

**UNIVERSIDADE DE SOROCABA
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO E ASSUNTOS ESTUDANTIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**Germano Lima Vilela
Guilherme Antônio de Almeida Martins**

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE HORTALIÇAS EM CULTIVO PROTEGIDO
COM DIFERENTES SUBSTRATOS COMERCIAIS**

**Sorocaba/SP
2023**

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE HORTALIÇAS EM CULTIVO PROTEGIDO
COM DIFERENTES SUBSTRATOS COMERCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção do Diploma de Graduação em
Engenharia Agrônômica da Universidade
de Sorocaba.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Mateus Rivero Rodrigues

**Sorocaba/SP
2023**

**Germano Lima Vilela
Guilherme Antônio de Almeida Martins**

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE HORTALIÇAS EM CULTIVO PROTEGIDO
COM DIFERENTES SUBSTRATOS COMERCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência
parcial para obtenção do Diploma
de Graduação em Engenharia
Agrônômica da Universidade de
Sorocaba.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Lucas Mateus Rivero Rodrigues
Universidade de Sorocaba

Profa. Dra. Patrícia Favoretto Renci
Universidade de Sorocaba

Profa. Dra. Manuella Nobrega Dourado Ribeiro
Universidade de Sorocaba

RESUMO

Alface, brócolis e repolho são hortaliças amplamente cultivadas no Brasil, com destaque para São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraná e outros estados. São alimentos nutritivos, exportados para diversos países. A produção de mudas de qualidade é crucial para o sucesso do cultivo, e o uso de substratos industriais tem se tornado comum. Esses substratos oferecem vantagens como ajuste das propriedades para cada cultura e redução de riscos fitossanitários, embora seu custo possa ser elevado. O experimento realizado teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes substratos na germinação e crescimento de mudas de alface crespa, alface americana, repolho e brócolis em sistema de cultivo protegido. Foram testados os substratos Vivatto Pro 20®, Carolina 0,7®, Tropstrato HA® e vermiculita. Para isso, foi conduzido em estufa com cobertura plástica difusora e sombreamento de 75%. Foram realizadas análises dos seguintes parâmetros: desenvolvimento, altura total, comprimento da parte aérea comprimento de raiz, massa fresca da parte aérea e massa fresca das raízes das mudas, seguindo normas da Embrapa. Os dados foram registrados para análise estatística, visando fornecer informações aos produtores sobre o desempenho dos substratos na produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido. O substrato Tropstrato® mostrou-se mais adequado para o cultivo de repolho, brócolis e alface crespa, proporcionando um crescimento superior em relação aos demais substratos testados. Entretanto, a Vermiculita apresentou resultados menos satisfatórios. Os resultados obtidos destacam a importância de selecionar o substrato adequado, considerando as características e necessidades nutricionais específicas de cada cultura.

Palavras-chave: Alface; brócolis; repolho; hortaliças; produção; cultivo protegido; substratos industriais; qualidade das mudas.

ABSTRACT

Lettuce, broccoli, and cabbage are widely cultivated vegetables in Brazil, with São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraná, and other states being prominent producers. They are nutritious foods that are exported to various countries. The production of high-quality seedlings is crucial for successful cultivation, and the use of industrial substrates has become common. These substrates offer advantages such as adjusting properties for each crop and reducing phytosanitary risks, although their cost can be high. The conducted experiment aimed to evaluate the performance of different substrates in the germination and growth of seedlings of curly lettuce, iceberg lettuce, cabbage, and broccoli in a protected cultivation system. The substrates Vivatto Pro 20®, Carolina 0.7®, Tropstrato HA®, and vermiculite were tested. For this purpose, it was conducted in a greenhouse with diffusing plastic covering and 75% shading. The following parameters were analyzed: development, total height, shoot length, root length, fresh shoot mass, and fresh root mass of the seedlings, following Embrapa standards. The data were recorded for statistical analysis, aiming to provide information to producers about the performance of substrates in the production of vegetable seedlings in protected cultivation. The Tropstrato® substrate proved to be more suitable for the cultivation of cabbage, broccoli, and curly lettuce, providing superior growth compared to the other tested substrates. However, vermiculite showed less satisfactory results. The obtained results highlight the importance of selecting the appropriate substrate, considering the specific characteristics and nutritional needs of each crop.

Keywords: lettuce; broccoli; cabbage; vegetables; production; protected cultivation; industrial substrates; seedling quality.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVO	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1	Viveiricultura	11
3.2	Cultivo protegido	12
3.3	Produção de mudas e a função do substrato.....	13
3.4	Hortaliças	15
3.4.1	Produção de mudas de Alface.....	15
3.4.2	Produção de mudas de Brócolis.....	16
3.4.3	Produção de mudas de Repolho	18
4	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	Local do experimento e método de análise.....	21
4.2	Variedades selecionadas	21
4.3	Tratamentos	21
4.4	Substratos selecionados	22
4.5	Duração do experimento	24
5	RESULTADO E DISCUSSÕES	28
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, com uma produção média anual de cerca de 900 mil toneladas, (IBGE, 2021). O estado de São Paulo lidera a produção nacional de alface, seguido por Minas Gerais, Bahia e Paraná (IBGE, 2021). No país, há diversos tipos de alface cultivados, tais como crespa, americana, lisa, romana, mimosa e outros, (EMBRAPA, 2022). A produção de alface no Brasil é realizada tanto em cultivo protegido (estufas) quanto a campo aberto, sendo que a maior parte da produção é feita a campo aberto (Embrapa, 2022). É uma hortaliça bastante consumida no Brasil e tem grande relevância econômica, uma vez que é exportada para diversos países, como Estados Unidos, Canadá e países da Europa (AGÊNCIA BRASIL, 2021). É considerada uma hortaliça nutritiva e saudável, pois contém vitaminas, minerais e fibras importantes para a saúde humana (Embrapa, 2022).

O Brócolis (*Brassica oleracea* var. *itálica*) com uma produção anual média de cerca de 320 mil toneladas (IBGE, 2021). Os principais estados produtores de brócolis no Brasil são São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (IBGE, 2021). Existem diferentes variedades cultivadas no Brasil, incluindo o brócolis de cabeça (ou cabeça única), o brócolis-rábano e o brócolis-chinês (Embrapa, 2022). A produção é realizada principalmente em cultivo protegido (estufas), mas também pode ser cultivado a campo aberto em algumas regiões do país (Embrapa, 2022). É considerado uma hortaliça saudável e nutritiva, pois é rico em vitaminas, minerais e compostos bioativos que trazem benefícios para a saúde humana, como a prevenção de doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (Embrapa, 2022). A exportação de brócolis do Brasil tem crescido nos últimos anos, com destinos como Estados Unidos, Canadá e países da Europa (Agência Brasil, 2020).

O Repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) com uma produção anual média de cerca de 490 mil toneladas (IBGE, 2021). Os principais estados produtores de repolho no Brasil são São Paulo, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais (IBGE, 2021). Existem diversas variedades cultivadas no Brasil, incluindo o repolho branco, o repolho roxo e o repolho chinês (EMBRAPA, 2022). A produção é realizada principalmente em cultivo a campo aberto, mas também pode ser cultivado em cultivo protegido (estufas) em algumas regiões do país (EMBRAPA, 2022). É uma

hortaliça rica em vitaminas, minerais e fibras, além de possuir compostos bioativos que trazem benefícios para a saúde, como a prevenção de doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (EMBRAPA, 2022). A exportação de repolho do Brasil tem crescido nos últimos anos, com destinos como Estados Unidos, Canadá e países da Europa (Agência Brasil, 2021).

A produção de mudas de hortaliças é uma etapa fundamental na cadeia produtiva de hortaliças e seu sucesso está diretamente relacionado à qualidade e uniformidade das plantas. A produção de mudas de qualidade é essencial para garantir a eficiência do cultivo e a obtenção de produtos saudáveis e de alta qualidade.

De acordo com Freitas *et al.* (2017), a produção de mudas de hortaliças envolve uma série de processos, desde a escolha das sementes até o manejo integrado de pragas e doenças. A escolha da técnica de produção de mudas é um dos fatores mais importantes, uma vez que influencia diretamente no desenvolvimento das plantas e na qualidade final do produto.

A utilização de substratos industriais na produção de hortaliças tem se tornado cada vez mais comum em todo o mundo. Segundo Azevedo *et al.* (2018), a utilização de substratos na produção de hortaliças é uma prática antiga, que teve início com o uso da terra e, posteriormente, com a utilização de substratos orgânicos. No entanto, a busca por maior eficiência e produtividade na produção de hortaliças tem levado ao desenvolvimento e utilização de substratos industriais.

Os substratos industriais são produzidos a partir de materiais selecionados e esterilizados, o que garante a ausência de patógenos e de sementes de plantas daninhas. Além disso, esses substratos apresentam maior homogeneidade e estabilidade física, o que facilita o manejo das plantas e o controle do ambiente de cultivo (GUERRINI *et al.*, 2005). Segundo Silva *et al.* (2018), a utilização de substratos industriais na produção de hortaliças apresenta diversas vantagens em relação ao uso de substratos convencionais, como a terra.

Uma das vantagens da utilização de substratos industriais é a possibilidade de ajustar as características físicas e químicas do substrato de acordo com as necessidades da cultura em questão. Dessa forma, é possível obter um substrato com as propriedades ideais para o desenvolvimento da planta, o que pode resultar em maior produtividade e qualidade do produto final (FERREIRA *et al.*, 2009). Além disso, a utilização de substratos industriais pode reduzir o uso de defensivos agrícolas na

produção de mudas, já que esses substratos são estéreis e, portanto, apresentam menor risco de infecção por patógenos (MUNIZ *et al.*, 2018).

No entanto, a utilização de substratos industriais na produção de hortaliças também apresenta algumas desvantagens. Uma das principais é o custo, que pode ser elevado em comparação com o uso de substratos convencionais. Além disso, a disponibilidade de substratos industriais pode ser limitada em algumas regiões, o que pode dificultar sua utilização em larga escala (FERREIRA *et al.*, 2009). Outra desvantagem da utilização de substratos industriais é a necessidade de manejo adequado, já que esses substratos não possuem a fertilidade natural da terra e, portanto, precisam receber adubação e cuidados específicos para garantir o desenvolvimento das plantas (SILVA *et al.*, 2018).

Apesar das desvantagens, a utilização de substratos industriais na produção de hortaliças tem se mostrado uma opção viável e eficiente, especialmente em sistemas de cultivo protegido, como estufas e telados. A escolha do substrato adequado deve levar em consideração as características da cultura a ser produzida, bem como as condições climáticas e disponibilidade de recursos na região em questão (MUNIZ *et al.*, 2018).

2 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é avaliar o substrato que melhor auxilia a germinação e o crescimento de diferentes mudas de hortaliças em sistema de cultivo protegido, buscando melhor resultados para produtores na seleção de substratos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Viveiricultura

A agricultura tradicional é limitada pela sazonalidade climática e as mudas de hortaliças são produzidas em canteiros a céu aberto, o que pode comprometer o desenvolvimento das plantas devido a danos no sistema radicular, exposição a intempéries e ataques de pragas e doenças. Com o cultivo protegido em estruturas como ripados, telados e estufas, é possível controlar fatores ambientais como temperatura, umidade e luminosidade, proporcionando um microclima favorável para o desenvolvimento das mudas. Isso permite que o produtor elabore um cronograma de produção de mudas por um período maior e obtenha maior estabilidade nos preços das mudas. As estufas são estruturas mais eficientes para o cultivo protegido, onde as condições ambientais podem ser melhor controladas através de equipamentos como ventiladores, exaustores, aquecedores, nebulizadores e lâmpadas. A escolha do tipo de estufa depende da relação custo/benefício (BEZERRA, 2013).

O uso de telas de sombreamento e estufas contribui para a redução dos efeitos extremos da radiação e das intempéries, resultando em plantas mais vigorosas e adequadas para o transplante, o que pode aumentar a produtividade e a qualidade das folhas para consumo. porém, telas de sombreamento podem restringir a ventilação, aumentando a umidade e o risco de doenças, pode gerar acúmulo de sujeira e detritos na tela pode reduzir sua eficiência e criar um ambiente propício para pragas e doenças. A instalação e manutenção das telas podem ser custosas, envolvendo investimentos financeiros significativos e a alta exposição das mudas com o sombreamento das telas pode levar ao alongamento das plantas, redução das folhas e enfraquecimento do crescimento quando expostas à luz solar direta novamente. O sistema de piscinas, ou flutuante, é uma nova técnica de produção de mudas de hortaliças que consiste em colocar bandejas com substrato em piscinas contendo água, diminuindo a preocupação do olericultor em manter sempre úmido os substratos com sistemas de irrigação tradicionais (SOUZA, *et al.*, 2007).

O estabelecimento de campos de produção através do transplante de mudas é uma técnica amplamente utilizada na produção de hortaliças. A obtenção de mudas saudáveis e vigorosas é fundamental para o sucesso da cultura e pode ser realizada através da aquisição junto a produtores especializados, ou pela produção própria do

agricultor. Enquanto a produção de mudas por viveiristas é realizada em bandejas de isopor ou resina plástica com alta densidade de células, como 128, 200 e 288 células, a produção de mudas pelo próprio agricultor pode ocorrer em copinhos ou em sementeiras, que são canteiros especialmente preparados para a produção de mudas em ambiente protegido. Essa prática é uma alternativa viável para os produtores que desejam ter mais controle sobre o processo de produção e reduzir custos com a aquisição de mudas de viveiristas (MARQUELLI, *et al.*, 2016).

3.2 Cultivo protegido

A produção agrícola em ambientes protegidos tem sido alvo de crescente interesse na agricultura moderna. Dentre as vantagens apontadas na literatura especializada, destacam-se o aumento da produtividade, a colheita fora da safra, a obtenção de produtos com maior qualidade, o melhor controle das condições ambientais, o controle eficiente de pragas e doenças, a otimização do uso dos recursos, a minimização dos riscos e a maximização da competitividade do produtor no mercado. Tais benefícios foram sintetizados por Vida *et al* (2004) e têm motivado estudos sobre diferentes técnicas e materiais de cobertura, bem como estratégias para maximizar a eficiência e a sustentabilidade desse sistema de produção (ROMANINI, *et al.*, 2010).

O uso de estufas amplamente explorada na agricultura moderna. Os materiais de cobertura utilizados para essa finalidade incluem filmes de polietileno de baixa densidade, empregados principalmente em estufas agrícolas, bem como telas de sombreamento, como o sombrite® de monofilamentos e o aluminet® termo-refletor. O uso desses materiais pode ser feito de forma isolada ou combinada, visando proporcionar condições ideais para o desenvolvimento das plantas. A literatura disponível sobre o assunto tem abordado os benefícios e limitações de cada tipo de cobertura, além de apresentar diferentes estratégias para maximizar a produtividade em ambientes protegidos (COSTA, *et al.*, 2010).

3.3 Produção de mudas e a função do substrato

A implementação do sistema de produção de mudas em bandejas foi responsável por mudanças significativas na dinâmica da produção de hortaliças em municípios de grande porte, sobretudo pelo surgimento do chamado "produtor especializado em mudas", o que evidencia a importância desse sistema para o aumento da produtividade e otimização de recursos nesse setor (CABRAL, *et al.*, 2011).

O uso de bandejas de isopor para produção de mudas teve início no Brasil em 1984 (MINAMI, 1995). Esse sistema permite a produção de mudas mais uniformes, em maior quantidade por unidade de área, com controle fitossanitário facilitado, além de aumentar o rendimento operacional, otimiza o gasto com sementes e permitir colheitas mais precoces (FILGUEIRA, 2000). Mais recentemente, o isopor foi substituído pelo polietileno, que é mais durável e possibilita um melhor controle fitossanitário (MINAMI, 1995; FILGUEIRA, 2000; citado por CABRAL, *et al.*, 2011).

A obtenção de mudas de qualidade é essencial para garantir altos percentuais de sobrevivência no campo e produtividade máxima na cultura implantada (CAMARGO *et al.*, 2011). A produção de mudas é uma etapa crucial no sistema produtivo, pois afeta diretamente o desempenho das plantas cultivadas. Mudas com desenvolvimento inadequado resultam em plantas de baixa qualidade, com ciclo mais longo e aumento dos custos de produção, o que reduz os lucros dos agricultores (ECHER *et al.*, 2007). Segundo Jaime *et al.* (2001), um dos principais fatores na formação de mudas é o método de produção em bandejas, sendo considerado um dos mais eficientes para a produção de alface, pois proporciona maior uniformidade das mudas, evita a competição entre as plantas e reduz o estresse das raízes durante o transplante.

Além disso, o substrato em que as mudas são formadas é um fator de grande importância, pois proporciona as condições adequadas para a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial das mudas. Portanto, encontrar o melhor tipo de bandeja e substrato que resulte em mudas de melhor qualidade em menor tempo é um desafio para os produtores de alface e viveiristas (CAMARGO *et al.*, 2011; ECHER *et al.*, 2007; JAIME *et al.*, 2001).

Pesquisas realizadas por SILVA *et al.*, (2017) avaliaram o efeito do tipo de bandeja e substrato na produção de mudas de alface. Foram testados dois tipos de bandejas (polietileno e poliestireno) e cinco tipos de substratos comerciais (Baseplant® 100%; Húmus 50% + Areia 50%; Baseplant® 33% + Húmus 33% + Areia 33%; Baseplant® 50% + Húmus 50%; Baseplant® 50% + Areia 50%). O número de folhas foi influenciado pelos diferentes tipos de substrato, sendo os melhores resultados obtidos com os substratos Húmus 50% + Areia 50% e Baseplant® 50% + Areia 50%. A bandeja de poliestireno apresentou melhores resultados para a maioria das variáveis, exceto para o comprimento da parte aérea.

Ao escolher um substrato para o cultivo de plantas, é importante considerar a possibilidade de utilizar materiais provenientes do reaproveitamento de resíduos. Dessa forma, é possível obter um material com qualidade adequada para o desenvolvimento das plantas, além de contribuir para a redução do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desses resíduos. Há diferentes técnicas e materiais utilizados para a produção de substratos a partir de resíduos, apresentando benefícios e limitações de cada abordagem (MELO, *et al.*, 2012).

A proporção adequada entre macro e microporos em um substrato agrícola é fundamental para o desenvolvimento das plantas. Isso porque essa relação influencia diretamente na atividade fisiológica das raízes, que são responsáveis pela absorção de nutrientes e água do substrato. A literatura especializada tem se dedicado ao estudo das características ideais de porosidade em diferentes tipos de substratos, bem como às técnicas de produção e manejo que permitem alcançar essas condições (FERNANDES; ARAÚJO; CORÁ, 2002).

As propriedades físicas e químicas dos substratos são fundamentais para a produção de mudas. As propriedades físicas incluem a densidade, a porosidade total, o espaço de aeração e a capacidade de retenção de água, que devem ser adequadas para garantir uma boa aeração e armazenamento de água, além de resistência à penetração das raízes e à perda de estrutura. As propriedades químicas, como o teor total de sais solúveis, pH e capacidade de troca de cátions, também são importantes, pois um excesso de nutrientes pode prejudicar o crescimento das plantas e valores inadequados de pH podem causar desequilíbrios fisiológicos. A matéria orgânica é uma importante fonte de nutrientes e pode melhorar as propriedades físicas e

químicas do substrato. Embora haja poucas pesquisas sobre substratos para produção de mudas de hortaliças, é importante caracterizar e avaliar os substratos comerciais disponíveis no mercado para garantir a viabilidade técnica e econômica da produção de mudas de alface (MENEZES JÚNIOR, *et al.*, 2000).

O recipiente de mudas protege as raízes contra danos mecânicos e dissecação, promovendo a sobrevivência das mudas. Há um debate entre produtores de mudas e produtores de alface sobre o tamanho ideal das células da bandeja e do tamanho da bandeja para melhorar a utilização do espaço nas casas-de-vegetação. A escolha do substrato adequado é importante para garantir a emergência das sementes e o desenvolvimento das mudas sem danos por deficiência nutricional ou por fitotoxidez. A escolha do substrato adequado e a sua percentagem no mesmo é essencial para a formação e padronização das mudas. O uso de resíduos orgânicos como fonte de nutriente às plantas tem se constituído em alternativa viável, em termos de preservação ambiental, fazendo com que se reduza de maneira significativa a aplicação dos adubos químicos (SILVA; QUEIROZ, 2014).

3.4 Hortaliças

3.4.1 Produção de mudas de alface

A produção agrícola de sucesso depende da obtenção de mudas de boa qualidade, que permitirão o desenvolvimento de plantas com alto potencial genético. No estado de São Paulo, grande parte da produção de alface é suprida por mudas preparadas em bandejas de poliestireno expandido com substratos comerciais, o que resulta em mudas de boa qualidade e alto índice de pegamento após o transplante. No entanto, a produção artesanal de substratos pelos próprios produtores é incipiente e os substratos disponíveis no mercado nacional têm formulações e propriedades desconhecidas. Existe um debate técnico entre produtores de mudas e produtores de alface sobre o tamanho ideal de bandeja, com os viveiristas preferindo bandejas com maior número de células. O tamanho das células dos recipientes e o tipo de substrato são aspectos importantes a serem estudados para a obtenção de mudas de qualidade (TRANI, *et al.*, 2004).

O estudo feito por Smiderle (2001) avaliou diferentes substratos compostos pelo substrato comercial Plantmax® combinado com solo e/ou areia em diferentes

proporções, além de uma avaliação física e biológica dos substratos. Foram realizados três experimentos em casa de vegetação para avaliar a produção de mudas de alface, pepino e pimentão. A semeadura foi feita em bandejas de polipropileno expandido e as plântulas foram avaliadas quanto à emergência, índice de velocidade de emergência, tempo para emergência e altura das plantas e comprimento de suas raízes. O autor concluiu que os substratos compostos por Plantmax® + solo e Plantmax® + areia apresentaram melhores resultados em relação ao substrato sem aditivos na produção de mudas de alface, pepino e pimentão.

Para alface um estudo conduzido por Freitas *et al.*, (2013) avaliou o efeito da adição de diferentes proporções de casca de arroz carbonizada (CAC) em substratos alternativos para produção de mudas de alface. Foram avaliados altura, número de folhas e massa seca, além de pH e condutividade elétrica dos substratos. Os resultados indicaram que a adição de CAC afetou positivamente o desenvolvimento das mudas, com maior crescimento observado em substratos com proporções mais elevadas de CAC. Os autores concluíram que a adição de CAC pode ser uma alternativa viável para a produção de mudas de alface em substratos alternativos (FREITAS, *et al.*, 2013).

Avaliação do uso de resíduos agroindustriais regionais como componentes de substratos para a produção de mudas de alface. O uso desses resíduos pode reduzir custos e minimizar a poluição do meio ambiente. A composição do substrato foi estudada para obter composições que oferecem uniformidade, baixa densidade, elevada capacidade de troca catiônica e capacidade de retenção de água, além de boa aeração e drenagem. O resíduo de carnaúba foi avaliado como um dos componentes do substrato. O estudo também aborda a utilização de sementes de alface peletizadas, que podem reduzir os gastos excessivos de sementes e a prática de desbaste. O desenvolvimento das mudas foi avaliado em diferentes resíduos orgânicos regionais como substratos hortícolas. O objetivo do estudo foi avaliar o desenvolvimento de mudas de diferentes cultivares de alface cultivadas em diferentes resíduos orgânicos regionais como substratos hortícolas (BRITO, *et al.*, 2017).

3.4.2 Produção de mudas de brócolis

A propagação do brócolis é realizada por meio de sementes, que podem ser semeadas diretamente no campo ou utilizadas para a produção de mudas em

ambiente protegido e posterior transplante. Não há um padrão definido quanto às proporções dos constituintes do substrato, mas é fundamental buscar qual proporciona melhores condições para a formação da muda, o que influenciará diretamente na produtividade da mesma. (ORSO, *et al.*, 2022).

O estudo feito por MOREIRA *et al.*, (2009) avaliou diferentes substratos para a formação de mudas de brócolis e comparou com o substrato comercial mais utilizado pelos produtores. Foram avaliadas diferentes variáveis como comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca parte aérea, massa seca raiz, diâmetro do caule e número de folhas. Os resultados indicaram que todos os substratos alternativos testados apresentaram resultados superiores ao substrato comercial para todas as variáveis avaliadas. Isso comprova a eficiência desses substratos na produção de mudas de qualidade, especialmente no sistema orgânico de produção, tanto aos 20 como aos 30 dias após o plantio.

A importância da produção de mudas de qualidade para o cultivo de hortaliças, destacando a relevância do substrato e da irrigação para o desenvolvimento das plantas. No caso do brócolis, que é rico em fibras e vitaminas, o Brasil se destaca como o maior produtor da América do Sul, com grande potencial de mercado para essa hortaliça. Para explorar esse potencial, é essencial garantir a qualidade das mudas, que podem ser produzidas em sistema de cultivo hidropônico, como o Deep Film Technique (DFT), que permite a irrigação sem molhar a parte aérea das plântulas e preservar sua qualidade (MENEGAES, *et al.*, 2021).

O brócolis é uma cultura altamente exigente em água, e o manejo adequado da irrigação é crucial para o seu desenvolvimento. O estudo do uso racional da água na agricultura é importante para manter o equilíbrio dos sistemas agrícolas, visto que a disponibilidade de água é um recurso limitado. A produção de mudas de hortaliças, incluindo o brócolis, é uma etapa crítica no sistema de produção, e o substrato utilizado como meio de crescimento das plantas desempenha um papel fundamental. A qualidade do substrato, incluindo sua estrutura física e composição química, influencia diretamente o desenvolvimento das plantas (RODRIGUES, *et al.*, 2016).

A produção de mudas é uma fase importante no ciclo de uma cultura, influenciando o desenvolvimento e a produtividade final. O substrato e o recipiente adequados são fundamentais para produção de mudas de qualidade. O substrato deve ter características como economia hídrica, aeração, permeabilidade, poder de

tamponamento para valor de pH e capacidade de retenção de nutrientes. As bandejas de polietileno são as mais utilizadas na produção de mudas de hortaliças em escala comercial (MOTTA, *et al.*, 2018).

O estudo analisou o efeito de diferentes substratos e bandejas de poliestireno na produção de mudas de brócolis. Foram considerados três tipos de substratos e duas bandejas de poliestireno. A casca de arroz carbonizada e o substrato comercial apresentaram melhores resultados para o crescimento das mudas de brócolis. Além disso, a bandeja com células individuais demonstrou melhor desempenho em relação à bandeja tradicional. (ARAUJO, *et al.*, 2019).

Diante deste contexto, a produção de mudas de brócolis é fundamental para garantir a produtividade da cultura. Diferentes estudos avaliaram a influência do substrato e da irrigação no desenvolvimento das mudas. Substratos alternativos mostraram resultados superiores ao substrato comercial, comprovando sua eficiência na produção de mudas de qualidade. O manejo adequado da irrigação e a utilização de bandejas de poliestireno com células individuais também contribuem para o crescimento das mudas. A escolha do substrato e do recipiente adequados é essencial para garantir o sucesso da produção de mudas de brócolis.

3.4.3 Produção de mudas de repolho

A produção de mudas de hortaliças para o desenvolvimento dos cultivos e como a escolha do recipiente utilizado na semeadura pode influenciar na qualidade das mudas. O sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) é apresentado como uma alternativa mais sustentável e econômica para a produção. O repolho é destacado como uma hortaliça importante na produção de alimentos e a biotecnologia tem permitido o plantio em diferentes épocas do ano. O SPDH é descrito como uma técnica que busca reduzir o uso de agrotóxicos e adubos químicos, diminuir o custo de produção e prejuízo ambiental (NAVA; MARREIROS, 2021).

O sucesso na produção de mudas de repolho depende de diversos fatores, incluindo o tipo de substrato utilizado, a disponibilidade de nutrientes, o pH do substrato, a temperatura e a umidade do ambiente, dentre outros fatores. Dessa forma, a escolha de substratos orgânicos pode ter impacto significativo na produção de mudas de repolho. A metodologia utilizada na dissertação envolveu a realização de experimentos em laboratório, nos quais foram comparados diferentes substratos

orgânicos para a produção de mudas de repolho. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente e comparados com estudos anteriores para avaliar a eficácia dos diferentes substratos testados (ANDRADE, 2018).

Em experimento realizado para avaliar o efeito de diferentes tipos de bandejas e substratos na produção de mudas de repolho, envolveu três tipos de bandeja (poliestireno expandido, plástico e biodegradável) e três substratos (vermiculita, perlita e casca de arroz carbonizada). Os resultados mostraram que o tipo de bandeja e o substrato tiveram um efeito significativo no desenvolvimento das mudas de repolho, com a bandeja biodegradável e o substrato de casca de arroz carbonizada mostrando os melhores resultados (CRIPPA; FERREIRA, 2015).

O estudo feito por Menegheli (2018) avaliou o uso de diferentes resíduos agrícolas como aditivos em um substrato comercial para a produção de mudas de repolho. Os resíduos utilizados foram bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz, palha de arroz e bagaço de malte. Foi verificado que a adição de resíduos agrícolas ao substrato comercial influenciou significativamente o crescimento das mudas de repolho, com destaque para o substrato contendo palha de arroz e bagaço de malte. Esses substratos apresentaram resultados semelhantes ao substrato comercial sem aditivos. Concluiu-se que o uso de resíduos agrícolas pode ser uma alternativa viável e sustentável para a produção de mudas de repolho. (MENEGHELLI, 2018).

O estudo feito por Pinheiro (2022) teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes tipos de substratos na germinação e crescimento de plantas de repolho em um cultivo protegido. Foram utilizados cinco tratamentos diferentes, e as características avaliadas foram altura das plantas, tamanho das raízes, porcentagem de germinação e dias para germinar. Foi realizada uma análise estatística dos dados por meio do teste F e do teste de comparação de médias de Tukey. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa na altura das plantas entre os tratamentos, mas o tratamento com areia + solo apresentou menor porcentagem de emergência e o húmus comercial apresentou maior tempo para germinação das sementes. Concluiu-se que os diferentes substratos não influenciaram de forma significativa no crescimento das plantas de repolho. (PINHEIRO, 2022).

De modo geral, a produção de mudas de repolho é influenciada pela escolha do recipiente e do substrato utilizados. O uso de substratos orgânicos pode ter um impacto positivo na produção de mudas de repolho. Diferentes tipos de bandejas e

substratos foram testados, visto que a bandeja biodegradável e o substrato de casca de arroz carbonizada mostraram os melhores resultados. Além disso, o uso de resíduos agrícolas como aditivos no substrato comercial também influenciou positivamente o crescimento das mudas. No entanto, a escolha do substrato não teve um efeito significativo no crescimento das plantas de repolho em um cultivo protegido.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento e método de análise

O experimento foi conduzido no Núcleo de Estudos Ambientais (NEAS), que pertence a Uniso, localizado próximo ao Câmpus Universitário. O experimento foi conduzido em uma estufa, no modelo arco, coberta com plástico difusor de 110 micras e envolto por uma tela de sombreamento de 75% de sombreamento. Os dados foram registrados em uma planilha eletrônica para posterior análise estatística utilizando o software SASm-AGRI (CANTERI *et al.*, 2001).

4.2 Variedades selecionadas

Para o seguinte experimento, foram utilizadas culturas de duas famílias de hortaliças, asteraceae e brassicaceae, dentre estas alface crespa (*lactuca sativa* var. *crispa*), alface americana (*lactuca sativa* var. *capitata*), repolho (*brassica orelaceae* var. *capitata*) e brócolis (*Brassica orelaceae* var. *itálica*). Respectivamente, as cultivares utilizadas considerando as precedências foram as alfaces Valentina® e Trixie® da Sakata; repolho Mirai® da Takii Seeds e o brócolis Ramoso Santana® da Top Seed.

4.3 Tratamentos

As repetições foram distribuídas em bandejas de 190 células em quatro partes iguais, compostas de 45 células a cada substrato e cultivar selecionado para o experimento, foi aplicado como base de análise o delineamento inteiramente casualizado (DIC).

4.4 Substratos selecionados

Vivatto pro 20®, composto por turfa de Sphagnum, perlita, vermiculita, calcário dolomítico, fertilizante de liberação controlada; Carolina 0,7®, composto por turfa de Sphagnum, perlita, vermiculita, calcário e fertilizantes como fósforo e potássio, além de alguns micronutrientes (Carolina Soil, 2023); Tropstrato HA®, composto por turfa, vermiculita, casca de pinus e vermiculita (Provaso, 2023); Vermiculita: composta por silicato de alumínio hidratado, óxidos de ferro e magnésio e água, substrato este utilizado como controle.

Figura 1- imagem demonstrativa dos substratos

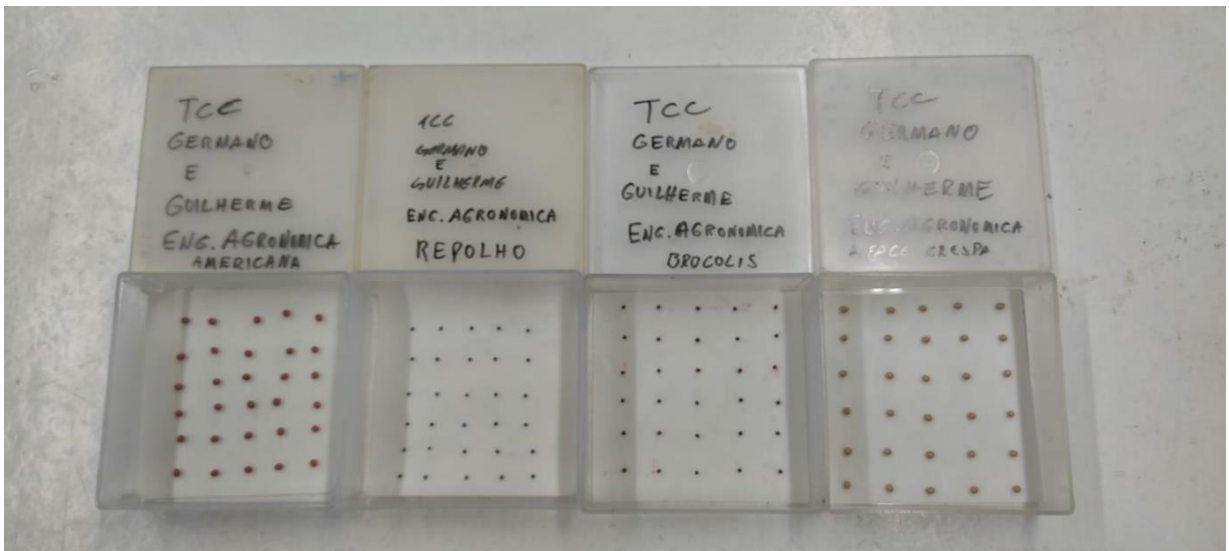


4.5 Duração do experimento

O início do experimento ocorreu no dia 28 de março de 2023, onde permaneceu instalado até o período final das análises, ou seja, 25 dias após o início do experimento, no dia 22 de abril de 2023, período esse estabelecido pela Embrapa, 2006. Para o sistema de irrigação, foram usadas bandejas de borda alta que comportaram a bandeja em seu interior, onde foi adicionado uma lâmina de água de cerca de 2 cm, sendo absorvido pelo substrato através de capilaridade; esse método foi repetido a cada 2 dias, até o final do experimento.

As análises deste experimento foram conduzidas através do teste de germinação, realizado em um recipiente acrílico revestido com papel filtro umedecido, contendo 30 sementes de cada cultivar utilizada no experimento. O processo de germinação foi realizado dentro de uma incubadora de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD).

Figura 2 – Teste de germinação



Inicialmente, foi planejado realizar experimentos com alface americana, alface crespa, brócolis e repolho. Entretanto, o teste de germinação revelou que as sementes de alface americana apresentaram baixa viabilidade, com uma taxa de germinação em torno de 20%, enquanto as sementes dos outros cultivares apresentaram uma taxa de germinação de 100%.

Considerando o resultados obtidos no teste de germinação, a alface americana do experimento foi excluída do experimento em questão.

Figura 3 – ilustração do experimento





Após o final do período de desenvolvimento das mudas, foram avaliadas os parâmetros relacionados ao peso da massa fresca, comprimento da parte aérea e das raízes seguindo as normas estipuladas por Embrapa (2006).

Figura 4 – ilustração das amostras





5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Resultados

Os resultados obtidos foram apresentados de acordo com as culturas envolvidas para cada tipo de substrato avaliado. Para tal, foram considerados o desempenho de cada substrato avaliado para os parâmetros determinados (Tabela 1) de cada cultura (alface crespa, brócolis e repolho).

Tabela 1 - Médias estatísticas para efeitos dos diferentes substratos na formação de mudas de alface crespa

Tratamentos	Parte Aérea		Raiz		Comprimento Total	Massa Total		
Vermiculita	6,79	c	12,06	b	18,85	b	0,28	c
Carolina	9,86	b	10,36	bc	20,22	b	0,81	a
Tropstrato	13,85	a	14,59	a	28,43	a	0,80	a
Vivatto	8,89	b	9,79	c	18,67	b	0,58	b
C.V.*	10,26		20,05		11,81		25,54	

* C.V.: Coeficiente de variação.

A análise dos resultados obtidos para a cultura de alface crespa revelou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos avaliados. De acordo com os resultados obtidos, o substrato Tropstrato se destacou como o mais favorável, apresentando médias superiores em todas as variáveis analisadas em comparação aos demais substratos. Entretanto, o substrato Vivatto utilizado como controle comparativo mostrou-se inferior, apresentando as menores médias observadas.

Em relação à parte aérea das plantas, o substrato Tropstrato apresentou uma média significativamente maior (13,85) em comparação aos substratos Carolina (9,86), Vivatto (8,89) e Vermiculita (6,79). Esses resultados indicam que o Tropstrato proporcionou um crescimento mais robusto da parte aérea das plantas de alface crespa.

Com relação às raízes, o substrato Tropstrato novamente obteve a maior média (14,59), seguido pelos substratos Carolina (10,36), Vivatto (9,79) e Vermiculita (12,06). Estes resultados sugerem que o Tropstrato favoreceu o desenvolvimento radicular das plantas, enquanto que a Vermiculita teve um desempenho inferior nesse aspecto.

No que se refere ao comprimento total das plantas, o substrato Tropstrato apresentou a maior média (28,43), seguido pelos substratos Carolina (20,22), Vivatto

(18,67) e Vermiculita (18,85). Tais resultados indicaram que o Tropstrato promoveu um crescimento mais pronunciado das plantas de alface crespa em relação aos demais substratos avaliados.

Sobre à massa total das plantas, tanto o substrato Tropstrato quanto o substrato Carolina obtiveram as maiores médias, enquanto que, a Vermiculita registrou a menor média (0,28). Estes resultados indicaram que o Tropstrato e o substrato Carolina proporcionaram um maior acúmulo de massa nas plantas de alface crespa em comparação com a Vermiculita.

Tabela 2- Médias estatísticas para efeitos dos diferentes substratos na formação de mudas de brócolis:

Tratamentos	Parte Aérea		Raiz		Comprimento Total		Massa Total	
Vermiculita	7,57	c	12,70	a	20,27	b	0,22	c
Carolina	10,38	ab	13,05	a	23,43	ab	0,60	a
Tropstrato	11,82	a	12,19	a	24,01	a	0,53	a
Vivatto	9,13	bc	11,78	a	20,91	ab	0,40	b
C.V.*	19,63%		23,37%		16,03%		27,76%	

*C.V.: Coeficiente de variação.

Em relação à parte aérea das plantas, o substrato Tropstrato obteve a maior média, com 11,82, seguido pelo substrato Carolina com média de 10,38. A Vermiculita e o substrato Vivatto tiveram médias inferiores, com 7,57 e 9,13, respectivamente.

Na análise das raízes, o substrato Carolina obteve a maior média, com 13,05, seguido pelo substrato Tropstrato com média de 12,19. A Vermiculita e o substrato Vivatto apresentaram médias inferiores, com 12,70 e 11,78, respectivamente.

No comprimento total das plantas, o substrato Tropstrato novamente se destacou, com uma média de 24,01, seguido pelo substrato Carolina com média de 23,43. A Vermiculita e o substrato Vivatto obtiveram médias inferiores, com 20,27 e 20,91, respectivamente.

Quanto à massa total das plantas, o substrato Carolina e o substrato Tropstrato apresentaram as maiores médias, com 0,60 e 0,53, respectivamente. A Vermiculita registrou a menor média nesse parâmetro, com 0,22. O substrato Vivatto obteve uma média intermediária, com 0,40.

Os coeficientes de variação (CV) indicam a variabilidade dos dados. Os valores obtidos para a parte aérea, raiz, comprimento total e massa total foram de 19,63%, 23,37%, 16,03% e 27,76%, respectivamente.

Os resultados demonstram que o substrato Tropstrato e o substrato Carolina foram os mais favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas de brócolis, apresentando as maiores médias em todas as medições realizadas. A Vermiculita e o substrato Vivatto mostraram-se inferiores em relação aos demais tratamentos, indicando que podem não fornecer as condições ideais para o crescimento saudável das plantas de brócolis.

Tabela 3 - Médias estatísticas para efeitos dos diferentes substratos na formação de mudas de repolho:

Tratamentos	Parte Aérea		Raiz		Comprimento Total		Massa Total	
Vermiculita	8,47	c	14,43	a	22,89	b	0,30	c
Carolina	11,61	b	12,48	ab	24,09	b	0,62	b
Tropstrato	13,85	a	14,59	a	28,43	a	0,80	a
Vivatto	11,43	b	10,44	b	20,15	c	0,86	a
C.V.*	6,86%		18,61%		11,08%		21,24%	

*C.V.: Coeficiente de variação.

Em relação à parte aérea das plantas, o substrato Tropstrato obteve a maior média, com 13,85, seguido pelo substrato Carolina com média de 11,61. O substrato Vivatto e a Vermiculita tiveram médias inferiores, com 11,43 e 8,47, respectivamente. Na análise das raízes, o substrato Tropstrato apresentou a maior média, com 14,59, seguido pelo substrato Carolina com média de 12,48. A Vermiculita e o substrato Vivatto registraram médias inferiores, com 14,43 e 10,44, respectivamente. No comprimento total das plantas, o substrato Tropstrato novamente se destacou, com uma média de 28,43, seguido pelo substrato Carolina com média de 24,09. A Vermiculita e o substrato Vivatto obtiveram médias inferiores, com 22,89 e 20,15, respectivamente.

Quanto à massa total das plantas, o substrato Vivatto apresentou a maior média, com 0,86, seguido pelo substrato Carolina com média de 0,62. A Vermiculita e o substrato Tropstrato registraram médias inferiores, com 0,30 e 0,80, respectivamente.

Os coeficientes de variação (CV) indicaram a variabilidade dos dados. Os valores obtidos para a parte aérea, raiz, comprimento total e massa total foram equivalentes a 6,86%, 18,61%, 11,08% e 21,24%, respectivamente.

5.2 Discussão

Em comparação com o estudo realizado por Smirdele (2001), os substratos utilizados no presente experimento demonstraram superioridade em relação à média de altura das plantas. Especificamente, o substrato Plantmax® revelou-se superior apenas quando comparado à Vermiculita (6,79), o que pode ser atribuído principalmente à ausência de nutrientes disponíveis para as plantas em sua composição. O substrato Vivatto® (8,88) apresentou maior similaridade nesse aspecto em comparação ao Plantmax® (8,1), indicando que suas características de composição oferecem condições de desenvolvimento semelhantes para a alface. Além disso, outra evidência de superioridade dos substratos estudados neste trabalho foi observada no comprimento total das plantas (parte aérea + raiz). Enquanto a média do Plantmax® foi estabelecida em 10,3, todos os substratos utilizados no experimento excederam a média de 18 cm de comprimento. Esses resultados indicam que o Plantmax® não favorece o desenvolvimento global da planta, incluindo o crescimento da raiz. Isso é evidenciado pelo fato de que o experimento com Plantmax® teve uma análise do desenvolvimento radicular realizada aos 41 dias, apresentando uma média (13,5) inferior a todos os outros substratos utilizados e analisados aos 25 dias de experimento.

No experimento comparativo realizado por Moreira (2009) envolvendo brócolis, ficou claramente evidente que tanto as misturas de composto e pó de rocha quanto o substrato comercial foram inferiores em relação aos substratos utilizados no experimento, considerando o mesmo período de desenvolvimento, no que se refere ao comprimento da raiz e ao comprimento da parte aérea. No entanto, as razões exatas para essa diferença não puderam ser estabelecidas de forma conclusiva, devido à falta de descrição completa dos materiais utilizados no experimento. Essa falta de informação detalhada sugere que os substratos comerciais utilizados neste

experimento podem ter proporcionado condições fisiológicas e físicas mais favoráveis para o desenvolvimento das mudas.

Outro fator a ser considerado é a diferença na temperatura média entre as duas regiões estudadas, com uma diferença de 2°C entre Cascavel-PR e Sorocaba-SP. Essa variação de temperatura pode ter influenciado os resultados obtidos, uma vez que a região sudeste apresentou os melhores resultados no experimento, enquanto o trabalho de base para comparação foi realizado na região sul.

Os resultados do nosso estudo sugerem que os substratos comerciais utilizados no experimento de MOREIRA (2009), em comparativo, foram menos eficazes em promover o desenvolvimento das mudas de brócolis em comparação aos substratos utilizados neste experimento. No entanto, a falta de informações detalhadas sobre os materiais utilizados no trabalho de 2009 e a diferença de temperatura entre as regiões podem ter contribuído para essas discrepâncias observadas, já que a temperatura elevada da região de sorocaba favorece a germinação e desenvolvimento das plantas .

Nas análises realizadas por Pinheiro (2022) com repolho, os materiais utilizados demonstraram ser inferiores em relação aos substratos comerciais empregados. As diferenças mais significativas foram observadas nos dados de comprimento da raiz e da planta, em que nenhum dos materiais utilizados superou a vermiculita em nenhum dos aspectos estudados. A falta de concentração de nutrientes, que é obtida na produção de substratos comerciais especificamente formulados para culturas como as hortaliças, foi identificada como o principal fator limitante. O equilíbrio de nutrientes e os materiais utilizados na produção de substratos comerciais conferem uma vantagem sobre materiais como solo e resíduos naturais, que não são adequados para essa finalidade e não oferecem condições adequadas para o desenvolvimento das mudas, especialmente no desenvolvimento radicular, o qual tem um impacto direto no desenvolvimento da parte aérea da planta. Os substratos comerciais possuem maior porosidade e menor resistência à locomoção das raízes, permitindo que estas se desenvolvam mais facilmente e obtenham um melhor desempenho. Além disso, os substratos comerciais são superiores em termos de mistura de nutrientes em comparação com o húmus e a areia.

Conclusão

O substrato Tropstrato® se destacou como o mais favorável para o cultivo de alface crespa, brócolis e repolho, demonstrando resultados superiores em quase todas as medições realizadas. Esse substrato promoveu um crescimento mais vigoroso da parte aérea, das raízes, do comprimento total e da massa total das plantas. A capacidade do Tropstrato® de reter nutrientes e água de maneira adequada pode ter contribuído para o desenvolvimento vigoroso das plantas. O substrato Vermiculita apresentou resultados inferiores, indicando que pode ser usado como controle para efeito comparativo não fornecer as condições ideais para o crescimento e desenvolvimento saudável das plantas das três culturas avaliadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos indicaram que os materiais utilizados nas análises de repolho foram menos eficientes em promover o desenvolvimento das mudas quando comparados aos substratos comerciais. A falta de concentração adequada de nutrientes, combinada com a falta de características físicas favoráveis, contribuiu para essas diferenças observadas. Os substratos comerciais, devido à sua formulação específica e balanceada, oferecem condições mais adequadas para o crescimento das raízes e, conseqüentemente, para o desenvolvimento geral das plantas.

O substrato Vivatto® apresenta-se como uma boa alternativa para a formação de mudas de brócolis uma vez que apresentou resultados estatisticamente semelhantes ao Tropstrato®. Esses resultados ressaltam a importância da seleção cuidadosa do substrato adequado para cada cultura, considerando suas características e demandas nutricionais específicas.

Com este trabalho, foi possível estimar, considerando as variáveis fenológicas, qual tipo de substrato apresenta um potencial maior de originar mudas vigorosas para serem levadas a campo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, W. F. Produção de Mudanças de Repolho (*Brássica oleracea*) em Diferentes Substratos Orgânicos. Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – **Trabalho de conclusão de curso UniEVANGÉLICA**, 2018.

ARAUJO, V.; FERREIRA, L.; MAGGIONI, M.; MATTOS, P. R.; ARRUDA, R. V. Desenvolvimento de mudas de *Brássica oleracea* L. (brócolis) em diferentes tipos de substratos e bandejas de poliestireno, 2019.

BEZERRA, F. C. Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2003.

BRITO, L. P. S.; NOGUEIRA, C. S.; LOPES, S. J.; SILVA, C. A.; SILVA, J. T. A. Reutilização de resíduos regionais como substratos na produção de mudas de cultivares de alface a partir de sementes com e sem peletização. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 116, p. 51-61, 2017.

CABRAL, M. B. G.; SANTOS, G. A.; SANCHEZ, S. B.; LIMA, W. L.; RODRIGUES, W. N. Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface utilizados no sul do estado do espírito santo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 43–48, 2011.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, V.1, N.2, p.18-24. 2001.

CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; JUNIOR, M. A. L.; ESPINDULA, M. C.; COSTA, J. V. T. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Caatinga**, v. 19, p. 40-145, 2006.

CARMELLO, Q. A. C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São Paulo: **TA QUEIROZ**, p. 27-37, 1995.

COSTA, E; AMARAL, V. G. M.; ADEMAR, P. M. L.; DORNELAS, C. F.; ABOT, R. A. Formação de mudas de mamão em ambientes de cultivo protegido em diferentes substratos. **Revista Ceres**, v. 57, p. 679-685, 2010.

CRIPPA, J. P. B.; FERREIRA, L. G. Desenvolvimento de mudas de repolho em diferentes tipos de bandeja e substrato. **Connection line-revista eletrônica do univag**, n. 12, 2015.

DE SOUZA, S. R.; SOUSA, J. F.; LIMA, G. M.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVA, M. M. da. Produção de mudas de alface em sistema floating sob tela de sombreamento e cobertura plástica. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 191-195, 2007.

FERNANDES, C.; ARAÚJO, J. A. C.; CORÁ, J. E. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 559-563, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. **Viçosa: UFV**, 2000.

FREITAS, G. A.; CARVALHO, J. G.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, A. F.; LOPES, J. A. T. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 159-166, 2013.

MARQUELLI, W. A.; BRAGA, M. B. Irrigação na produção de mudas de hortaliças. **Uberlândia, MG: Campo & Negócios Hortifruti**, 2016.

MELO, D. M.; CASTOLDI, R.; OLIVEIRA, H. C. C.; GALATTI, F. S. BRAZ, L. T. Produção e qualidade de melão rendilhado sob diferentes substratos em cultivo protegido. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 58-66, 2012.

MENEGAES, J. F.; FIORIN, T. T.; RODRIGUES, A. M. Emergência de plântulas e produção de mudas de brócolis em diferentes substratos e regime de irrigação. **Acta Iguazu**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 67-76, 2021.

MENEGHELLI, L. A. M.; LO MONACO, P. A. V.; KRAUSE, M. R.; MENEGHELLI, C. M.; GUI SOLFI, L. P.; MENEGASSI, J. Resíduos agrícolas incorporados a substrato comercial na produção de mudas de repolho. **Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages**, v. 17, n. 4, p. 491-497, 2018.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; FERNANDES, H. S.; MAUCH, C. R.; SILVA, J. B. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 18, n. 3, p. 164-170, 2000.

MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 18, suplemento, p. 162-163, 2000.

MOREIRA, S.; OLIVEIRA, A. DE C.; PEREIRA, D. C.; SOARES, L. R.; COSTA, L. A. DE M.; SILVA, M. J.; RIBEIRO, M.; COSTA, M. S. S. DE M.; MONTEIRO, V. H. Produção de mudas de brócolis em diferentes substratos alternativos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 1053-1056, 2009.

MOTTA, I. D. S.; COMUNELLO, E.; SOUZA, L. D. S.; PADOVAN, M. P.; MARTINS, P. O. Mudas de brócolis de cabeça sob a influência de quatro recipientes e três substratos, 2018.

NAVA, L. P.; MARREIROS, E. O. Influência dos recipientes na produção de mudas de repolho para o sistema de plantio direto, 2021.

ORSO, B.; BOFF, P.; BRAGA, F.; GIACOBBO, L.; VARGAS, E. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de brócolis, 2022.

PINHEIRO, B. L.; CORA, L. S.; BIAZATTI, R. M.; CRESTANI, M. C. W.; RUBERT, M.; LIMA, J. M. G.; OLIVEIRA, S. A.; BRITO FILHO, E. G.; CAMPOS, M. C. C.; NASCIMENTO, M. A. Desenvolvimento de mudas de repolho pelo uso de diferentes substratos. **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, 2022.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. Manual técnico de orientação: projeto hortalimento. **São Paulo: Codeagro**, p. 15-29, 2006.

RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A. M.; COSTA, E.; DE PAULA, T. S.; GOMES, V. A. Gomes Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 483-488, 2010.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, C. A.; PEREIRA, S. M. A.; ARAÚJO, G. L.; BRILHANTE, B. D. G.; CAMARA, G. D. R.; DOS REIS, E. F. Lâminas de irrigação em diferentes substratos no desenvolvimento inicial de plântulas de brócolis, 2016.

ROMANINI, C. E. B.; GARCIA, A. P.; ALVARADO, L. M.; CAPPELLI, N. L.; UMEZU, C. K. Desenvolvimento e simulação de um sistema avançado de controle ambiental em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 1194-1201, 2010.

SILVA, A. C.; SILVA, N. M. V.; PEREIRA, E. J. G.; BRITO, A. L.; SILVA, F. L. da. Formação de mudas de alface em diferentes bandejas e substratos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 465-471, 2017.

SILVA, E. C.; QUEIROZ, R. L. Formação de mudas de alface em bandejas preenchidas com diferentes substratos. **Bioscience Journal, Uberlândia**, v. 30, n. 3, p. 725-729, 2014.

SMIDERLE, O. J.; ZUFFO, A. M.; BURIOL, G. A.; LIMA, L. de; PEREIRA, A. L. Produção de mudas de alface, pepino e pimentão em substratos combinando areia, solo e Plantmax®. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 386-390, 2001.

TRANI, P. E.; FURLANI JUNIOR, E.; RODRIGUES, J. D.; LOPES, J. F.; NOGUEIRA, L. C.; COUTO, S. M. S. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 290-294, 2004.

VIDA, J. B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D. J.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VERZIGNASSI, J. R.; CAIXETA, M. P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 355-372, 2004.