

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL-IFRS
BENTO GONÇALVES

EDUARDA CRISTINA PASINI CETTOLIN

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE HORTALIÇAS MICROVERDES

BENTO GONÇALVES

2024

EDUARDA CRISTINA PASINI CETTOLIN

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE HORTALIÇAS MICROVERDES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Horticultura no Instituto Federal do Rio Grande do Sul -Campus Bento Gonçalves, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnóloga em Horticultura.

Orientador: Prof. Miguel Angelo Sandri

Bento Gonçalves

2024

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pela vida e pela oportunidade de estar concluindo mais esta etapa da minha vida, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Aos meus familiares, especialmente ao meus pais Claudimir e Fatima e meu irmão Willian que não mediram esforços para me ajudar na fase do experimento, os quais são meus exemplos de vida, gratidão pelo incentivo.

Ao meu namorado, pela paciência e por me auxiliar quando eu mais precisei, pela compreensão e conselhos.

Aos meus amigos e colegas que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho. Especialmente ao meu colega/amigo Eduardo, o qual esteve comigo desde o início da faculdade, onde embarcamos juntos nessa caminhada, gratidão pelos conselhos, ajudas, trabalhos e trocas de experiências.

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica, gratidão.

Ao IFRS Campus Bento Gonçalves, pela oportunidade de desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao professor Miguel por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade, obrigado pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

E a todos aqueles que indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e acompanharam minha caminhada: meu muito OBRIGADO.

RESUMO

Os microverdes são uma nova tendência no mercado, a sua produção ocorre entre 8 e 21 dias apresentando uma vida útil mais curta. Conhecidas como plântulas, colhidas e consumidas em sua fase imatura, são grandes promotoras da saúde e bem-estar, consideradas altamente nutritivas. Algumas pesquisas indicam que alguns microverdes contêm altas concentrações de vitaminas e minerais evidenciando seu valor nutricional significativo. Essa cultura veio para facilitar a vida e contribuir na produção doméstica e sustentável. Provedores de vitaminas como: A, C, E, K, as quais são envolvidas em diversas funções do corpo. Dessa forma o presente estudo objetivou avaliar o desenvolvimento e produtividade das culturas de microverdes como alface, beterraba e coentro, submetidas ao mesmo substrato e tratos culturais com finalidade na obtenção de resultados viáveis para aplicabilidade do sistema de produção. A condução do experimento foi realizada na propriedade de Eduarda Cettolin no município de Santa Tereza/RS, em local fechado coberto com sombrite preto o qual receberá luz difusa. Foram dispostas 4 repetições de cada variedade de alface, beterraba e coentro, cada uma numa bandeja circular com 18 cm de diâmetro com 8 cm de altura usando-se 200 gramas de substrato e a semeadura foi realizada utilizando 0,56 gramas de alface, 2 gramas de beterraba e 3,23 gramas de coentro. Foram medidas a temperatura e a umidade todos os dias, foram avaliados também altura e comprimento dos cotilédones, massa fresca e massa seca. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. O estudo avaliou o impacto das condições ambientais (temperatura, umidade e luminosidade) no crescimento e produtividade de microverdes de alface, beterraba e coentro. Durante o período experimental, temperaturas variaram entre 11°C e 35°C, e a umidade relativa manteve-se elevada (72% a 98%), favorecendo o crescimento das plantas. A alface apresentou o maior crescimento em altura (6,08 cm), maior teor de água (92%) e maior massa fresca (6,83 g), refletindo sua adaptação às condições ambientais. A beterraba destacou-se na massa seca (0,56 g), enquanto o coentro apresentou menor desempenho em altura e massa fresca, indicando sensibilidade a variações climáticas. As diferenças entre as espécies foram atribuídas a fatores como características fisiológicas, substrato, tempo de germinação e resposta à iluminação. O estudo reforça a importância de condições controladas para o cultivo de microverdes, destacando a alface como a espécie mais adaptada ao cultivo em ambientes controlados devido à sua alta produtividade e adaptação climática.

Palavras-chave: Microverdes, Produção Sustentável, Valor Nutricional

1. INTRODUÇÃO

Os Microverdes são uma nova tendência de mercado, sendo ricos em nutrientes e também em compostos bioativos, como vitaminas, minerais e antioxidantes, entre outros. A produção ocorre entre 8 e 21 dias, apresentando uma vida útil mais curta. Esta forma de produção utiliza substrato no lugar de solo, sendo sendo conveniente para ambientes comerciais como feiras orgânicas e restaurantes especializados no assunto e para espaços indoor, produzidos de forma rápida e consumidos na fase jovem.

São hortaliças jovens, bem pequeninhas, conhecidas como plântula, colhidas e consumidas em sua fase imatura, quando ainda apresentam suas primeiras folhas e recebem este nome pois são uma versão micro de hortaliças. Essas plantinhas são promotoras da saúde e do bem-estar, altamente nutritivas, macias, tem cor e sabor mais acentuado em relação as plantas na sua fase adulta. Saudáveis e fáceis de cultivar, estes alimentos são ricos em minerais como: potássio, cálcio, magnésio, ferro zinco e manganês, entre outros (DI GIOIA; SANTAMARIA, 2015).

Dentro deste cenário, esta cultura veio para facilitar a vida e contribuir na produção doméstica, sustentável e no bem-estar, é uma alternativa viável pois apresenta uma composição nutricional eficiente por serem classificados como alimentos biogênicos, ou seja, promotores de boa qualidade de vida por possuírem alta taxa enzimática e de minerais essenciais.

Segundo Xião (et al. 2016), os microverdes podem constituir uma boa fonte de vitaminas. Em estudo realizado com 25 espécies de microverdes, se destaca as maiores concentrações de ácido ascórbico, carotenoides, filoquinonas e tocoferóis nos microverdes de repolho roxo, coentro, amaranto-granada e rabanete daikon verde, quando em comparação com as concentrações nutricionais nas folhas maduras. Foi avaliada também a composição mineral de 30 espécies de microverdes da família Brassicaceae, as quais apresentaram-se como fontes significativas de ferro, zinco, cálcio e potássio. A família das Brassicaceae é popular para o cultivo de microverdes pois têm sua germinação rápida e ciclo de crescimento curto, varia entre espécies tanto em coloração como sabor e possui elevadas concentrações de compostos benéficos à saúde humana (XIÃO et al., 2012).

Investigadores têm explorado as suas diversas composições químicas, bem como as suas respectivas funções e importância na saúde humana devido à crescente procura na sua utilização. São atribuídos como alimentos funcionais ricos em vários fitoquímicos e nutrientes dos quais se espera que forneçam uma certa solução para a ocorrência de algumas doenças crônicas como obesidade, diabetes, câncer entre outras, profissionais da saúde, nutricionistas e pesquisadores acreditam na eficiência e no uso de microverdes na promoção da saúde humana (BHASWANT; SHANMUGAM; MIYAZAWA, 2023).

Provedores de diversas vitaminas como: Vitamina C responsável pelo funcionamento do corpo, Vitamina K, Vitamina E, as quais são envolvidas em diversas funções do corpo especialmente em impulsos nervosos, Vitamina A presentes em plantas de cor avermelhada, desempenham papel importante na inibição de radicais livres e na indução de apoptose em células cancerígenas e os antioxidantes os quais auxiliam na promoção da atividade metabólica. (BHASWANT; MIYAZAWA, 2023).

Os microverdes podem ser considerados uma inovação do conceito de hortaliças. Possuem uma grande vantagem sobre as outras categorias de vegetais, pois não impactam o meio ambiente, não exigem grandes espaços de cultivos e aproveitando o máximo das condições de luz e nutrientes do substrato e são vendidas mantendo suas mudas vivas (DI GIOIA & SANTAMARIA, 2015).

O cultivo comercial de microverdes têm menos de 5 anos no Brasil, com potencial de crescimento no mercado, podem ser de espécies olerícolas, medicinais, condimentares e até mesmo de plantas alimentícias não convencionais (DI GIOIA et al., 2017). A melhor parte é a sua praticidade de cultivo, eles geralmente são cultivados ao atingirem o estágio máximo de expansão cotiledonar, quando a plântula possui entre 5 e 10 cm de comprimento. Esse tipo de cultivo é valorizado pela aparência atrativa, sabor e alto teor de nutrientes.

O substrato utilizado no cultivo de microverdes deve apresentar propriedades físicas e químicas adequadas, pois ele é responsável por dar sustentação a planta e garantir o fornecimento de água, nutrientes e oxigênio, devendo estar livre de patógenos e ainda apresentar um baixo custo e facilidade de aquisição, os materiais mais utilizados são: fibras de coco, casca de arroz, húmus e espuma fenólica (CORRIJO et al., 2019; SANTOS, 2019; WIETH et al., 2019).

Segundo Shahzada Abbas (2020), de acordo com estudos recentes, a produção de microverdes pode ter um valor econômico significativo, especialmente para pequenos produtores rurais que buscam diversificar suas atividades e ampliar sua renda.

Nos Estados Unidos e no Reino Unido a produção de microverdes tem crescido rapidamente nos últimos anos devido à demanda por alimentos saudáveis e frescos (BRAGA; SANTOS; PEREIRA, 2021; ACHAPYA et al., 2021).

Esse trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento e a produtividade das culturas de microverdes de alface, coentro e beterraba, submetidas ao mesmo substrato e as mesmas condições de tratamentos culturais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os microverdes, também chamados de microgreens, são pequenas hortaliças produzidas através de diferentes espécies vegetais que apresentam ciclo de produção relativamente curto. São hortaliças consumidas ainda em fase cotiledonar, com as primeiras folhas verdadeiras (RENNA et al., 2018).

Em meados de 1980 foi introduzida a produção de hortaliças na forma de microgreen ou microvegetal que é um termo que surgiu na Califórnia, Estados Unidos. Trata-se de um vegetal colhido quando as primeiras folhas verdadeiras estão no início do seu desenvolvimento. Embora seja de pequeno tamanho, possui sabor expressivo, e por ser uma planta recém-emergente, pode ser fonte densa de nutrientes os quais possuem uma elevada quantidade de nutrientes promotores da saúde (XIÃO, 2012).

O consumo de microverdes vem crescendo por se tratar de uma alternativa de produção viável até mesmo dentro de apartamento ou em áreas urbanas São produtos que podem ser colhidos pelos próprios consumidores finais. Sua colheita pode ser realizada de 7 a 21 dias após sua germinação, o que demonstra sua rapidez de desenvolvimento (SANTOS, 2019).

Os microverdes contêm concentrações mais altas de constituintes como antioxidantes, fenóis, vitaminas e minerais do que os vegetais maduros ou sementes. Portanto, são considerados alimentos funcionais que têm propriedades de promoção à saúde ou de prevenção de doenças como fatores adicionais aos seus valores nutricionais normais, além de serem altamente valorizados pela abundante fonte de componentes bioativos (JANOVSKA, 2010).

Segundo Pinto (2015), relatórios recentes demonstram que os microverdes contêm maiores quantidades de fitonutrientes (ácido ascórbico, b-caroteno, a-tocoferol e filloquinona) e minerais (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Se e Mo) e menor teor de nitrato do que suas folhas maduras. Segundo Xião (2015) as espécies mais exploradas são pertencentes às famílias Brassicaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Laminaceae, Apiaceae, Amarillydaceae, Amaranthaceae e Cucurbitaceae.

A multiplicidade de benefícios dos microverdes incitou extensos estudos e avanços tecnológicos, uma tendência que se acelerou na década de 2020. Várias espécies e cultivares

subutilizadas foram investigadas quanto à sua composição nutricional e benefícios à saúde (ALTUNER, 2021).

Segundo Truzzi (2021) houve vários estudos recentes sobre o efeito antiproliferativo dos microverdes e seus mecanismos subjacentes e nos estudos *in vitro* revelam uma inibição notável e seletiva contra células cancerígenas, destacando as espécies brócolis, couve, mostarda, rabanete, ervilha, soja, cevada, beterraba e amaranto. Estudos mostram que estes efeitos antiproliferativos podem ser atribuídos a dois fatores. Primeiro, os microverdes são uma fonte abundante de antioxidantes, incluindo vitaminas A C e E, bem como compostos fenólicos. Esses compostos eliminam o excesso de ERO (espécies reativas de oxigênio) e ajudam a manter a sinalização normal, prevenindo danos celulares induzidos pelas células cancerígenas (CARNO 2018). Em segundo lugar, descobriu-se que certos polifenóis, como a epigallocatequina-3-galato, o trans-resveratrol, a quercetina e a curcumina, podem atuar como pró-oxidantes, produzindo peróxido de hidrogênio que matam as células cancerígenas sem danificar significativamente os tecidos normais (D'ANGELO, 2017).

As formas de cultivos dos microverdes tem sido em diversos sistemas e níveis de sofisticação, modo de cultivo pode ser feito em câmaras sob luz artificial ou cultivados em estufas, sendo esse último geralmente mais aderido para escalas de produção sendo que as condições de cultivo variam para cada espécie, a temperatura, a umidade e a luminosidade são as principais variáveis. É uma agricultura baseada em substrato, ou seja, sem solo convencional e seu cultivo fica indicado para locais que fazem uso especializado como restaurantes e no cultivo doméstico. Esses sistemas aproveitam substratos sem solo, como turfa, fibra de coco, esteira de cânhamo, lã de rocha, o substrato deve garantir por meio de sua fase sólida a manutenção mecânica do sistema radicular e estabilidade da planta; da fase líquida o suprimento de água e nutrientes e; da fase gasosa, o suprimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o ar externo (LAMAIRE, 1995). Os substratos são fundamentais no cultivo de plantas, pois fornecem suporte físico, retenção de água e aeração para as raízes. Eles também oferecem nutrientes essenciais para o crescimento das plantas, melhoram a fertilidade do solo, aumentam a resistência das plantas contra pragas e doenças e favorecem o desenvolvimento das raízes. Já o papel mata borrão, utilizado principalmente em testes de sementes, é importante por ser livre de contaminantes, proporcionar boa retenção de água e permitir um ambiente limpo para a germinação, ou outros materiais porosos inertes e fornecem água por meio de gotejamento/pulverização de cima para baixo ou de baixo para cima (DI GIOIA, 2017).

Um dos fatores que se destaca no cultivo de microverdes, independente das hortaliças cultivadas, é o substrato. Na escolha de um substrato, devem-se observar suas características físicas, químicas e biológicas, assim como, a espécie a ser plantada, o custo e a disponibilidade do material (LACERDA,2015). O substrato exerce influência na manutenção do sistema radicular da planta, através de sua fase sólida. Na sua porção líquida no fornecimento de água e nutrientes. Na parte gasosa no transporte de oxigênio e carbono entre as raízes (MINAMI & PUCHALA, 2020).

Outro fator a ser observado para o desenvolvimento dos microverdes é a luz que atua como fonte de energia essencial para o crescimento das plantas. Além disso, a condutividade elétrica da água (CEA) também é um parâmetro central a ser monitorado, sendo ambos amplamente estudados para otimizar a produção de microverdes (ALRIFARI, 2019). Em resumo, o espectro de luz afeta o rendimento, o conteúdo e perfil de metabolismo secundários de uma forma peculiar das espécies. O fotoperíodo interage com ritmo circadiano das plantas, regula a absorção e o crescimento de nutrientes, e altera a produção de metabólitos secundários (LIU, 2022). Ainda, segundo Kong & Zheng (2021), o bloqueio e subsequente exposição à luz causam alterações fisiológicas e bioquímicas denominadas estiolamento, respectivamente a modulação de tais processos por meio da manipulação do tempo da primeira exposição a luz altera o rendimento, o comprimento e os níveis de nutrientes dos microverdes.

Apesar de seus diversos benefícios, os microverdes apresentam variados problemas de conservação e durabilidade, devido ao seu difícil armazenamento, por possuírem folhas frágeis, com facilidade de murchar e senescência precoce. Por isso, precisam de embalagens que facilitem sua respiração e mantenham sua qualidade vital e visual, já que seu consumo muitas vezes é regido por sua aparência (TURNER, 2020).

Os microverdes são uma novidade no Brasil, seja para consumidores quanto para pequenos produtores rurais e devido aos parâmetros para cultivo e conservação, a umidade e temperatura variam de acordo com cada estado, torna-se necessário a realização de pesquisas que avaliem as melhores condições de conservação adaptadas para essa região, agregando também estratégias adequadas de pré e pós-colheita, de modo a permitir que os microverdes mantenham o maior nível possível de seu valor nutricional (CASTELLINO 2018).

Atentando para a questão comercial, Brentlinger (2005), reforça que os microverdes, apesar do pequeno tamanho, fornecem cores vivas, sabores intensos e texturas nítidas. Uma das formas de uso é na decoração de pratos, assim como, na guarnição ou como novo ingrediente em

saladas. Desta maneira, pesquisadores, produtores e extensionistas buscam explorar essas tendências e oportunidades futuras para novos nichos de mercado (KYRIACOU, 2016).

Dentre as hortaliças que pode ser cultivadas como microverdes uma espécie ainda pouco utilizada é o Coentro (*Coriandrum sativum* L.), que é uma hortaliça muito conhecida no mundo, contém uma ampla gama de elementos fitoquímicos, que o tornam um alimento funcional para a saúde. Essa espécie possui propriedades antioxidantes, anticancerígena, neuroprotetora, anticonvulsivante, analgésica, hipolipemiante, analgésica e anti-inflamatória. Embora o coentro seja amplamente conhecido e utilizado em diversas culturas ao redor do mundo, ele ainda é pouco cultivado como microverde, o que pode ser atribuído a uma série de fatores culturais e tabus relacionados à sua palatabilidade. Muitas pessoas associam o coentro a um sabor forte e, em alguns casos, desagradável, o que pode limitar sua aceitação em algumas culturas, especialmente em países onde seu gosto é menos apreciado. Além disso, em algumas tradições culinárias, o coentro é considerado um tempero muito específico, não sendo tão flexível quanto outras ervas na composição de pratos. Essas questões culturais influenciam diretamente na procura por essa hortaliça, limitando seu cultivo e consumo (DHAKSHAYANI, 2022).

Kyriacou (2020) destaca que uma das características desejáveis em microverdes é a coloração mais intensa da planta, o que pode ser claramente observado no centro. Estudando a aceitabilidade de 12 variedades e espécies, verificou-se que o coentro pontuou no nível mais alto de aceitação pelos consumidores.

O microverde beterraba (*Beta vulgaris* L.), é uma das hortaliças ricas em compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas e que possui funções biológicas de extrema importância como prevenção de cânceres e de doenças cardiovasculares. Planta herbácea pertencente à família das Amaranthaceae que possui ao longo do ano todo e ciclo de 90 a 110 dias, as sementes são de cor vermelho castanho e medem aproximadamente de 1,5 x 3 mm (TRIVELLI, 2011) (RAMOS,2016). Entre as principais cultivares de beterraba está a “Maravilha”. Destacando-se por apresentar alta produtividade, ótima uniformidade, desenvolvimento foliar e fácil formação de maços (DE SOUZA, 2014). Trata-se de uma ótima opção para cultivo de microverdes.

Outra espécie de microverde, que aparece comumente em estudos, é a família das Apiáceas, a Salsa (*Petroselinum crispum*), reconhecida como uma hortaliça folhosa de origem europeia, cujo potencial aromático é bastante conhecido. Apresenta em sua composição química vitaminas A e C, niacina e riboflavina, vitaminas pertencentes ao Complexo B, e minerais como

cálcio, potássio, fósforo, enxofre, magnésio e ferro (FACTOR, 2008). Para Rodrigues (2008), o que confere a importância à cultura de salsa não diz a respeito ao volume produzido ou seu valor de comercialização, mas a sua ampla utilização comercial como condimento, além da sua relevância para fins terapêuticos. Em geral, as famílias de Brassicaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Curcubitaceae possuem as espécies mais exploradas (KYRIACOU, 2016). As cultivares da família Brassicaceae são tidas como as mais produzidas mundialmente, dando destaque para hortaliças como brócolis, couve, rabanete, couve-flor, repolho, rúcula entre outras (DI BELLA, 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na propriedade de Eduarda Cettolin no município de Santa Tereza - Rio Grande do Sul, em local fechado em uma bancada com uma altura de 1 metro do chão o qual recebeu luz solar difusa.

Foi colocado em cada bandeja substrato “Carolina Soi” produzido a base de turfa, e utilizado o volume de 200 gramas em cada unidade. No substrato foi adicionando 100 ml de uma solução contendo nutrientes organominerais, utilizado na proporção de 6 ml para cada litro de água. Após umedecimento com borrifador, foi realizada a semeadura. O substrato “Carolina Soil “é considerado um bom substrato para germinação de sementes e enraizamento de estacas, pois possui alta porosidade e aceita a mistura de outros elementos (turfa, húmus, vermiculita, etc). A utilização do fertilizante organomineral classe A tem por objetivo facilitar a absorção dos nutrientes na planta, além de fornecer nutrientes NPK é recomendado para adubações via irrigação em qualquer cultura diluída em água.

A pesquisa foi feita utilizando-se quatro tratamentos que correspondem a quatro espécies, sendo elas: alface, beterraba, coentro. As sementes foram adquiridas da empresa ISLA. Em cada unidade experimental foram semeadas 0,56 gramas para a alface, 2 gramas para a beterraba, 3,25 gramas de coentro corresponde a uma densidade de 4 sementes por cm^2 , sendo a beterraba a única com uma semente por cm^2 . Diariamente as plantas foram irrigadas com água através de um borrifador, simulando uma bruma úmida que evitou o trauma dos cotilédocos emergentes, promovendo o desenvolvimento total do broto. A temperatura e a umidade máxima e mínima diárias foram medidas através de um termo-higrômetro, sendo feito o seu registro. A pesquisa iniciou no dia 15/10/2024 e se prolongará aproximadamente 3 semanas.

Foi registrada a data de início da germinação bem como a altura das plântulas a cada dois dias utilizando-se uma régua milimétrica. O ponto de colheita foi realizado quando as plantas atingiram 5 a 6 cm de altura. De 4 a 5 dias as sementes foram colocadas no escuro, depois passaram para um ambiente com claridade onde foi feita a aleatorização das mesmas, através de sorteio de forma aleatória dos tratamentos e suas repetições. Foram medidos o comprimento e a largura dos cotilédones, a massa fresca e a massa seca dos microverdes. Para determinação da massa seca, as repetições, após colhidas, foram colocadas em sacos de papel

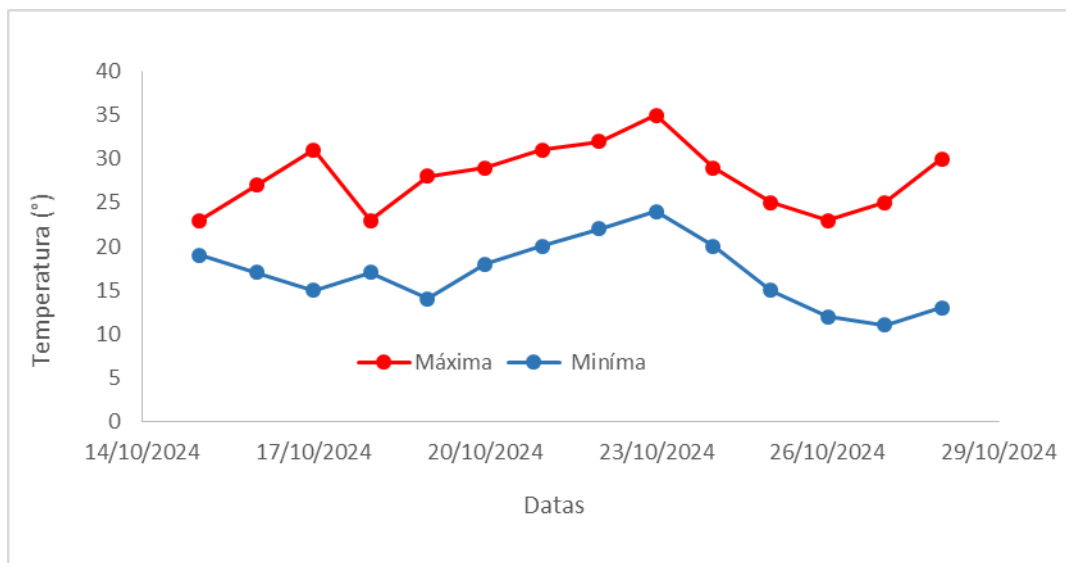
e secas em estufa de ventilação forçada à 65 °C até peso constante. Os valores médios obtidos foram analisados por software estatístico “Sisvar” através da análise da variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises dos dados obtidos no experimento, considerando o aspecto relacionado a temperaturas máximas e mínimas (figura 1) durante o período de 15/10/2024 a 28/10/2024 indicam variações significativas nas temperaturas diárias. As temperaturas máximas oscilaram entre 23°C e 35° C enquanto as temperaturas mínimas variam de 11° C a 24° C. Os dados de temperatura indicam um período de variação térmica significativa com picos de calor e amplitude térmica elevada. Quando relacionadas aos microverdes a temperatura tem um papel fundamental no processo de germinação e desenvolvimento.

Figura 1 - Dados de temperaturas máxima e mínima.

Fonte da pesquisa

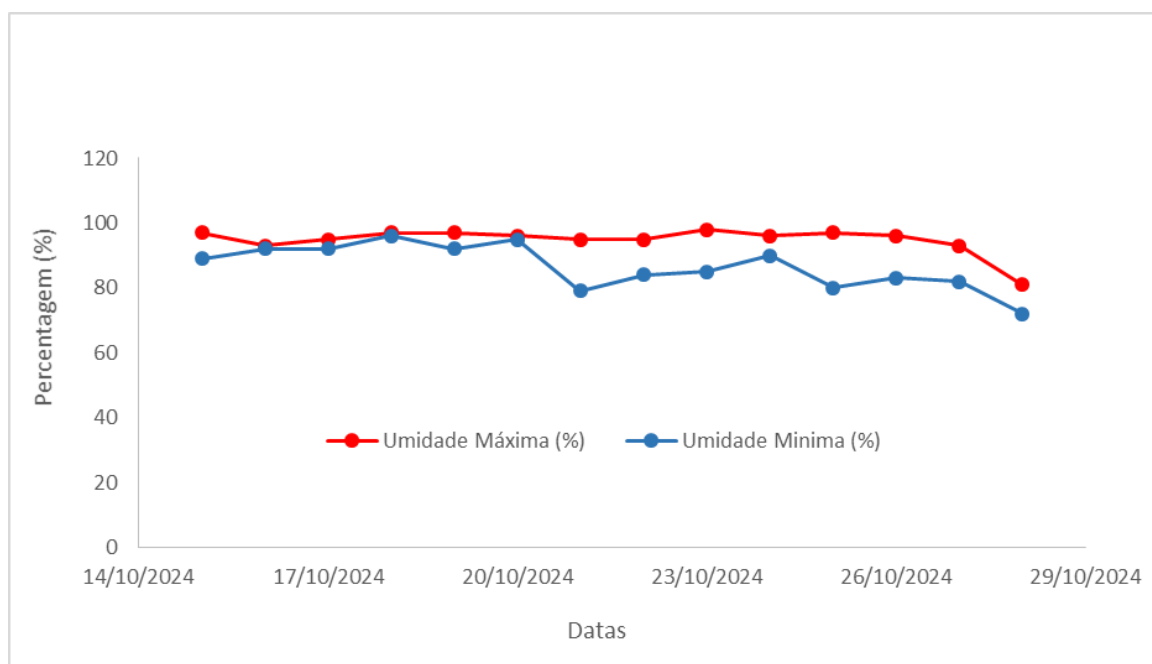


A partir dos dados do gráfico da figura 1, observa-se a amplitude térmica que ocorreram durante o experimento e Monteith (2013), salienta que a temperatura define o resultado nos cultivos. Em situações em que as plantas se encontram em temperaturas muito altas ou baixas, por consequência, elas tendem a apresentar um crescimento lento e tardio, menor produção de biomassa ou até mesmo falhas na germinação e maturação. A temperatura impacta no resultado e na qualidade do cultivo dos microverdes. As temperaturas entre 18°C a 24° C são ideais para o cultivo promovendo um crescimento saudável, folhas saborosas e alta concentração de nutrientes.

Ao longo do período do experimento foi possível perceber que as umidades máximas estavam consistentes e altas o que indica que o ambiente estava úmido o qual favorece o crescimento dos microverdes. A alta umidade é benéfica para o cultivo de microverdes pois as plantas tendem a crescer melhor, a umidade ajuda a manter a água disponível no solo e previne o ressecamento das folhas. A seguir o gráfico que apresenta a medição da umidade no experimento:

Figura 2 - Dados de Umidade Máxima e Mínima.

Fonte da Pesquisa



Com relação a umidade relativa do ar, apresentada na (Figura 2), podemos analisar que as máximas variaram entre 81% a 98% ao longo do período e a mínima variou entre 72% a 96% sendo que a o valor mais baixo registrado é 72%. Em comparação ao orientado por Ampim (2020), algumas informações como temperatura e umidade estão mais próximas de serem padronizadas por não variarem tanto, a umidade relativa média aproximadamente em torno de 70% e a temperatura 20° C.

Apartir os dados analisados podemos fazer um comparativo de crescimento de cada uma dessas espécies (alface, beterraba e coentro Figura 3) durante o período do experimento. As alturas variam de 4,8 cm a 7 cm o que é considerado um crescimento saudável, em geral as alfaces têm um crescimento moderado com média razoável, o coentro tem um crescimento mais limitado em comparação aos outros e a beterraba o que podemos observar que ela tem um

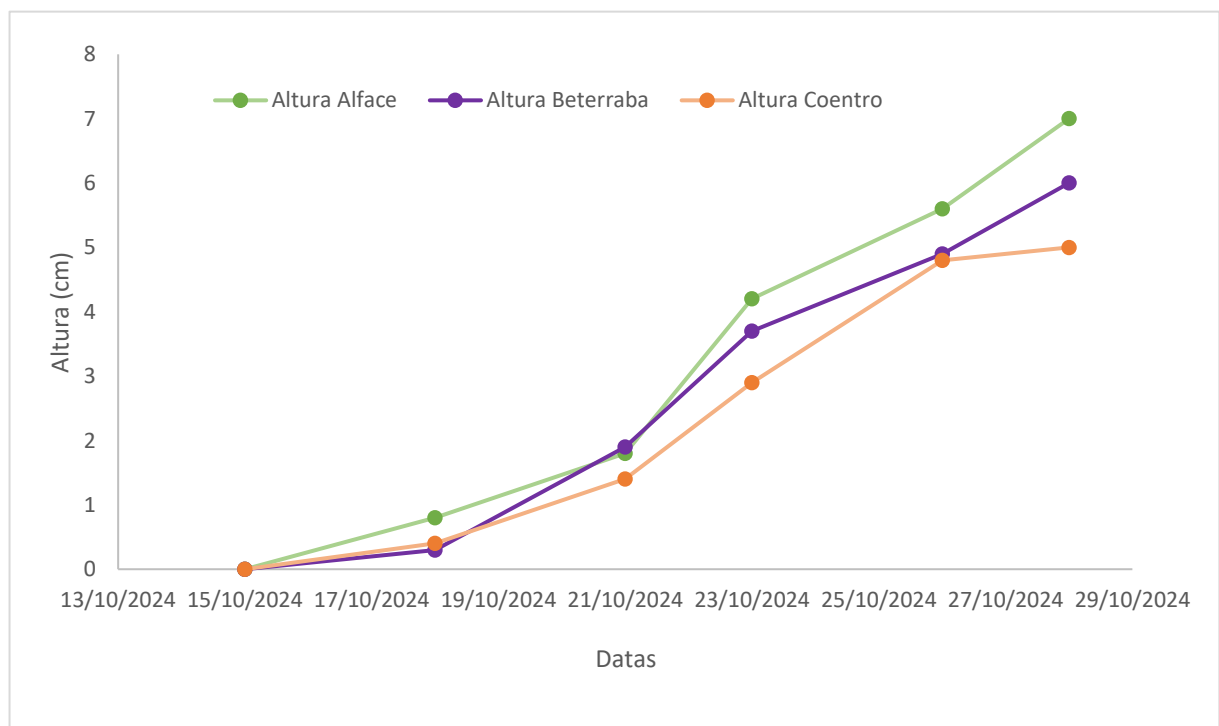
crescimento favorável, mas não chega a ter picos tão altos quanto a alface. A alface tem maior média de altura o qual indica um crescimento rápido e eficiente em comparação os outros, isso pode ser devido as condições do ambiente (luz, umidade e temperatura).

O coentro apresentou menor média de altura, o que sugere que a planta tem um crescimento mais limitado, sendo sensíveis as variações de temperatura e luz. A beterraba tem um crescimento moderado podendo ter um desenvolvimento mais lento, dependendo das condições de cultivo e do tempo disponível para o seu crescimento pois demora de 4-14 dias para germinar.

As possíveis causas para as diferenças no crescimento podem ser influenciadas por uma série de fatores, a alface pode ter se beneficiado mais em condições ambientais como luz, umidade e temperatura, segundo Medeiros (2007) a sua fácil adaptação as variadas condições ambientais faz com que ela seja uma das culturas preferidas dos produtores. O coentro pode ter se limitado por ser uma planta resistente a seca e ao calor e acabou não se adaptando as condições do clima. A beterraba por ter um ciclo mis longo e pelo experimento ter sido realizado em um tempo curto ela não atingiu seu ideal em altura.

Figura 3 - Altura das espécies de microverdes.

Fonte da pesquisa



No parâmetro massa fresca entre os tratamentos (Tabela 1) a alface apresentou a maior massa fresca considerada, seguida pela beterraba e por último o coentro, mas sem apresentar diferenças significativas, nas condições do experimento a alface desenvolveu uma biomassa mais elevada que as demais, essa variabilidade pode se dar pela capacidade de crescer rapidamente.

Na orientação de Mariani (2014), a produção de biomassa é o reflexo do rendimento que a cultura alcançou, através dos fatores ao qual está submetido. Ocorre, portanto, um maior rendimento quando as condições para o desenvolvimento são favoráveis, como a disponibilidade de água, condições de substratos e nutrientes disponíveis, desse modo permitindo interferir qual substrato fornece mais quantidade de nutrientes e apresenta melhores características físicas como: porosidade, espaço de aeração e capacidade de retenção de água.

Apesar das diferenças observadas na Tabela 1, as médias de massa fresca não são estatisticamente significativas, sabendo que a alface tenha apresentado uma maior massa fresca comparado com as demais os resultados podem ser atribuídos a outros fatores, não sendo considerado conclusivo uma superioridade de crescimento. Estas diferenças observadas podem ser atribuídas como cada espécie responde as condições de cultivo, incluindo iluminação e temperatura, entretanto algumas espécies podem se beneficiar mais com a iluminação e otimizar seu crescimento enquanto as outras podem não responder de maneira tão intensa.

Segundo Paradiso (2021) para o cultivo de microverdes, a temperatura, umidade e a luz são os principais fatores que influenciam na qualidade dos vegetais, sendo a iluminação o fator mais importante durante o crescimento das plantas, já que não é usado apenas como fonte de energia para a fotossíntese e a obtenção da autotrofia, mas como sinal para uma infinidade de respostas fisiológicas.

Comparando os resultados obtidos na Tabela 1, verifica-se que a alface possui maior valor em maior biomassa, no quisito em curto prazo, já a beterraba e o coentro ficam em posições intermediárias em termos de massa fresca.

Tabela 1. Dados de massa fresca em diferentes espécies de microverdes.

Tratamentos	Massa Fresca (Gramas)
Alface	6,83*
Beterraba	4,48
Coentro	3,86
CV (%)	27,60

*Não significativo

Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 2 apresenta os resultados de massa seca em diferentes espécies de microverdes (alface, beterraba e coentro) o qual o coentro apresentou maior média de massa seca obtendo assim um acúmulo de biomassa superior. O coentro tende a apresentar um crescimento mais robusto devido às suas características físicas.

A beterraba mostrou um valor significativo comparado com a alface, porém não apresentou diferença estatística, indicando que o processo de fotossíntese contribuiu para seu desenvolvimento, além de possuir reservas de nutrientes no cotilédono que ajuda no crescimento inicial. Já a alface mostrou o menor valor médio não sendo tão eficiente, isso pode ser atribuído ao fato de que a alface pode ter uma estrutura delicada o que pode afetar o acúmulo de massa seca sob certas condições.

De acordo com Antunes (2020) avaliar a matéria seca e fresca é de vital importância, a fim de fornecer informações relevantes para uma melhor adequação no processo de produção.

Tabela 2. Dados de massa seca em diferentes espécies de microverdes.

Tratamentos	Massa Seca (Gramas)
Alface	0,51*
Beterraba	0,56
Coentro	0,63
CV (%)	22,62

*Não significativo

Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 3 apresenta dados de alturas em centímetros referentes aos microverdes de alface, beterraba e coentro as quais foram avaliadas no experimento. Pode-se perceber que a alface apresentou maior altura média (6,08 cm), a qual possui um potencial de crescimento

maior em comparação as outras. A beterraba e o coentro apresentaram médias menores devido as suas características, seu tempo de germinação, semente e metabolismo.

Segundo Medeiros (2018) plântulas com maiores diâmetros de caule possuem superiores percentuais de sobrevivência devido ao acúmulo de lignina e celulose, o que resultará em resistências ao ataque de insetos, pragas e doenças. E ainda pode estar associado ao aporte de nutrientes oriundos do substrato, quanto mais nutrientes contidos no substrato maior o diâmetro do hypocótilo.

Fatores ambientais como a luminosidade, temperatura e a umidade podem influenciar no crescimento da planta, também o estágio de desenvolvimento pode ter influenciado pois algumas espécies tem seu crescimento mais lento ou rápido, o tamanho e a viabilidade das sementes podem também impactar na germinação. A luz é um dos fatores ambientais mais importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas. A produção de compostos secundários desejáveis que afetam a cor, o sabor e o aroma também depende da intensidade e da qualidade da luz. As plantas utilizam a luz como fonte de energia no processo de fotossíntese e respondem a essa energia de acordo com a intensidade, comprimento em que elas foram emitidas. As plantas percebem a luz através de fotorreceptores com os fitocromos e criptocormos e respondem gerando uma série de aspectos fisiológicos (MUNEER, 2014) (KOZAI, 2015).

Tabela 3. Dados de altura em diferentes espécies de microverdes.

Tratamentos	Altura (cm)
Alface	6,08*
Beterraba	5,43
Coentro	4,95
CV (%)	9,94

*Não significativo

Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 4 apresenta a percentagem de água entre as espécies destacando as variações significativas entre os tratamentos. A alface apresentou maior percentagem de água (92%) diferindo-se da beterraba (85,73%) e do coentro (86,43%).

A alface (Tabela 4) apresentou uma percentagem relativamente alta pois é comum entre as hortaliças folhosas, segundo Filgueira (2012) a cultura da alface é muito exigente em água, sendo que esta aumenta de acordo com o estágio de desenvolvimento.

Segundo Maggi (2006) geralmente as condições edafoclimáticas e a umidade do solo interferem indiretamente no potencial produtivo das hortaliças, onde o déficit hídrico ou o excesso de água pode reduzir a produção.

Por outro lado, a beterraba e o coentro com teores de água inferiores exibem uma diferença significativa em comparação à alface, esta diferença pode ser relacionada a estrutura fisiológica e morfológica da planta. A beterraba é uma raiz tuberosa, que embora contenha água ela tem um teor menor comparada as hortaliças folhosas. O coentro por sua vez é uma herbácea com folhas finas, o que reflete uma diferença na capacidade de retenção de água.

O alto teor de água em microverdes, especialmente na alface pode ser vantajoso ao mercado consumidor os quais buscam frescor e crocância, mas ao mesmo tempo torna o microverde mais suscetível a murcha e deterioração rápida pelo alto teor de água o que apresenta um desafio a comercialização e manejo de pós-colheita. Com os teores de água mais baixos a beterraba e o coentro podem ter uma vida útil pós colheita mais longa, sendo menos suscetíveis a deterioração, porém com uma textura menos crocante.

Segundo Turner (2020) apesar de seus diversos benefícios os microverdes enfrentam variados problemas de conservação e durabilidade o seu difícil armazenamento, por possuir folhas frágeis, com facilidade de murcha e senescência precoce. Por isso, precisam de embalagens que facilitem sua respiração e mantenha sua qualidade visual, já que seu consumo muitas vezes é regido por sua aparência.

Como os microverdes são cultivados em ambientes controlados fechados ou hidropônicos as condições podem ser otimizadas para prevenir a ocorrência de fungos, fazendo um controle rigoroso de umidade e temperatura do local. A menor necessidade do uso de fungicidas se torna uma vantagem para os produtores.

Segundo Verliden (2020) por se tratar de plantas jovens e comestíveis, os microverdes limitam o uso de fungicidas como método de controle, por isso estudos têm sido desenvolvidos testando métodos de controle biológico, com o uso do fungo *Trichoderma* e bactérias endofíticas do gênero *Herbaspirillum*.

A análise do teor de água nos microverdes mostrou que, em geral, esses vegetais jovens apresentam um alto conteúdo de água, o que pode influenciar sua textura, sabor e durabilidade pós-colheita.

Tabela 4. Dados de percentagem de água em diferentes espécies de microverdes.

Tratamentos	Percentagem de água (%)
Alface	92,00 a
Beterraba	85,73 b
Coentro	86,43 b
CV (%)	2,21

*Valores na coluna não seguidos pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa objetivou a análise de diferentes espécies de microverdes, as quais geraram resultados positivos quanto à produtividade. No entanto, o impacto das condições ambientais como luz, umidade e temperatura no desenvolvimento dos microverdes se distinguiu significativamente entre os tratamentos.

Com destaque na alface que apresentou maior crescimento em altura e maior teor de água e refletiu sua adaptação as condições ambientais favoráveis, a beterraba por sua vez apresentou um crescimento moderado, a qual se destacou em acumular maior quantidade de massa seca, já o coentro teve seu crescimento limitado com menor altura e menor massa fresca o qual pode ser atribuído às suas características fisiológicas. No entanto, estatisticamente as espécies não diferiram entre si.

As análises de temperatura e umidade indicaram um ambiente favorável para o cultivo de microverdes, porém as altas temperaturas acima de 30°C podem limitar o crescimento da planta, apesar disso com a umidade elevada ajudou a manter a água disponível no substrato prevenindo o ressecamento das folhas.

Com relação ao teor de água pode-se analisar que a alface manteve um percentual de água mais elevado em comparação as outras, todavia o que se torna mais vantajoso para a durabilidade pós-colheita são os menores valores de percentagem de água as quais faz-se menos suscetíveis à murcha e a deterioração.

Dentre as espécies testadas pode-se inferir que a alface é a espécie de microverdes mais indicada para produção, pois seus resultados mostraram que a cultura se adaptou bem as condições de cultivo, temperatura e umidade, uma vez que possui maior capacidade de desenvolvimento. Sendo assim estes resultados são importantes pois foi possível analisar as melhores práticas para garantir a qualidade de um produto final.

Retomando a percepção de Kyriacou (2016), os microverdes ainda estão em uma fase inicial de desenvolvimento, sendo uma prática de cultivo relativamente nova. Apesar da disponibilidade limitada de informações científicas sobre seu cultivo e potencial, pesquisas vêm avançando rapidamente, revelando a enorme capacidade dessa técnica como superalimento. No entanto, para que os microverdes se popularizem e se tornem mais amplamente aceitos, é

necessário superar desafios culturais, questões relacionadas ao tabú de palatabilidade e à falta de familiaridade com essa forma de cultivo. A aceitação dos microverdes pode ser dificultada pelo fato de muitas pessoas não estarem habituadas ao seu sabor e à ideia de consumi-los, especialmente quando comparados a hortaliças mais tradicionais. Além disso, o mercado local ainda encontra dificuldades em se adaptar à demanda por esses produtos, muitas vezes devido ao custo mais elevado das sementes especiais para microgreens, que podem ser mais difíceis de encontrar em lojas convencionais de jardinagem. No entanto, com o crescente interesse por alimentação saudável e sustentável, há uma tendência crescente para a popularização dos microverdes, principalmente nas grandes cidades, onde a busca por alimentos frescos, nutritivos e com alto valor agregado está em expansão.

Para que esse cultivo se torne mais acessível, seria necessário aumentar a oferta de sementes específicas para microgreens, muitas das quais são vendidas por lojas especializadas ou podem ser adquiridas online. Além disso, o incentivo à pesquisa, o desenvolvimento de técnicas agrícolas mais eficientes e a promoção de campanhas educativas podem contribuir para quebrar o tabu sobre o consumo dessas plantas. A integração de microverdes em mercados locais, restaurantes e feiras, além da criação de sistemas de cultivo urbanos, pode ampliar o acesso a esses alimentos nutritivos e saborosos, tornando-os mais populares e aceitos por uma variedade maior de consumidores.

Dessa forma, o cultivo de microverdes pode se estabelecer não só como uma tendência saudável, mas também como uma opção acessível e vantajosa para pequenos agricultores, estimulando a economia local e promovendo uma alimentação mais sustentável e nutritiva.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, Chizumi; HASWANT, Maharshi; MIYAZAWA, Taiki; MIYAZAWA, Teruo; SHANMUGAM, Dilip Kumar. **Microgreens—A comprehensive review of bioactive molecules and health benefits**. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/2/867>. Acesso em: 20 maio 2024.

ANDRADE, Bruna Strechar de; LANG, Michele Cristina. **Desenvolvimento de microverdes de beterraba (*Beta vulgaris* L.) em diferentes substratos**. Curso de Agronomia, Artigo Original. 2023. Disponível em: <https://revistas.icesp.br/index.php/Real/article/viewFile/5172/2958>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BALDI, Ada; BULGARI, Roberta; FERRANTE, Antonio; LENZI, Anna. **Yield and quality of basil, Swiss chard, and rocket microgreens grown in a hydroponic system**. 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01140671.2016.1259642>. Acesso em: 5 jun. 2024.

BEZERRA, Tayná; DA SILVA, Thiaila; LOSS, Raquel. **Importância das condições de armazenamento de microgreens: Análise bibliométrica e revisão de literatura**. Research, Society and Development, v. 11, n. 3, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/358748253_Importancia_das_condicoes_de_armazenamento_de_microgreens_Analise_bibliometrica_e_revisao_de_literatura. Acesso em: 10 abr. 2024.

BENINCASA, Paolo; DATTI, Alessandro; FALCINELLI, Beatrice; GALIENI, Angelica; STAGNARI, Fabio. **Sprouts and microgreens: trends, opportunities, and horizons for novel research**. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/9/1424>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BONATO, Alexia; CALLEGARO, Geovana Moraes; LEMOS, Guilherme Ruver; NAGEL, Jordana Caroline. **Substratos e qualidade de luz na produção de microverdes**. 2022. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/364299520_Substratos_e_qualidade_de_luz_na_producao_de_microverdes. Acesso em: 5 jun. 2024.

CORRÊA, A. P. A.; GOMES, C. B.; KROLOW, A. C. R.; LEITE, T. B.; MORENO, M. B.; ROMBALDI, C. V. **Análise das folhas de alface cv. Elisa submetida a diferentes tratamentos com torta de mamona no solo infestado com *Meloidogyne javanica*. 2013.** Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/981406> Acesso em: 10 de out. 2024.

CHAVES, Ana Lucia Soares; DODE, Luciana Bicca; TORSIAN, Walleska Silva; ZANUSSO, Jerri Teixeira. **Microverdes: cultivo doméstico na promoção da saúde e bem-estar.** 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/expressaextensao/article/view/19664>. DOI: <https://doi.org/10.15210/ee.v26i1.19664>. Acesso em: 14 ago. 2024.

DE SOUZA JÚNIOR, Edgar. **Desenvolvimento de microverdes de coentro em função da força iônica da solução nutritiva e cobertura de sementes.** 2022. [Dissertação] – Universidade Federal do Ceará, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/70859>. Acesso em: 10 abr. 2024.

DHINGRA, Priyanka; KORANNE, Sameer; SHARMA, Shashank. **Microgreens: exciting new food for the 21st century.** 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347296213_Microgreens_Exciting_new_food_for_21_st_Century. Acesso em: 12 abr. 2024.

DIAS, Luis Otavio da Fonseca; MAUCH, Carlos Rogério; PEIL, Roberta Marins Nogueira; ROMBALDI, Cesar Valmor. **Biofortificação agrônômica com zinco: respostas biométricas e fitoquímicas de microverdes de beterraba, repolho roxo e manjeriço.** 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/374271092_Biofortificacao_agronomica_com_zinco_o_respostas_biometricas_e_fitoquimicas_de_microverdes_de_beterraba_repolho_roxo_e_manjericao. Acesso em: 19 jul. 2024.

DIAS, Luis Otávio da Fonseca. **Efeito de substratos e da biofortificação com zinco sobre aspectos agrônômicos e conteúdo de fitoquímicos de microverdes.** 2023. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023. Disponível em:

https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/8331/DISSERTACAO_Luis_Dias.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 22 jul. 2024.

DRIEMEIER, Danieli Smolski; FREITANG, Stephanie França; HEINZMANN, Natália; NAGEL, Jordana Caroline; SOMMER, Laura Reisdorfer; VALANDRO, Gabrielli Batista. **Produção de microverdes de alface Deva em diferentes substratos**. Revista Sociedade Científica, 2024. Disponível em: <https://journal.scientificsociety.net/index.php/sobre/article/view/458>. Acesso em: 12 abr. 2024.

FONSECA, Jorge M.; JOHNSON, Christina M.; LUO, Yaguang; PEARLSTEIN, Daniel J.; TENG, Zi; WANG, Qin; WHEELER, Raymond M. **Microgreens for home, commercial, and space farming: a comprehensive update of the most recent developments**. 1. ed. 2022. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-food-060721-024636>. Acesso em: 10 jun. 2024.

GAYACHARAN; LONE, Jafar K.; PANDEY, Renu. **Microgreens on the rise: expanding our horizons from farm to fork**. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024019017>. Acesso em: 20 maio 2024.

LESTER, Gene E.; LUO, Yaguang; PARK, Eunhee; SAFTNER, Robert A.; WANG, Qin; XIAO, Zhenlei. **Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: microgreens**. Postharvest Biology and Technology, v. 110, p. 140-148, dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.021>. Acesso em: 20 jun. 2024.

MÜLLER, João Lucas Rosat. **Produção comercial de microgreens em ambiente controlado**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/237889/001130003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 de out.2024.

OLIVEIRA, Cristian Rodrigues de. **Produção de microgreens indoor para consumo *in natura* em Porto Alegre - RS**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2021. Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/252921/001130427.pdf?sequence>. Acesso em: 22 de out.2024.

SANTOS, Fabio Lemes dos. **Diferentes substratos no desenvolvimento de microverdes de beterraba (*Beta vulgaris* L.)**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, 2019. Disponível em: <https://rd.uffrs.edu.br/handle/prefix/3762>. Acesso em: 11 abr. 2024.

SANTOS, Josué Reis. **Diferentes substratos no cultivo de microverdes de rúcula (*Eruca sativa* Miller)**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Centro Universitário Internacional, Laranjeiras do Sul, PR, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/bitstream/handle/1/1156/2812635-JOSU%C3%89%20REIS%20DOS%20SANTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 jul. 2024.

WRUBEL, Emerson João; KOESTER, Davi Luiz; LIMA, Claudia Simone Madruga; SANTOS, Elaine Rodrigues dos. **Crescimento e pós-colheita de microverdes de couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *Acephala* L.) sob influência de diferentes recipientes e substratos**. 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/17150/pdf> . Acesso em: 25 de out.2024.