diodes impact growth, morphology, and nutrient content of brassica microverdes. **HortSci**, 497-503, 2016.

GONÇALVES, A. L. Recipientes, embalagens e acondicionamentos de mudas de plantas ornamentais. *In*: MINAMI, K. (org.). **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T a Queiroz, 1995.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. 2nd ed. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. Disponível em: <https://archive.org/details/watercultureme3450hoag>. Acesso em: 3 dez. 2022.

JOHNSON, S. A. *et al.* Comprehensive Evaluation of Metabolites and Minerals in 6 Microgreen Species and the Influence of Maturity. **Current Developments in Nutrition**, [London], v. 5, n. 2, p. 1-12, 2021. DOI: 10.1093/cdn/nzaa180. Disponível em: <https://academic.oup.com/cdn/article/5/2/nzaa180/6041711>. Acesso em: 3 dez. 2022.

JONES-BAUMGARDT, C.; LLEWELLYN, D.; ZHENG, Y. Different Microgreen Genotypes Have Unique Growth and Yield Responses to Intensity of Supplemental PAR from Light-emitting Diodes during Winter Greenhouse Production in Southern Ontario, Canada. **HortScience**, [s. l.], v. 55, n. 2, p. 156-163, 2020. DOI: 10.21273/HORTSCI14478-19. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/55/2/article-p156.xml>. Acesso em: 3 dez. 2022.

- KAMAL, K. Y. *et al.* Evaluation of growth and nutritional value of Brassica microgreens grown under red, blue and green LEDs combinations. **Physiologia Plantarum**, [s.l.], v. 169, n. 4, p. 625-638, 2020. DOI: 10.1111/ppl.13083. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ppl.13083>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- KEUTGEN, N. *et al.* Nutritional and Sensory Quality of Two Types of Cress Microgreens Depending on the Mineral Nutrition. **Agronomy**, Basel, v. 11, n. 6, p. 1110, 2021. DOI: 10.3390/agronomy11061110. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/6/1110>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- KYRIACOU, M. C. *et al.* Phenolic Constitution, Phytochemical and Macronutrient Content in Three Species of Microverdes as Modulated by Natural Fiber and Synthetic Substrates. **Antioxidants**, [Basel], v. 9, n. 3, p. 252, 2020. DOI: 10.3390/antiox9030252. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3921/9/3/252>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- LOCONSOLE, D. *et al.* Optimization of LED Lighting and Quality Evaluation of Romaine Lettuce Grown in An Innovative Indoor Cultivation System. **Sustainability**, [Basel], v. 11, n. 3, p. 841, 2019. DOI: 10.3390/su11030841. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/3/841>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- MEDEIROS, M. A. *et al.* **Efeito do consórcio cultural no manejo ecológico de insetos em tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/782936/1/cot65.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- MIR, S. A.; SHAH, M. A.; MIR, M. M. Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [San Diego], v. 57, n. 12, p. 2730–2736, 2017. DOI 10.1080/10408398.2016.1144557 Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2016.1144557>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- MORARU, P. I.; RUSU, T.; MINTAS, O. S. Trial Protocol for Evaluating Platforms for Growing Microgreens in Hydroponic Conditions. **Foods**, Basel, v. 11, n. 9, p. 1327, 2022. DOI 10.3390/foods11091327. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/9/1327>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- ORLANDO, M. *et al.* The inclusion of green light in a background of red and blue light affects the growth and functional quality of plant and flower microgreen species. **Horticulturae**, Basel, v. 8, n. 3, p. 217, 2022. DOI 10.3390/horticulturae8030217. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/8/3/217>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- ORUNA-CONCHA, M. J. *et al.* Investigating the phytochemical, flavour and sensory attributes of mature and microgreen coriander (*Coriandrum sativum*). In: SIEGMUND, B.; LEITNER, E. (ed.). **Flavour Science**: proceedings of the XV Weurman Symposium. Austria: Graz University of Technology, 2018, p. 163–166. DOI 10.3217/978-3-85125-593-5. Disponível em: <https://openlib.tugraz.at/flavour-science-2018>. Acesso em: 3 dez. 2022.
- PALMITESSA, O. D. *et al.* Yield and quality characteristics of brassica microgreens as affected by the NH₄:NO₃ molar ratio and strength of the nutrient solution. **Foods**, [s.l.], v. 9, n. 5, p. 677, 2020. DOI 10.3390/foods9050677. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/5/677>. Acesso em: 3 dez. 2022.

PANNICO, A. *et al.* Nutritional stress suppresses nitrate content and positively impacts ascorbic acid concentration and phenolic acids profile of lettuce microgreens. **Italus Hortus**, [s.l.], v. 27, n. 3, p. 41-52, 2020. DOI 10.26353/j.itahort/2020.3.4152. Disponível em: Acesso em: 3 dez. 2022.

PAULA, F. S. M.; MARIANO, W. C. Sistema de automação para cultivo de baby leaf com iluminação artificial. In: XXII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA *et al.*, 22., 2016, Bragança Paulista. **Anais** [...]. Bragança Paulista: Universidade São Francisco, 2016. p. 1-11. Disponível em: https://www.usf.edu.br/ic_2016/pdf/ic/tecnologia/SISTEMA-DE-AUTOMACAO-PARA-CULTIVO-DE-BABY-LEAF-COM-ILUMINACAO-ARTIFICIAL-1.pdf. Acesso em: 3 dez. 2022.

PINTO, E. *et al.* Comparison between the mineral profile and nitrate content of microgreens and mature lettuces. **Journal of Food Composition and Analysis**, [s.l.], v. 37, p. 38-43, 2015. DOI 10.1016/j.jfca.2014.06.018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157514001513?casa_token=g_Y19A2xTTgAAAAA:TPBrUzP4wQdj8AdYd-K42ns7-6arVIehthPWtbQnVXR0nn7SZRaJ1xkt6-mGUWK2GD_5FIUvoA. Acesso em: 3 dez. 2022.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. 2 ed. Brasília, DF: Agiplan, 1985.

REZENDE, R. *et al.* Diferentes soluções nutritivas aplicadas em duas vazões na produção hidropônica da cultura da alface. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 354-363, 2007. DOI 10.15809/irriga.2007v12n3p354-363. Disponível em: <https://actaarborea.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3312>. Acesso em: 3 dez. 2022.

ROCHA, R. R. *et al.* **Microverdes: Tendência na horticultura**. [S.l.]: Campo & Negócios, 2021. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/microverdes-tendencia-na-horticultura-2/>. Acesso em: 14 nov. 2022.

SAMUOLIENE, G. *et al.* Nutrient Levels in Brassicaceae Microverdes Increase Under Tailored Light Emitting Diode Spectra. **Frontiers in Plant Science**, [s.l.], v. 10, p. 1475, 2019. DOI 10.3389/fpls.2019.01475. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.01475/full>. Acesso em: 3 dez. 2022.

SILVEIRA, P. M.; NASCENTE, A. S.; SILVA, J. G. The effect of longitudinal distribution and seed depth on grain yield of common bean. **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 40, n. 1, p. 90-97, 2018. DOI 10.1590/2317-1545v40n178801. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/Crs4tthfhtDpKSjpg7KLPDb/abstract/?lang=en>. Acesso em: 3 dez. 2022.

SONG, B. *et al.* Study of the Relationship between Leaf Color Formation and Anthocyanin Metabolism among Different Purple Pakchoi Lines. **Molecules**, [Basel], v. 25, n. 20, p. 4809, 2020. DOI 10.3390/molecules25204809. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/20/4809>. Acesso em: 3 dez. 2022.

THOMA, F. *et al.* Effects of Light on Secondary Metabolites in Selected Leafy Greens: A Review. **Frontiers in Plant Science**, [s.l.], v. 11, p. 497, 2020. DOI 10.3389/fpls.2020.00497. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.00497/full>. Acesso em:

3 dez. 2022.

TORRES, S. B. *et al.* Deterioração controlada em sementes de coentro. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 34, n. 2, p. 319-326, 2012. DOI 10.1590/S0101-31222012000200018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/Wy37B9HVQ6JjHDRbpzVLSgB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 3 dez. 2022.

VASCONCELOS, L. S. B. *et al.* Desenvolvimento de plantas de coentro em função da força iônica da solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 19, n. 1, p. 11-19, 2014. DOI 10.12661/pap.2014.003. Disponível em: <https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/34>. Acesso em: 3 dez. 2022.

XIAO, Z. *et al.* Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. **Journal of agricultural and Food Chemistry**, [Washington], v. 60, n. 31, p. 7644-7651, 2012. DOI 10.1021/jf300459b. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf300459b>. Acesso em: 3 dez. 2022.

YING, Q. *et al.* Responses of yield and appearance quality of four *Brassicaceae* microgreens to varied blue light proportion in red and blue light-emitting diodes lighting. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 259, p. 108857, 2020. DOI 10.1016/j.scienta.2019.108857. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423819307435?casa_token=HC0f_M0d-tcAAAAA:I-zwGGNjEaJJ0j-0Oz74ON-xjxp7L-2FLLnPOQ0fXBRf6wGj1eF9bx-j3M6k3D6Olm4RlknOA. Acesso em: 3 dez. 2022.