

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes

Tese



**Desempenho inicial de mudas de alface e couve submetidas a aplicação de
organominerais**

Eliane Lima de Aquino

Pelotas, 2025

Eliane Lima de Aquino

**Desempenho inicial de mudas de alface e couve submetidas a aplicação de
organominerais**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Luciano Carlos da Maia

Co-Orientador (es): Andréia da Silva Almeida

Pelotas, 2025

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas

Catalogação na Publicação

A655d Aquino, Eliane Lima de

Desempenho inicial de mudas de alface e couve submetidas a aplicação de organominerais [recurso eletrônico] / Eliane Lima de Aquino ; Luciano Carlos da Maia, orientador ; Andréia da Silva Almeida, coorientadora. — Pelotas, 2025.

75 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2025.

1. Germinação de sementes. 2. Fertilizantes alternativos. 3. Produção de hortaliças. I. Maia, Luciano Carlos da, orient. II. Almeida, Andréia da Silva, coorient. III. Título.

CDD 635.0483

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Eliane Lima de Aquino

Desempenho inicial de mudas de alface e couve submetidas a aplicação de organominerais

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 28/03/2025

Banca examinadora:

Prof. Dr. Luciano Carlos da Maia (orientador)

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Prof. Dra. Camila Pegoraro

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Prof. Dr. Tiago Pedó

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Prof. Dra. Andréia da Silva Almeida

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Prof. Dra. Letícia Carvalho Benitez

Doutora em Biologia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Resumo

AQUINO, Eliane Lima de. **Desempenho inicial de mudas de alface e couve submetidas a aplicação de organominerais.** Orientador: Luciano Carlos da Maia. 2025.^f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2025.

Objetivou-se com este estudo avaliar a viabilidade da utilização de fertilizantes organominerais no cultivo de mudas de alface (*Lactuca sativa*) e couve comum (*Brassica oleracea* var. *acephala*). Para tanto, foram realizados dois experimentos, sendo que no primeiro se avaliou a utilização de dois produtos comerciais durante a germinação e desenvolvimento inicial de alface lisa variedade 'Repolhuda Todo Ano'. O delineamento experimental foi em esquema fatorial 5x2, sendo cinco concentrações (0, 2, 4, 6 e 8 mL/L) e dois produtos comerciais, identificados como A e B. A germinação das sementes foi avaliada aos 4 e 10 dias após a semeadura e as mudas foram avaliadas 30 dias após a semeadura, levando em consideração os seguintes parâmetros: massa fresca da parte aérea, massa fresca das raízes, número de folhas, comprimento da parte aérea, comprimento das raízes, massa seca da parte aérea e massa seca das raízes. O segundo experimento foi realizado de forma semelhante, utilizando para o experimento sementes de couve da variedade 'Manteiga da Geórgia'. Concluiu-se que, nas condições do experimento realizado, o produto comercial A foi benéfico para a germinação de sementes de alface 'Repolhuda Todo Ano', na concentração de 4 mL/L. Já para desenvolvimento das mudas recomenda-se a utilização de 2 mL/L. Para couve 'Manteiga da Geórgia' as utilizações dos produtos comerciais não potencializaram a germinação. Para desenvolvimento das mudas, recomenda-se a utilização do produto A na concentração de 2 mL/L.

Palavras-chave: germinação de sementes; fertilizantes alternativos; produção de hortaliças.

Abstract

AQUINO, Eliane Lima de. **Initial performance of lettuce and kale seedlings submitted to organomineral application.** Advisor: Luciano Carlos da Maia. 2025. **f.** Thesis (Doctorate in Seed Science and Technology) - Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2025.

The objective of this study was to evaluate the feasibility of using organomineral fertilizers in the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa*) and common kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) seedlings. To this end, two experiments were conducted. In the first experiment, the use of two commercial products during the germination and initial development of smooth lettuce variety 'Repolhuda Todo Ano' was evaluated. The experimental design was a 5x2 factorial scheme, with five concentrations (0, 2, 4, 6, and 8 mL/L) and two commercial products, identified as A and B. Seed germination was evaluated at 4 and 10 days after sowing, and seedlings were evaluated 30 days after sowing, considering the following parameters: fresh mass of the aerial part, fresh mass of the roots, number of leaves, length of the aerial part, length of the roots, dry mass of the aerial part, and dry mass of the roots. The second experiment was conducted similarly, using seeds of the kale variety 'Manteiga da Geórgia'. It was concluded that, under the conditions of the experiment, commercial product A was beneficial for the germination of lettuce seeds 'Repolhuda Todo Ano' at a concentration of 4 mL/L. For seedling development, the use of 2 mL/L is recommended. For kale 'Manteiga da Geórgia', the use of commercial products did not enhance germination. For seedling development, the use of product A at a concentration of 2 mL/L is recommended.

Keywords: seed germination; alternative fertilizers; vegetable production.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me proteger em todas as minhas andanças longe de casa.

Aos meus pais, Maria de Lourdes Lima de Aquino e Nercy de Aquino, que desde cedo me ensinaram que a educação é o bem mais precioso que podemos ter. Agradeço pelo amor, pelo apoio e por não medirem esforços para dar tudo o que precisei, mesmo que isso significasse deixar de conseguir algo para si.

À minha irmã, Silvia Lima de Aquino, por sempre me incentivar e apoiar nessa longa caminhada. Agradeço pelos conselhos, pelas correções das minhas escritas (mesmo que não fazemos parte da mesma área acadêmica), pelos puxões de orelha (alguns necessários, outros não), mas que me fizeram perceber o quanto é importante continuar seguindo nossos sonhos, mesmo que a sociedade diga que esse lugar não pertence às pessoas pretas. Ao meu irmão, Vagner Lima de Aquino, pelos conselhos, incentivo e carinho. Pelo suporte e por, juntamente com minha irmã, terem sido exemplos do que eu queria ser e conquistar.

Ao meu orientador, Luciano Carlos da Maia pela orientação, ensinamentos compartilhados, auxílio na análise estatística do trabalho, paciência e sobretudo compreensão em um dos momentos mais importantes da minha vida, que foi a minha primeira aprovação e convocação em um concurso público.

Agradeço às queridas colegas de trabalho Vanessa, Victória, Neila, Carol e Thayná pelo incentivo e suporte para retomar o doutorado, mesmo com dificuldades. À colega Adriana Corrent, professora do curso de Agropecuária do IFRS Campus Rolante, pela escuta, acolhida e suporte para que eu realizasse meus experimentos no Campus. Ao colega Fernando Gonçalves pela ajuda na análise e interpretação dos dados estatísticos. aos colegas do Melhoramento Raymond, Luis, Aguiar, Diana e Flávia pela companhia, amizade e suporte no pouco tempo que estivemos juntos em laboratório no pós-pandemia.

Agradeço ao IFRS Campus Rolante pela estrutura e espaços compartilhados para condução dos meus experimentos. À Universidade Federal de Pelotas e ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela oportunidade de realizar este curso e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Lista de figuras

Figura 1. Peso fresco da parte aérea (PFPA) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	39
Figura 2. Peso fresco da raiz (PFR) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	41
Figura 3. Mudas de alface submetidas a tratamentos com fertilizante A, nas concentrações 0 (A), 2 (B), 4 (C), 6 (D) e 8 (E) mL/L. Fonte: autor, 2024.	42
Figura 4. Mudas de alface submetidas a tratamentos com fertilizante B, nas concentrações 0 (A), 2 (B), 4 (C), 6 (D) e 8 (E) mL/L. Fonte: autor, 2024.	42
Figura 5. Comprimento da parte aérea (CPA) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	43
Figura 6. Comprimento da raiz (CR) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	44
Figura 7. Número de folhas (NF) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	46
Figura 8. Peso seco da parte aérea (PSPA) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	47
Figura 9. Peso seco da raiz (PSR) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	48
Figura 10. Peso fresco da parte aérea (PFPA) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	56
Figura 11. Mudas de couve ‘Manteiga da Geórgia’ submetidas a tratamentos com fertilizante A, nas concentrações 0 (A), 2 (B), 4 (C), 6 (D) e 8 (E) mL/L. Fonte: autor, 2024.	56
Figura 12. Peso fresco da raiz (PFR) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	57
Figura 13. Comprimento da parte aérea (CPA) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	59
Figura 14. Mudas de couve ‘Manteiga da Geórgia’ submetidas a tratamentos com fertilizante B, nas concentrações 0 (A), 2 (B), 4 (C), 6 (D) e 8 (E) mL/L. Fonte: autor, 2024.	60
Figura 15. Comprimento da raiz (CR) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	61

Figura 16. Número de folhas (NF) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	62
Figura 17. Peso seco da parte aérea (PSPA) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais	63
Figura 18. Peso seco da raiz (PSR) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.....	64

Lista de tabelas

Tabela 1. Teor mínimo obrigatório de nutrientes em fertilizante orgânico.	29
Tabela 2. Recomendação de aplicação do fertilizante A.	31
Tabela 3. Garantias do fertilizante organomineral A.	32
Tabela 4. Garantias do fertilizante organomineral B.	33
Tabela 5. Porcentagem de plantas emergidas aos quatro DAS em função dos tratamentos com fertilizantes organominerais.	37
Tabela 6. Porcentagem de plantas emergidas aos dez DAS em função dos tratamentos com fertilizantes organominerais.	37
Tabela 7. Valores de F calculado e coeficientes de variação da análise de variância (ANOVA) de mudas de alface submetidas a diferentes tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.....	38
Tabela 8. Peso fresco da parte aérea (PFPA) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.	39
Tabela 9. Peso fresco da raiz (PFR) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.	40
Tabela 10. Comprimento da raiz (CR) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.	44
Tabela 11. Número de folhas (NF) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.	45
Tabela 12. Peso seco da parte aérea (PSPA) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.	47
Tabela 13. Peso seco da raiz (PSR) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.	48
Tabela 14. Porcentagem de plantas emergidas aos quatro DAS em função dos tratamentos com fertilizantes organominerais.	53
Tabela 15. Porcentagem de plantas emergidas aos dez DAS em função dos tratamentos com fertilizantes organominerais.	53
Tabela 16. Valores de F calculado e coeficientes de variação da análise de variância (ANOVA) de mudas de couve submetidas a diferentes tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.....	54

Tabela 17. Peso fresco da parte aérea (PFPA) de mudas de couve em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais	55
Tabela 18. Comprimento da parte aérea (CPA) de mudas de couve em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais	58
Tabela 19. Número de folhas (NF) de mudas de couve em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais	61
Tabela 20. Peso seco da raiz (PSR) de mudas de couve em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais	64

Lista de siglas

DCNT – Doenças Crônicas Não Transmissíveis

OMS – Organização Mundial da Saúde

CTC – Capacidade de troca catiônica

CEASAs – Centrais de abastecimento S/A

VIGITEL – Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico

GLSs – Glucosinolatos

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

NFT – *Nutrient Film Technique*

DC – Diâmetro da cabeça

IFRS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

DAS – Dias após semeadura

PFPA – Peso fresco da parte aérea

PFR – Peso fresco da raiz

CPA – Comprimento da parte aérea

CR – Comprimento da raiz

NF – Número de folhas

PSPA – Peso seco da parte aérea

PSR – Peso seco da raiz

MAP – Fosfato monoamônico

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Olericultura: conceitos e breve caracterização do setor no Brasil	16
2.2 Consumo de hortaliças no Brasil	18
2.3 Alface (<i>Lactuca sativa</i>)	19
2.4 Couve (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Acephala</i>).....	20
2.5 Germinação de sementes	21
2.6 Produção de mudas.....	22
2.7 Sistemas produtivos de alface e couve no Brasil.....	25
2.8 Fertilizantes organominerais	28
2.9.1 Fertilizante organomineral A	31
2.9.2 Fertilizante organomineral B	32
3. CAPÍTULO I — Desempenho inicial de mudas de alface submetidas a aplicação de organominerais.....	34
3.1 Introdução	34
3.2 Material e métodos	35
3.3 Resultados e discussão.....	36
3.4 Conclusão	49
4. CAPÍTULO II – Germinação e desempenho de mudas de couve submetidas a aplicação de organominerais.....	50
4.1 Introdução	50
4.2 Material e métodos	51
4.4 Conclusão	65
5. Considerações finais	66
6. Referências Bibliográficas	67

1. INTRODUÇÃO GERAL

As hortaliças são importantes componentes na alimentação humana e seu consumo regular pode reduzir o risco de diversas doenças, dentre elas as cardiovasculares e aquelas conhecidas como doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). São fontes importantes de micronutrientes, vitaminas, minerais, fibras e outros componentes com propriedades funcionais, além de serem baixos em densidade energética, contribuindo com o emagrecimento saudável e com a manutenção do peso corporal (Oliveira et al., 2021).

Apesar dos benefícios do consumo de hortaliças serem amplamente divulgados, sobretudo pela Organização Mundial da Saúde (OMS), Ministério da Saúde brasileiro e outras entidades, através de estudos e publicações como o Guia Alimentar para a População Brasileira, o consumo desse grupo de alimentos ainda está muito abaixo do recomendado. Estima-se que a ingestão de frutas e hortaliças no país corresponda a menos da metade do que é indicado pela OMS (Oliveira et al., 2021). O baixo consumo desses alimentos pode estar ligado a vários aspectos econômicos, sociais e culturais, podendo-se citar a dificuldade de acesso, o baixo poder aquisitivo e a falta de costume em consumir (Nascimento, 2020). Além disso, problemas relacionados à qualidade, pós-colheita, transporte e armazenamento dos produtos provenientes dessa cadeia produtiva também impactam na disponibilidade dos mesmos em algumas regiões, dificultando o acesso da população (Guerra et al., 2017). Assim, como forma de aumentar a oferta de hortaliças de qualidade no mercado e diminuir possíveis gargalos na produção e comercialização desses alimentos, é imprescindível o estudo e o aprimoramento das técnicas utilizadas desde as etapas mais iniciais de cultivo, garantindo que as plantas tenham plenas condições de se desenvolver no campo.

Dentro do cultivo de hortaliças, o emprego de mudas de qualidade para formação da lavoura é fator crucial, em função do efeito direto no desempenho das plantas no campo e na produtividade da cultura. No entanto, mesmo com tal constatação, ainda há carência de informações e de técnicas que permitam melhores resultados na etapa de produção de mudas, principalmente com relação ao manejo nutricional (Oliveira et al., 2018). A utilização de fertilizantes nessa etapa é uma prática que traz resultados satisfatórios para

incremento da qualidade das mudas, observando-se a aplicação correta dos produtos para evitar gastos desnecessários e possível poluição ambiental (Medeiros et al., 2007).

Diante dos resultados positivos observados com a adubação de mudas de hortaliças, o uso de fertilizantes alternativos é uma possibilidade para a incrementação da qualidade das mesmas. Dentre tais fertilizantes, podem-se citar os organominerais, que são uma opção intermediária entre fertilizantes orgânicos e minerais. Muitos desses fertilizantes são produzidos a partir da compostagem de resíduos provenientes de atividades industriais, impedindo que estes sejam descartados incorretamente e causem poluição ambiental. Assim, tais produtos podem contribuir tanto com a qualidade das mudas produzidas quanto com a preservação do meio ambiente através do aproveitamento de resíduos. Os fertilizantes organominerais são produtos estáveis, uniformes e sua solubilização é gradativa, diminuindo perdas por lixiviação e volatilização ao longo do ciclo da cultura. Sua aplicação aumenta o teor de matéria orgânica do solo, melhora a agregação e estrutura, aumenta a atividade microbiana, a CTC, a porosidade e a capacidade de retenção de água (Pessoa, 2020). Deste modo, tais fertilizantes podem auxiliar no desenvolvimento da cultura, possibilitando a produção de mudas mais uniformes e bem desenvolvidas, com melhor capacidade de sobreviver após o transplante no campo.

Levando em consideração as informações supracitadas, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho inicial de mudas de alface (*Lactuca sativa*) e couve comum (*Brassica oleracea* var. *acephala*) submetidas a aplicação de organominerais produzidos a partir de resíduos da agroindústria vinífera. O presente trabalho encontra-se dividido em dois capítulos, sendo o primeiro referente ao experimento realizado com sementes de alface da cultivar ‘Repolhuda Todo Ano’ e o segundo ao experimento realizado com sementes de couve ‘Manteiga da Geórgia’.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Olericultura: conceitos e breve caracterização do setor no Brasil

A olericultura é o ramo da agricultura que se dedica ao cultivo de algumas espécies de plantas conhecidas, popularmente, como hortaliças, sendo que o sistema de produção utilizado pode variar de acordo com as diferentes condições edafoclimáticas encontradas no Brasil (SENAR ES, 2023). O termo é derivado do latim, sendo a junção do substantivo *olus* (herbáceo) com o verbo *colere* (cultivo). Assim, a olericultura é o termo utilizado na ciência para se referir ao ensino, pesquisa e cultivo de espécies herbáceas utilizadas na alimentação humana (Puiatti, 2019).

As hortaliças podem ser classificadas de acordo com a parte da planta utilizada na alimentação, sendo que as principais são:

- **Raízes:** têm as raízes como parte comestível da planta, como a beterraba e a batata-doce;
- **Folhosas:** as folhas são a parte comestível, como a alface, a rúcula e o espinafre;
- **Tubérculos:** a parte comestível são as estruturas de armazenamento de nutrientes, como a batata e o inhame;
- **Bulbos:** suas partes comestíveis também são as estruturas de armazenamento de nutrientes, que diferem da anterior por possuir um formato achatado, chamado de prato. Dentre estes estão a cebola, o alho e o alho-poró;
- **Legumes:** incluem frutos ou sementes imaturas como a vagem, a ervilha, o tomate e o pimentão;
- **Inflorescências:** as partes florais da planta são comestíveis, como a couve-flor e os brócolis;
- **Cucurbitáceas:** incluem o pepino, a melancia e o melão;
- **Eervas aromáticas:** utilizadas no tempero dos alimentos, como a salsa, o coentro e o alecrim (SENAR ES, 2023).

O cultivo de hortaliças distingue-se dos demais por conta da curta duração do ciclo e pela necessidade de tratos culturais intensivos. Em sua maioria são plantas de ciclo anual, sendo quase cem espécies exploradas comercialmente nas diferentes regiões do país (Melo; Araújo, 2016). As condições de solo e clima brasileiras permitem o cultivo de diferentes hortaliças durante todo o ano, o que garante a disponibilidade de produtos frescos nos pontos de comercialização (Lana; Tavares, 2010).

No Brasil, a olericultura evoluiu de forma mais acentuada na década de 1940, onde existiam apenas pequenas explorações diversificadas, localizadas ao redor das cidades. A partir daí, houve um deslocamento de alguns produtores para o meio rural em busca de melhores condições agroecológicas e econômicas. Tal fato deu início à mudança da atividade para algo mais comercial e definido (Caetano, 2014). Atualmente, a produção de hortaliças no país é, em sua maioria, exercida em propriedades familiares, predominantemente, em cultivo convencional e ocupa importante posição no cenário do agronegócio brasileiro. A atividade possibilita a geração de grande número de empregos, devido à exigência intensiva de mão de obra em todas as etapas dos cultivos (Clemente, 2015).

Segundo dados do último Censo Agropecuário, realizado no Brasil no ano de 2017, 1,6 milhão de hectares eram destinados à produção das dez principais culturas hortícolas cultivadas no país, sendo que 524 mil ha se encontravam no Nordeste, nos estados da Bahia, Pernambuco, Maranhão, Ceará e Rio Grande do Norte (IBGE, 2017). No que diz respeito à distribuição das hortaliças entre as regiões de produção e consumo as Centrais de Abastecimento (CEASAs) possuem papel fundamental. Elas são responsáveis pela comercialização tanto para o segmento varejista quanto para atacadistas, que acabam revendendo os produtos em regiões com maior escassez. No caso de pequenos agricultores que não possuem produção suficiente para comercializar diretamente nas Centrais, é comum a participação de um atravessador, responsável por coletar a produção de várias propriedades para então comercializar nesses locais (Andriolo, 2017).

Embora o cultivo de hortaliças tenha se modernizado ao longo dos anos, ainda há grandes problemas relacionados à pós-colheita, transporte e armazenamento dos produtos provenientes dessa cadeia produtiva. Esses alimentos possuem alto teor de água em sua composição, além de continuarem com alguns processos biológicos vitais ativos

mesmo depois da colheita, fazendo com que sejam altamente perecíveis (Guerra et al., 2017). Um dos gargalos da produção de hortaliças ainda é a dificuldade de armazenamento, com o objetivo de regularizar a distribuição e oferta nos grandes centros e estabilizar os preços. Assim, para que o tempo de conservação desses alimentos seja maximizado e as perdas pós-colheita sejam reduzidas, é importante o conhecimento das práticas mais adequadas de manuseio tanto durante o cultivo quanto durante a colheita, pós-colheita, armazenamento, transporte e comercialização (Coelho et al., 2015). Deste modo, é imprescindível a adoção de práticas que maximizem a qualidade do produto desde o momento da semeadura, garantindo que haja maior oferta desses alimentos para a população e compensando eventuais perdas durante o processo produtivo.

2.2 Consumo de hortaliças no Brasil

Nos últimos anos as hortaliças passaram a estar mais presentes na alimentação da população, devido à sua importância para a saúde humana. São alimentos ricos em vitaminas, minerais e fibras, possuem baixo teor energético e compostos bioativos que protegem contra doenças crônico-degenerativas e são aliadas no controle da obesidade (Lana; Tavares 2010).

Mesmo com a maior presença na alimentação, o consumo das olerícolas no país ainda está abaixo dos valores diários recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Enquanto que a quantidade diária recomendada pelas instituições nacionais e internacionais é de 400 gramas de frutas e hortaliças em, pelo menos, cinco dias da semana, o consumo brasileiro não passa de 141 gramas por pessoa/dia, ficando atrás inclusive de países mais pobres da América Latina. O baixo consumo desses alimentos pode estar ligado a vários aspectos econômicos, sociais e culturais, podendo-se citar a dificuldade de acesso, o baixo poder aquisitivo e a falta de costume em consumir ou a falta de conhecimento sobre os benefícios para a saúde (Nascimento, 2020).

Estudos realizados pela Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel) mostram que indivíduos que consomem regularmente tais alimentos têm nível de escolaridade maior, são em sua maioria mulheres e residem principalmente no Centro-Sul do país (Boteon, 2021). Cerca de 51,5% das mulheres têm legumes e verduras em sua dieta na maior parte dos dias, contra 39,1% dos

homens. Indivíduos na faixa etária de 65 anos ou mais são aqueles que mais consomem na frequência semanal recomendada (45,5%) (CNN, 2023). Com relação aos aspectos econômicos, observa-se que o consumo é menor nas classes econômicas mais baixas (Nascimento, 2020). Diante do papel que o consumo de hortaliças desempenha na saúde humana, observa-se a importância de aprimorar os processos produtivos das mesmas, sobretudo daquelas mais consumidas pela população do país. Tal aprimoramento deve começar a partir da produção de mudas dessas culturas, garantindo o sucesso do cultivo em condições de campo. Assim, escolheu-se para esse trabalho as hortaliças descritas nos tópicos seguintes, muito consumidas pelos brasileiros e importantes dentro do cenário da agricultura familiar.

2.3 Alface (*Lactuca sativa*)

A alface (*Lactuca sativa*) é uma planta pertencente à família Asteraceae, originária de clima temperado e uma das hortaliças mais consumidas no Brasil e no mundo. As cultivares mais conhecidas e comercializadas no país são as lisas e as crespas (Henz; Suinaga, 2009). Evidências arqueológicas indicam que a hortaliça tem sido cultivada desde 4500 anos antes de Cristo, evoluindo até o fenótipo atual através de seleções e mutações e tendo como origem a espécie silvestre *Lactuca serriola* L., cultura forrageira e oleaginosa. A partir de sua domesticação, a cultura foi disseminada pelo Mediterrâneo nas eras Grega e Romana, sendo levada para o resto do continente europeu com o passar dos anos (Suinaga et al., 2013).

A planta é herbácea, com pequeno caule no qual crescem as folhas, em formato de roseta. As folhas podem ser lisas, crespas, com coloração em tons de verde ou arroxeadas, formando ou não uma cabeça. O sistema radicular é superficial e ramificado quando as mudas são transplantadas, podendo atingir até 0,60 m quando há semeadura direta no solo (Filgueira, 2003). Sua composição é de 95% de água, 1,5% de fibras, 0,90% de açúcares 0,50% de sais minerais, 0,31 mg de vitamina B1, 0,66 mg de vitamina B2 e 35 g de vitamina C (Silva, 2017).

Apesar de ser cultivada em todas as regiões do país, a cultura possui restrições quanto ao clima, em virtude de sua sensibilidade às condições adversas de temperatura, umidade e pluviosidade. Chuvas prolongadas e baixas temperaturas retardam o

crescimento e danificam as plantas, ao passo que temperaturas elevadas e alta radiação solar encurtam o ciclo e causam o pendoamento precoce das plantas, queima das bordas das folhas e formação de cabeças pouco compactas (Brzezinski et al., 2017). Atualmente, existem no mercado algumas cultivares melhoradas e adaptadas para o cultivo em regiões de maior temperatura e pluviosidade, além de resistentes a alguns vírus como o do mosaico do alface (*Lettuce mosaic virus* - LMV) e ao pendoamento e florescimento precoce, permitindo a produção em locais mais quentes ou com dias longos (Henz; Suinaga, 2009). O solo ideal para o cultivo da alface é o de textura média, com boa disponibilidade de nutrientes e rico em matéria orgânica. O pH mais indicado está na faixa de 6,0 a 6,8, e o rendimento da cultura é maior quando há adubação orgânica, sobretudo com esterco animal (Silva, 2017).

2.4 Couve (*Brassica oleracea* var. *Acephala*)

A espécie botânica *Brassica oleracea* L. é pertencente à família Brassicaceae, com centro de origem no continente europeu. A espécie é subdividida em algumas variedades, podendo-se citar *B. oleracea* var. *botrytis* L. (couve-flor), *B. oleracea* var. *capitata* L. (repolho), *B. oleracea* var. *italica* Plenck. (brócolos), *B. oleracea* var. *gemminifera* Zencker (couve-de-bruxelas), *B. oleracea* var. *gongylodis* (couve-rábano) e *B. oleracea* var. *acephala* (couve comum ou de folhas) (Arteche, 2006).

A couve comum (*Brassica oleracea* var. *acephala*), hortaliça anual ou bienal é caracterizada como uma planta arbustiva, com caule ereto, liso, carnoso, com contínua emissão de folhas em seu ápice. As folhas são pecioladas, carnosas e muito utilizadas na alimentação humana (Arteche, 2006). Seu consumo tem aumentado nos últimos anos devido às suas propriedades nutricionais e a presença de importantes elementos como a vitamina A, vitamina C, fibras, cálcio, proteínas, ferro, niacina e iodo. A planta também possui propriedades medicinais e é utilizada em tratamentos contra a anemia, bôcio e constipação intestinal (Trani et al., 2015).

As brássicas (couve, repolho, brócolis e couve-flor) possuem em sua composição glucosinolatos (GLSs), que são compostos químicos que contêm enxofre. No organismo humano, tais compostos transformam-se em outras substâncias, conhecidas pela capacidade de prevenção do câncer. Dentre os GLSs encontrados na couve estão a

sinigrina, glucoiberina e glucobrassicina e a presença de cada um na planta varia com seu desenvolvimento, sendo mais presentes nos brotos (Moura, 2018).

A cultura da couve é típica de outono-inverno, resistente ao frio e à geada (Trani et al., 2015). As plantas são rústicas e se adaptam a diferentes condições ambientais, não necessitando de alto nível tecnológico para seu cultivo (Azevedo et al., 2014).

2.5 Germinação de sementes

A germinação é o processo pelo qual uma semente dá origem a uma nova planta. Esse fenômeno marca o início do ciclo de vida da maioria dos organismos vegetais e depende de uma série de fatores internos (como a viabilidade e dormência da semente) e externos (como temperatura, umidade, oxigênio e, em alguns casos, luz). Tal processo é, em suma, o resumo do crescimento ativo do embrião, onde há ruptura do tegumento e emergência de uma plântula após o período de quiescência (Nascimento; Pereira, 2016).

Durante a germinação, a semente passa por três fases principais: embebição, ativação metabólica e crescimento do embrião. Inicialmente, a semente absorve água, que desencadeia uma série de reações bioquímicas. A entrada da água ocorre através de orifícios no tegumento, sendo que a velocidade de entrada e o volume absorvido dependerão da composição da semente. Sementes que possuem maior teor de proteínas absorvem mais água do que aquelas que contém mais amido (Nascimento; Pereira, 2016). Na fase seguinte, enzimas são ativadas e degradam reservas de amido, proteínas e lipídios, liberando energia e nutrientes necessários para o desenvolvimento do embrião (Bewley et al., 2013). Por fim, ocorre o crescimento da radícula (primeira raiz) e da plântula (parte aérea embrionária), levando ao rompimento do tegumento (Marcos Filho, 2015).

A germinação ocorre sob condições ambientais específicas, variando conforme a espécie. Em geral, temperaturas entre 20 °C e 30 °C são consideradas ótimas. Além disso, algumas sementes são influenciadas pela luz, sendo classificadas como fotoblásticas positivas ou negativas (Taiz et al., 2017).

Em um sistema de produção de mudas vários fatores devem ser levados em consideração, dentre eles estão os fatores climáticos, substratos utilizados, qualidade da água, nutrientes disponibilizados e manejo da irrigação. Além disso, a qualidade das sementes e os fatores relacionados à germinação merecem bastante atenção

(Nascimento et al., 2016). Sementes de baixa qualidade podem originar estandes desuniformes, comprometendo a produtividade e a qualidade do produto colhido. Assim, tanto para culturas onde se realiza semeadura direta quanto para aquelas propagadas através de mudas, a utilização de sementes de alta qualidade é imprescindível para se obter bons resultados no campo (Nascimento, 2011).

Uma semente de qualidade é aquela que possui características que garantem seu bom desempenho nas etapas iniciais de desenvolvimento, alta capacidade de germinação, vigor, pureza varietal e que seja livre de doenças e pragas. Ela deve ser capaz de dar origem a uma plântula normal e sadia, livre de contaminações e com todas as estruturas essenciais bem desenvolvidas. Sua qualidade vai além das características fisiológicas, englobando também as características genéticas, físicas e sanitárias. A qualidade genética de uma semente está ligada à sua pureza varietal e à sua identidade genética de cultivar, definida através de certos cuidados tomados durante o processo de produção. Dentre tais cuidados estão a eliminação de plantas atípicas e a atenção na limpeza de equipamentos para evitar misturas varietais (Nascimento, 2011). Já a qualidade física refere-se à pureza e integridade física de um lote de sementes, incluindo sua composição, tamanho, forma, peso, e a ausência de materiais inertes e danos físicos. Por fim, a qualidade sanitária diz respeito à ausência de patógenos, como fungos, bactérias e vírus, que possam causar doenças nas plantas e reduzir a produtividade da cultura. Em outras palavras, é a garantia de que as sementes estejam livres de organismos que possam prejudicar o desenvolvimento das plantas no campo (Talamini et al., 2012).

○ 2.6 Produção de mudas

A produção de mudas de hortaliças, em seu contexto histórico, era tradicionalmente considerada uma fase secundária no processo de cultivo. Até os anos 1970, as mudas da maioria das espécies vegetais eram cultivadas em canteiros improvisados próximos às áreas de plantio definitivo, sendo estes espaços denominados sementeiras. Nesses locais, a principal preocupação limitava-se à proteção contra animais, pragas e doenças, uma vez que as variedades utilizadas geralmente empregavam sementes de baixo valor comercial. Com o tempo, essa prática passou por aprimoramentos, especialmente com a introdução de sementes híbridas e a crescente

busca por mudas mais vigorosas, uniformes e de fácil manejo. A necessidade de melhor controle sanitário e a redução de custos com sementes impulsionaram a adoção de estruturas teladas, equipadas com sistemas de irrigação e proteção contra variações climáticas, marcando uma evolução significativa na técnica de produção de mudas (Goto; Silva, 2018).

Com a modernização dos sistemas de produção ocorrida ao longo dos anos e a adoção do cultivo protegido observa-se avanços significativos na produção de mudas, elevando o nível tecnológico do processo e resultando em material propagativo de alta qualidade, com riscos fitossanitários e ambientais consideravelmente minimizados. Essa tecnologia possibilita ao produtor o planejamento de um cronograma de produção mais extenso e previsível, favorecendo maior retorno econômico e estabilidade nos preços ao longo do ano. Isso se deve ao controle preciso de variáveis ambientais cruciais, como temperatura, umidade relativa do ar, radiação luminosa, entre outros, que proporcionam um microclima ideal para o desenvolvimento inicial das mudas (Bezerra, 2003). Ademais, o ambiente protegido favorece a implementação de estratégias mais eficazes de manejo fitossanitário, reduzindo a incidência de pragas e doenças e assegurando a sanidade vegetal durante todo o ciclo de produção.

Os sistemas de cultivo protegido mais utilizados atualmente incluem os modelos ripados, telados e estufas. As estruturas ripadas ou teladas são cobertas com ripas, palha ou telas plásticas sombreadoras, com a função principal de atenuação da radiação solar, controle da temperatura interna, diminuição dos impactos causados por chuvas intensas e ventos fortes, bem como a restrição do acesso de animais ao ambiente de cultivo. O grau de sombreamento é ajustado conforme a densidade e o tipo de material utilizado na cobertura (como a tonalidade da tela plástica), entretanto, o controle sobre a precipitação pluvial é limitado, o que compromete parcialmente a eficiência na proteção hídrica (Bezerra, 2003). O tipo de estufa a ser empregado para cada cultura dependerá das necessidades do produtor e da disponibilidade de recursos para investimento. As estufas precisam ter tamanho suficiente para atender as necessidades técnicas de produção de mudas e estruturas que atendam à legislação vigente. Devem oferecer um ambiente protegido e controlado para as fases iniciais do desenvolvimento das plantas permitindo maior uniformidade, sanidade e vigor das mudas, aspectos essenciais para o sucesso do transplante e a produtividade no campo (Kämpf, 2000).

Dentre os diversos componentes envolvidos na produção de mudas, o substrato desempenha papel fundamental, pois oferece suporte físico, além de ser responsável por fornecer água, oxigênio e nutrientes às plantas durante as fases iniciais de desenvolvimento. De acordo com Kämpf (2000), um substrato ideal deve apresentar características como alta porosidade, alta capacidade de retenção de água, pH adequado e ausência de patógenos. Além desses fatores, a estabilidade física e química do substrato garante condições homogêneas de desenvolvimento das mudas. Estudos recentes reforçam que a qualidade do substrato influencia diretamente a arquitetura radicular, a taxa de germinação e a uniformidade do crescimento (Silva et al., 2021). De acordo com Verdonck e Gabriels (1992), substratos bem equilibrados em termos de aeração e retenção hídrica promovem um sistema radicular mais vigoroso, o que influencia diretamente na taxa de sobrevivência e no desempenho da muda após o transplante. Por isso, é fundamental escolher o substrato adequado para cada espécie, levando em consideração suas exigências nutricionais e as condições climáticas da região de cultivo.

Materiais como fibra de coco, casca de arroz carbonizada, vermiculita e turfa são amplamente utilizados na composição de substratos comerciais. A escolha e a proporção desses componentes podem ser ajustadas para melhorar as propriedades físico-químicas do substrato (Fermino et al., 2010). Além disso, o uso de substratos comerciais padronizados tem contribuído para maior uniformidade na produção de mudas.

Outro aspecto relevante são os nutrientes fornecidos para as mudas durante seu desenvolvimento. Geralmente, o substrato em si não possui alta fertilidade, mas é importante que o mesmo tenha capacidade de retenção e troca de nutrientes, especialmente em sistemas de produção com fertirrigação (Grigolli et al., 2019). O fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes durante a fase de viveiro garante maior vigor, uniformidade e capacidade de adaptação das mudas no campo (Taiz et al., 2017). Ademais, a adição de fertilizantes de liberação controlada também tem sido estudada como forma de otimizar a nutrição das mudas, promovendo maior uniformidade no crescimento e até encurtando o ciclo de produção de algumas culturas devido ao rápido desenvolvimento inicial (Menezes et al., 2021). Além disso, a liberação controlada dos nutrientes reduz perdas por lixiviação e volatilização, aumenta a eficiência da adubação e diminui a frequência de aplicação, otimizando o manejo (Menezes et al., 2021).

Durante a fase de produção, as exigências nutricionais das mudas diferem significativamente das plantas adultas. Por serem organismos em crescimento ativo, com rápido desenvolvimento do sistema radicular e foliar, as mudas requerem um fornecimento constante, mas controlado, de macro e micronutrientes (Ferreira et al., 2021). A escolha do tipo de fertilizante (mineral ou orgânico), a dose, a frequência e a forma de aplicação devem ser ajustadas com base na cultura, no substrato utilizado e nas condições ambientais. Fertilizantes orgânicos, biofertilizantes e húmus líquido também têm mostrado efeitos positivos sobre a qualidade das mudas, promovendo crescimento e ativação de mecanismos fisiológicos benéficos (Barbosa et al., 2019).

Além dos componentes citados acima, a água é um dos recursos mais fundamentais para o desenvolvimento das plantas, especialmente durante a fase inicial de crescimento. Durante a produção de mudas de hortaliças, a irrigação adequada é crucial para garantir o estabelecimento das plantas, o desenvolvimento do sistema radicular e o crescimento saudável das mesmas. A água não apenas fornece o meio para o transporte de nutrientes, mas também é essencial para os processos fisiológicos, como a fotossíntese e a transpiração (Taiz et al., 2017). Sua qualidade deve ser monitorada, evitando-se a utilização caso haja presença de contaminantes e sais em excesso. A salinidade e o pH elevados ou desajustados podem interferir nos processos de absorção de água e nutrientes pelas raízes, resultando em deficiências nutricionais e no comprometimento da qualidade das mudas (Silva et al., 2021). O manejo adequado da irrigação, a escolha de fontes de água de boa qualidade e a aplicação eficiente dos sistemas de irrigação são fundamentais para garantir o sucesso da produção e a sustentabilidade do cultivo.

2.7 Sistemas produtivos de alface e couve no Brasil

No Brasil, os sistemas produtivos de alface mais comuns são o convencional, orgânico em campo aberto, cultivo protegido em sistema hidropônico e no solo. Tais sistemas diferem quanto ao manejo e ao manuseio pós-colheita (Henz; Suinaga, 2009). O cultivo no sistema convencional é o mais expressivo, concentrando-se próximos dos grandes centros urbanos e sendo o sistema com menor custo de produção se comparado a outras hortaliças como o tomate e o pimentão. Já no sistema orgânico há a preocupação

em seguir os princípios básicos de uso da adubação e manejo das doenças e pragas de acordo com as normas fixadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelas certificadoras de produtos orgânicos (Resende et al., 2007).

O cultivo tradicional a campo ainda é o mais importante no que diz respeito ao tamanho da área de produção. Nesse sistema as mudas podem ser transplantadas diretamente nos canteiros ou com a utilização de “mulching”. O mulching é uma técnica de proteção do solo que consiste na aplicação de um filme plástico sobre os canteiros, com o objetivo de reduzir a perda de água, controlar o microclima da área ou reduzir a infestação de insetos e plantas indesejadas. Tal filme plástico pode ter diferentes colorações e cada uma delas contribuirá de forma diferente com os objetivos citados (Casa do Horticultor, 2018). No sistema orgânico a alface também pode ser cultivada em campo aberto, seguindo as orientações de manejo preconizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelas certificadoras de produtos orgânicos (Resende et al., 2007).

O cultivo protegido de folhosas também é uma realidade cada vez mais difundida em todo o Brasil. Esse tipo de cultivo permite alcançar maior qualidade e produtividade das plantas, sobretudo daquelas sensíveis às condições adversas do ambiente. Nesse sistema, a alface pode ser cultivada em casas de vegetação ou telados, de acordo com os objetivos do produtor e das condições climáticas da região. Nas regiões Sul e Sudeste podem ser utilizadas durante o inverno estruturas que concentram calor em seu interior, com menos saídas para circulação do ar. Já em áreas tropicais, com períodos de chuva bem definidos pode-se construir uma cobertura de material plástico que funcionará como um ‘guarda-chuva’, permitindo a circulação do ar pelas laterais, que poderão permanecer abertas ou fechadas por telas para prevenir a entrada de insetos (Henz; Suinaga, 2009).

O cultivo hidropônico também é um sistema bastante empregado no cultivo de folhosas. Trata-se de um método onde há a utilização de um substrato responsável por sustentar as plantas ao mesmo tempo que permite que suas raízes se desenvolvam em contato com uma solução nutritiva, composta por todos os macros e micronutrientes necessários para o crescimento efetivo das plantas (Henz; Suinaga, 2009). O NFT (*Nutrient Film Technique*) é o sistema hidropônico mais utilizado no país e é composto por tubulações de PVC organizadas verticalmente em zig-zag, permitindo a circulação da solução nutritiva por todas as plantas. Além de ser um método de baixo investimento,

necessita de pouca manutenção, sendo bastante prático para os produtores (Campos, 2020).

A couve é uma cultura típica de outono-inverno, bem adaptada ao frio e resistente à geada. A hortaliça pode ser propagada por sementes ou por mudas dependendo da cultivar, sendo comum no Brasil a propagação vegetativa, realizada através dos brotos que surgem nas axilas das folhas das plantas já desenvolvidas. Esse tipo de propagação é mais simples, pois os brotos são plantados diretamente nos canteiros onde serão cultivados. Já a produção de cultivares híbridas é feita somente através de sementes, pois as plantas não produzem brotos (Moura, 2018). Atualmente, o cultivo da hortaliça possui grande importância para agricultores familiares, por ser uma cultura cultivada o ano todo, lucrativa, tolerante ao calor, mas é exigente em mão de obra, sobretudo, durante a colheita (Silva et al., 2012).

O cultivo da couve pode ser feito por diversos sistemas, selecionados de acordo com as condições climáticas, insumos, tamanho da área e mão de obra disponível. Dentre esses sistemas se pode citar o convencional, orgânico e hidropônico (Moura, 2018). Assim como no cultivo de alface, o método convencional é o mais comum, por permitir a produção em larga escala e a mecanização. Mesmo sendo bastante empregado, esse tipo de cultivo possui algumas desvantagens como a maior suscetibilidade das plantas às condições adversas do clima e ao ataque de pragas e doenças. Já os sistemas orgânico e hidropônico seguem as mesmas regras descritas para o cultivo da alface, sendo menos comuns entre os produtores.

Independente do sistema de cultivo, o sucesso na produção de qualquer hortaliça depende, em grande parte, da utilização de mudas de qualidade. Isso porque tais mudas terão mais chances de se desenvolver plenamente em condições de campo, terão melhor enraizamento após o transplante e crescimento mais uniforme (Michelon et al., 2021). Além disso, o desempenho final da cultura será dependente dessa qualidade, tanto do ponto de vista nutricional quanto do tempo necessário para a produção e consequentemente produtividade de cada planta (Freitas et al., 2013).

A qualidade das mudas pode ser influenciada por diferentes fatores, podendo-se citar a qualidade da semente empregada, o tipo de recipiente, o substrato utilizado, as práticas de manejo e a adubação fornecida durante o processo (Medeiros et al., 2018). A utilização de fertilizantes, sobretudo aqueles que possuem matéria orgânica em sua composição, têm demonstrado grande potencial para utilização em hortaliças, desde as etapas mais

iniciais de cultivo. Dentre tais fertilizantes, podem-se citar os organominerais, produtos que combinam matéria orgânica e minerais, sendo uma opção intermediária entre fertilizantes orgânicos e químicos. Oferecem vantagens de ambos e são mais seguros para o meio ambiente.

2.8 Fertilizantes organominerais

A agricultura desempenha papel vital na manutenção da vida, tanto animal quanto humana. Para que as plantas possam atingir o máximo potencial produtivo é necessário que as exigências nutricionais de cada cultura sejam supridas. Nesse sentido, o emprego de fertilizantes se torna crucial, sendo utilizado para garantir que as plantas tenham acesso a todos os macro e micronutrientes necessários para seu pleno desenvolvimento.

Os fertilizantes organominerais são aqueles obtidos a partir da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos provenientes de resíduos vegetais, de aves, suínos ou outros animais (Machado, 2024). A Instrução Normativa nº 61, de 08 de julho de 2020 estabelece as definições, exigências, especificações e orientações para registro e rotulagem desses produtos destinados à agricultura. A normativa também classifica os fertilizantes orgânicos simples, compostos ou organominerais de acordo com as matérias primas utilizadas em sua produção, sendo:

- Classe “A”: matéria-prima utilizada na produção é oriunda de atividades extractivas, agropecuárias, industriais, agroindustriais e comerciais, podendo conter lodos industriais, águas residuárias com uso autorizado pelo Órgão Ambiental, resíduos de legumes, frutas e verduras isentos de contaminantes sanitários;
- Classe “B”: matéria-prima utilizada na produção é oriunda de atividades urbanas, industriais e agroindustriais, lodos industriais gerados em estações de tratamento de esgoto, lodos industriais gerados a partir de tratamento de águas residuárias com contaminantes sanitários, autorizado pelo Órgão Ambiental e seguros para utilização na agricultura.

Além disso, a IN também estabelece os teores mínimos de nutrientes que devem estar presentes nos fertilizantes (tabela 1), sendo:

Tabela 1. Teor mínimo obrigatório de nutrientes em fertilizante orgânico.

Componente	Teor mínimo (%)
Nitrogênio (N)	1
Fósforo (P_2O_5)	1
Potássio (K_2O)	1
Cálcio (Ca)	1
Magnésio (Mg)	1
Enxofre (S)	1
Boro (B)	0,01
Cloro (Cl)	0,1
Cobalto (Co)	0,005
Cobre (Cu)	0,02
Ferro (Fe)	0,02
Manganês (Mn)	0,02
Molibdênio (Mo)	0,005
Níquel (Ni)	0,005
Selênio (Se)	0,003
Silício (Si)	0,05
Zinco (Zn)	0,1

Fonte: BRASIL, 2020.

Dentre as vantagens da utilização de fertilizantes organominerais pode-se citar o fato de ser um produto mais sustentável, já que a matéria-prima utilizada em sua produção possui origem na compostagem de rejeitos provenientes de atividades industriais. Além disso, é um produto mais estável, uniforme e sua solubilização é gradativa, diminuindo perdas por lixiviação e volatilização ao longo do ciclo da cultura. Sua aplicação incrementa o teor de matéria orgânica do solo, melhora sua agregação e estrutura, aumenta a atividade microbiana, a CTC, a porosidade e a capacidade de retenção de água no solo (Pessoa, 2020).

Em estudos sobre a aplicação de diferentes fertilizantes organominerais na cultura da alface, Luz et al. (2010) observaram que a aplicação dos produtos logo após a semeadura e posterior pulverização semanal incrementaram a massa fresca da parte aérea, massa fresca das raízes e altura das mudas, se comparadas à testemunha. O mesmo experimento também foi conduzido na produção comercial de alface, onde mudas foram plantadas em campo e receberam pulverizações semanais dos tratamentos empregados. Ao final do experimento, os autores observaram que as plantas tratadas com o fertilizante foram significativamente superiores àquelas que não receberam tratamento, atingindo uma média de 27,1 cm de diâmetro contra 19,7 cm de diâmetro da testemunha.

Já na cultura da rúcula (*Eruca sativa* L.), Oliveira et al. (2018) observaram que a aplicação de fertilizante organomineral aos 18 e 25 dias após a emergência das plântulas favoreceu o desenvolvimento das raízes e da parte aérea, além de aumentar o teor de clorofila A e total. Os autores atribuíram os resultados à presença de componentes húmicos e fúlvicos na composição do produto avaliado, que acabam por otimizar a absorção do solo e a formação de quelatos naturais, além de facilitar a absorção de nutrientes minerais. Tais benefícios poderiam resultar em plantas mais vigorosas, resistentes e capazes de suportar melhor o estresse provocado pelo transplantio.

Queiroz et. al (2017), ao avaliar os efeitos da aplicação de fertilizante organomineral formulado 04-14-08 em alface americana cv. Lucy Brown observaram que a dose de 1600 kg/ ha⁻¹ proporcionou maior diâmetro transversal de cabeça, altura, produção e produtividade da alface, em comparação com o tratamento testemunha. O diâmetro da cabeça (DC) é fator de grande importância para esse tipo de alface no que diz respeito à comercialização, sendo que consumidores acabam optando pela compra de acordo com este atributo, preferindo cabeças de maior tamanho.

Diante dos resultados observados nos estudos encontrados na literatura, percebe-se o potencial de utilização dos fertilizantes organominerais como forma de incrementar o teor de matéria orgânica e nutrientes do solo, impactando diretamente na qualidade e na produtividade de hortaliças folhosas.

2.9.1 Fertilizante organomineral A

De acordo com informações da empresa produtora, o fertilizante organomineral A possui como base o extrato proveniente da compostagem de resíduos da indústria vinífera. O produto possui em sua composição NPK e carbono orgânico, que formam moléculas organominerais e facilitam a absorção de nutrientes pela planta.

O fertilizante pode ser utilizado de forma profissional ou doméstica, empregado em hortas urbanas, paisagismo e jardinagem. A recomendação de aplicação para cada cultura pode ser observada na tabela 2:

Tabela 2. Recomendação de aplicação do fertilizante A.

Cultura	Recomendação
Orquídeas e bromélias	Diluir 6 mL/L de água e irrigar com intervalos de 20 a 30 dias
Gerânicos	Diluir 6 mL/L de água e irrigar duas vezes por semana
Violetas	Diluir 3 mL/L de água e irrigar uma vez por semana
Samambaias	Diluir 6 mL/L de água e irrigar uma vez por semana
Bonsais	Diluir 6 mL/L de água e irrigar com intervalos de 7 a 15 dias
Gramados	Diluir 6 mL/L de água e irrigar uma vez por semana

Canteiros externos	Diluir 6 mL/L de água e irrigar com intervalos de 15 dias
Verduras e hortaliças	Diluir 6 mL/L de água e irrigar uma vez por semana
Mudas jovens	Diluir 2 mL/L de água e irrigar 2 a 3 vezes por semana

Fonte: Fabricante.

O fertilizante possui em sua composição uréia, ácido fosfórico, ácido cítrico, e hidróxido de potássio. O pH do produto é de 5,5, índice salino de 14%, condutividade elétrica com diluição de 10,0 mS/cm e solubilidade em água de 100 g/L. Além disso, o fertilizante possui as seguintes garantias (tabela 3):

Tabela 3. Garantias do fertilizante organomineral A.

Garantias do produto	peso/peso	peso/volume
Nitrogênio solúvel em água	8%	96 g/L
Pentóxido de fósforo solúvel em água	6%	72 g/L
Óxido de potássio solúvel em água	7%	84 g/L
Carbono orgânico total	6%	72 g/L

Fonte: Fabricante

2.9.2 Fertilizante organomineral B

O fertilizante organomineral B (figura 2) possui como base resíduos orgânicos de agroindústria classe A (bagaço, engaço e semente de uva). Promete promover maior produtividade, melhora a absorção de nutrientes e reduz o estresse salino dos nutrientes através de moléculas orgânicas.

O produto é indicado para todos os tipos de cultura, por meio de fertirrigação, aplicação via foliar ou por hidroponia. Em lavouras, o fabricante recomenda a aplicação de 0,5 L/ha por pulverização e em cultivos domésticos recomenda a diluição de 6 mL/L de água, para aplicações semanais. Para uso doméstico via foliar, recomenda-se a diluição de 2 a 3 mL/L de água para aplicações semanais nas horas mais frescas do dia. O fertilizante possui as seguintes garantias (tabela 4):

Tabela 4. Garantias do fertilizante organomineral B.

Garantias do produto	peso/peso	peso/volume
Nitrogênio solúvel em água	3%	34,5 g/L
Pentóxido de fósforo solúvel em água	2%	23 g/L
Óxido de potássio solúvel em água	3%	34,5 g/L
Carbono orgânico total	6%	69 g/L

Fonte: Fabricante

O fertilizante possui também em sua composição ureia, ácido fosfórico, ácido cítrico, e hidróxido de potássio. O pH do produto é de 5, índice salino de 7%, condutividade elétrica com diluição de 7,00 mS/cm e solubilidade em água de 100 g/L.

3. CAPÍTULO I — Desempenho inicial de mudas de alface submetidas a aplicação de organominerais

3.1 Introdução

A alface (*Lactuca sativa*) é uma planta pertencente à família Asteraceae, originária de clima temperado e uma das hortaliças mais consumidas no Brasil. É uma planta bem adaptada às diferentes condições climáticas, possui baixo custo de produção e pode ser cultivada sucessivamente ao longo do ano, possuindo grande importância econômica e social para pequenos agricultores (Medeiros et al., 2008). A espécie possui grande número de variedades, caracterizadas pela formação ou não de cabeça, coloração, tamanho e textura das folhas. É consumida principalmente em saladas, sendo uma fonte de vitaminas, fibras e minerais, além de possuir baixo teor calórico, contribuindo com a perda e manutenção do peso corporal saudável (Sediyama et al., 2016).

Apesar de ser bem adaptada a diferentes regiões do país, a cultura possui restrições quanto ao clima, por conta de sua sensibilidade a algumas condições adversas encontradas em condições de campo. Chuvas prolongadas e baixas temperaturas retardam o crescimento e podem danificar as folhas, temperaturas elevadas e alta radiação solar encurtam o ciclo e causam o pendoamento precoce das plantas, queima das bordas das folhas e formação de cabeças pouco compactas (Brzezinski et al., 2017). Além disso, hortaliças em geral são bastante exigentes em nutrientes, demandando grandes quantidades de fertilizantes que podem representar cerca de 20 a 25% do custo total de produção (Fernandes et al., 2020). No caso da alface, há maior rendimento quando se utiliza adubação orgânica, sobretudo, com esterco animal (Silva, 2017).

O sucesso na produção da alface depende de diversos fatores, dentre eles estão o cultivo em solo com pH adequado, o fornecimento de água e nutrientes demandados pela cultura e a utilização de mudas de qualidade. Este último possui grande importância, pois influenciará diretamente no desenvolvimento da planta em condições de campo, mesmo que essas condições sejam adversas (Michelon et al., 2021). Além disso, a produtividade da lavoura será diretamente afetada pelo nível desse desenvolvimento (Freitas et al., 2013).

A qualidade das mudas de qualquer cultura pode ser influenciada por diferentes fatores, sendo um dos principais, a adubação fornecida durante o processo (Medeiros et al., 2018). É sabido que os fertilizantes químicos, largamente utilizados na agricultura convencional, possuem custo elevado e muitas vezes acabam causando impacto ao meio ambiente, devido ao mau uso. Além disso, muitos nutrientes são perdidos por conta da volatilização, lixiviação e adsorção, causando também acidificação do solo (Fernandes et al., 2020).

A crescente demanda por práticas agrícolas sustentáveis tem impulsionado a adoção de fertilizantes organominerais no Brasil (Medeiros et al., 2018). Esses insumos, que combinam matéria orgânica com nutrientes minerais, oferecem uma alternativa eficaz aos fertilizantes convencionais, promovendo melhorias significativas na qualidade do solo e na produtividade das culturas. Os mesmos podem ser considerados como uma solução intermediária aos fertilizantes tradicionais, possuindo como benefícios a redução da lixiviação de nutrientes, o aumento da atividade microbiana no solo, a melhoria na agregação e na estrutura física do solo, a elevação da porosidade e o enriquecimento da matéria orgânica. Dessa forma, os fertilizantes organominerais apresentam-se como uma alternativa mais sustentável para a produção de mudas, favorecendo o desenvolvimento das plantas e, consequentemente, reduzindo o período necessário de permanência em estufas.

Levando em consideração as informações citadas, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho inicial de mudas de alface (*Lactuca sativa*) submetidas à aplicação de fertilizantes organominerais.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido nos meses de novembro e dezembro de 2024, sob cultivo protegido, em estufa e laboratório pertencentes ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Rolante, localizado no município de Rolante – RS (clima Cfa pela classificação de Köppen).

Para realização do experimento foram utilizadas sementes de alface lisa da variedade Repolhuda Todo Ano (Feltrin®). A variedade possui folhas lisas, claras e macias, formando grande cabeça compacta. Pode ser cultivada o ano todo e possui ciclo de 70 DAS (dias após semeadura).

Utilizou-se delineamento experimental em esquema fatorial 5x2, sendo cinco concentrações (0, 2, 4, 6 e 8 mL/L) e dois produtos comerciais (fertilizantes organominerais A e B, ambos produzidos e comercializados por uma empresa situada no Rio Grande do Sul). Cada tratamento foi constituído por quarenta repetições, sendo cada repetição composta por uma planta de alface. As mudas foram cultivadas em bandejas de poliestireno com 200 células, utilizando-se substrato a base de turfa de esfagno, vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada, calcário dolomítico e gesso agrícola. Cada célula recebeu duas sementes, sendo realizado o desbaste após dez dias de semeadura. A aplicação dos fertilizantes foi realizada semanalmente, durante um mês, diretamente no substrato, totalizando quatro aplicações. Para tanto, as doses preestabelecidas foram diluídas em água destilada e aplicadas com auxílio de uma seringa, sendo que cada célula recebeu 3 mL da solução. As mudas foram irrigadas diariamente por aspersão.

Aos quatro e dez dias após a semeadura foram realizadas a primeira contagem e contagem final de plantas emergidas, respectivamente (Brasil, 2009). A avaliação do desenvolvimento das mudas ocorreu trinta dias após a geminação. Selecionou-se dez plantas de cada tratamento ao acaso, onde mensurou-se com auxílio de régua milimetrada e balança semi-analítica o comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, número de folhas, peso fresco da parte aérea, peso fresco da raiz, peso seco da parte aérea e peso seco da raiz. Estes últimos fatores foram mensurados após secagem das mudas em estufa a 50 °C, por 72 horas, até que fosse observado nas amostras peso constante.

Os resultados foram submetidos à análise de variância através do teste Tukey a 5% de significância. Os dados de porcentagem de germinação não passaram por transformação. Constatando-se significância estatística, os fatores qualitativos foram avaliados pelo teste Tukey a 5% de significância, os quantitativos avaliados por regressão e a interação entre os fatores avaliada também pelo teste Tukey a 5% de significância. As avaliações foram realizadas no programa estatístico Sisvar.

3.3 Resultados e discussão

Foram observadas diferenças significativas entre os fertilizantes utilizados, concentrações empregadas e para a interação desses dois fatores (tabela 5), para porcentagem de plantas emergidas aos quatro dias após semeadura:

Tabela 5. Porcentagem de plantas emergidas aos quatro DAS em função dos tratamentos com fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Emergência de plantas (quatro dias)					
	Concentração de fertilizante (mL/L^{-1})					
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	Média geral
A	75,0Ad	93,0Ab	100,0Aa	68,0Be	90,0Ac	85,2
B	63,0Be	85,0Bb	75,0Bd	78,0Ac	88,0Ba	77,8
Média geral	69,0	89,0	87,5	73,0	89,0	
CV (%):	0,00					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Para a primeira contagem de plantas emergidas observou-se que os tratamentos com o produto comercial A apresentaram melhor desempenho, na maioria das concentrações. Dentro do tratamento, a concentração de 4 mL/L propiciou o melhor resultado, com todas as plantas emergidas (tabela 5). Na produção de mudas, a germinação de todas as sementes é um fator crucial para o sucesso do cultivo. Cada semente pode dar origem a uma planta que, ao se desenvolver adequadamente, contribuirá para a uniformidade, produtividade e qualidade do plantio final. Quando todas as sementes germinam, o produtor obtém um aproveitamento máximo do material genético empregado no cultivo, reduzindo perdas e otimizando recursos como substrato, água, espaço e mão de obra.

Para a contagem final, ocorrida dez dias após a semeadura, os resultados foram semelhantes (tabela 6):

Tabela 6. Porcentagem de plantas emergidas aos dez DAS em função dos tratamentos com fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Emergência de plantas (dez dias)					
	Concentração de fertilizante (mL/L^{-1})					
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	Média geral
A	80,0Ad	93,0Ab	100,0Aa	70,0Be	90,0Bc	86,6
B	70,0Be	85,0Bb	75,0Bd	78,0Ac	93,0Aa	80,2
Média geral	75,0	89,0	87,5	74,0	91,5	

CV (%): 0,00

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Durante o período de germinação as sementes são expostas a diferentes condições edafoclimáticas, que nem sempre serão as ideais para a cultura (Nascimento et al., 2011). Assim, é importante que a germinação ocorra o mais breve possível, como forma de reduzir o estresse ocorrido durante essa etapa, além de encurtar o tempo de produção das mudas e aumentar a eficiência de produção. A germinação uniforme também facilita o manejo das mudas, pois todas estarão no mesmo estágio de desenvolvimento, permitindo práticas homogêneas de irrigação, adubação e transplantio. Isso diminui a necessidade de replantio, economizando tempo e insumos, além de evitar lacunas ou desníveis no campo que poderiam comprometer o rendimento e a performance da cultura.

Os resultados da análise estatística quanto ao desenvolvimento das mudas encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Valores de F calculado e coeficientes de variação da análise de variância (ANOVA) de mudas de alface submetidas a diferentes tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.

Parâmetro de avaliação	Fonte de variação				
	Tratamento	Concentração (mL/L)	Tratamento x Concentração	CV(%)	Média geral
PFPA	6,05*	24,99*	1,50ns	29,41	0,46
PFR	50,16*	13,52*	11,66*	49,13	0,09
CPA	3,29ns	71,87*	2,15ns	11,12	4,80
CR	7,78*	2,62*	3,60*	22,42	5,72
NF	15,05*	4,05*	0,85ns	15,72	5,41
PSPA	19,28*	15,95*	5,30*	30,02	0,05
PSR	5,83*	2,92*	3,15*	60,41	0,01

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste Tukey. NS Não significativo. PFPA – peso fresco da parte aérea, PFR – peso fresco da raiz, CPA – comprimento da parte aérea, CR – comprimento da raiz, NF- número de folhas, PSPA – peso seco da parte aérea e PSR - peso seco da raiz.

Para peso fresco da parte aérea (PFPA), observou-se diferença significativa para tratamento (tabela 8) e concentração do produto utilizado (figura 1).

Tabela 8. Peso fresco da parte aérea (PFPA) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Peso fresco da parte aérea (g)					
	Concentração de fertilizante (mL/L ⁻¹)					Média geral
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	
A	0,23a	0,61a	0,60a	0,47a	0,58a	0,49
B	0,16a	0,49a	0,44b	0,51a	0,55a	0,43
Média geral	0,19	0,55	0,52	0,49	0,56	

CV (%): 29,41

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

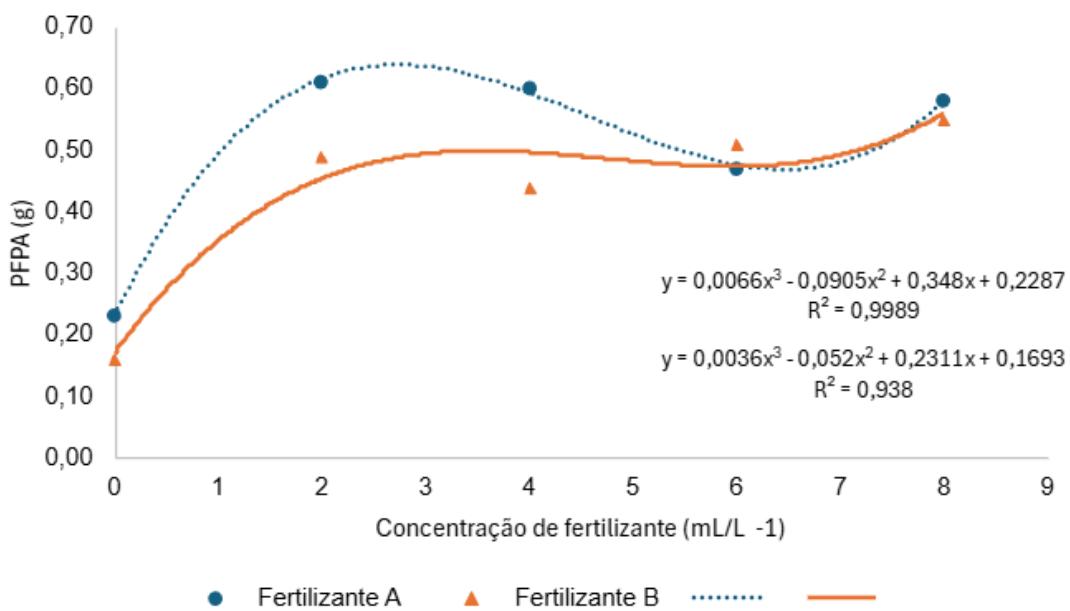


Figura 1. Peso fresco da parte aérea (PFPA) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

Os fertilizantes utilizados diferiram estatisticamente apenas na concentração de 4 mL/L, onde o produto comercial A foi superior ao produto B. Observou-se também que todas as concentrações empregadas foram superiores ao tratamento testemunha (figura 1). Freitas

et al. (2019) também observaram que mudas de alface crespa ‘Solaris’ apresentaram maior massa fresca da parte aérea com a utilização de fertilizante organomineral composto por esterco bovino, cama de frango, MAP, gesso agrícola e cloreto de potássio, na dose de 58,7 g por quilo de substrato.

Observou-se que o peso fresco da parte aérea das mudas aumentou com o acréscimo do fertilizante A, chegando a seu valor máximo próximo dos 2 mL/L⁻¹. Para o fertilizante B, o valor máximo de peso fresco foi obtido com a concentração de 8 mL/L⁻¹. Esse padrão sugere a existência de uma interação complexa entre os produtos comerciais empregados e as mudas, possivelmente relacionada a mecanismos de estímulo e inibição ou efeitos fisiológicos de saturação. Embora promovam efeitos benéficos em plantas, os fertilizantes organominerais também podem causar efeitos negativos no desenvolvimento das mesmas se aplicados em demasia. Altas concentrações de nutrientes, sobretudo nitrogênio e fósforo, podem causar fitotoxicidade. Em doses elevadas, tais fertilizantes podem inibir o crescimento da parte aérea e radicular, prejudicando o desenvolvimento geral da muda (Ferreira et al., 2021).

Para peso fresco da raiz, observou-se diferença significativa no produto utilizado (tabela 9), na concentração empregada (figura 2) e na interação entre os dois fatores.

Tabela 9. Peso fresco da raiz (PFR) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Concentração de fertilizante (mL/L ⁻¹)					Média geral
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	
A	0,08a	0,20a	0,18a	0,05a	0,08a	0,11
B	0,04b	0,07b	0,05b	0,04a	0,08a	0,05
Média geral	0,06	0,13	0,11	0,04	0,08	

CV (%): 49,13

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

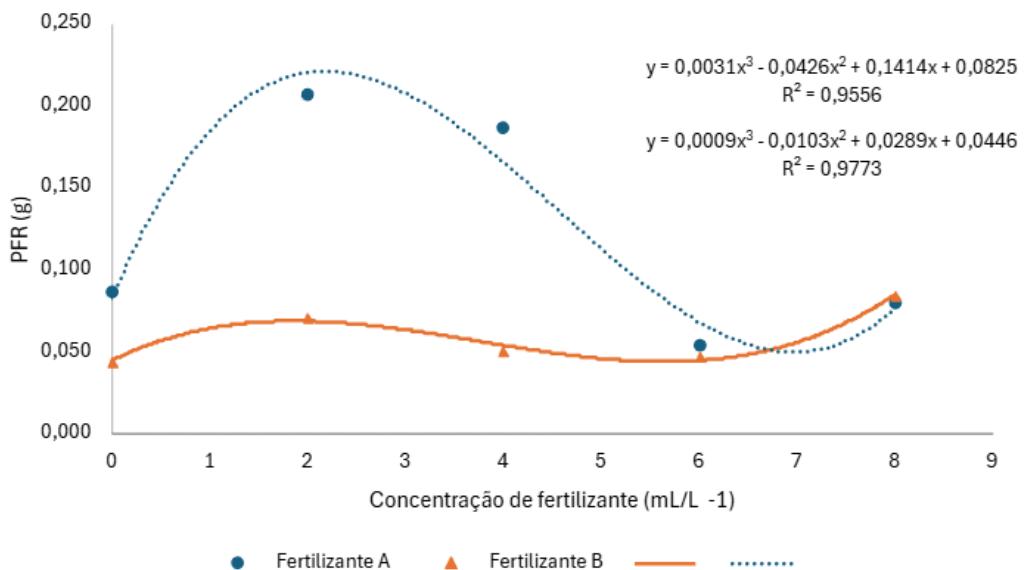


Figura 2. Peso fresco da raiz (PFR) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

Nas concentrações de 2 e 4 mL/L o fertilizante A foi superior ao B, sendo as mesmas também superiores dentre as demais concentrações empregadas. A partir de tais resultados entende-se se que a utilização de concentrações mais baixas do que a recomendada pelo fabricante do fertilizante A (6 mL/L) favorecem o desenvolvimento das raízes.

O sistema radicular é um dos componentes mais fundamentais para o sucesso no estabelecimento e crescimento de mudas. As raízes não apenas fixam a planta no solo, mas também desempenham papel importante na absorção de água e nutrientes e na interação com microrganismos benéficos do solo. A qualidade e a funcionalidade do sistema radicular das mudas são, portanto, determinantes para a sobrevivência, vigor e produtividade futura das plantas em condições de campo (Davide et al., 2015).

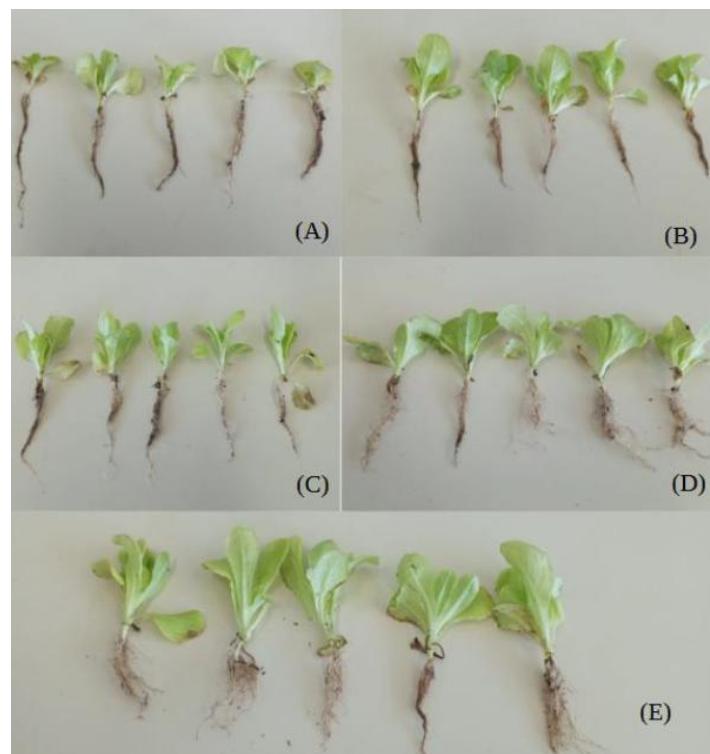


Figura 3. Mudas de alface submetidas a tratamentos com fertilizante A, nas concentrações 0 (A), 2 (B), 4 (C), 6 (D) e 8 (E) mL/L. Fonte: autor, 2024.

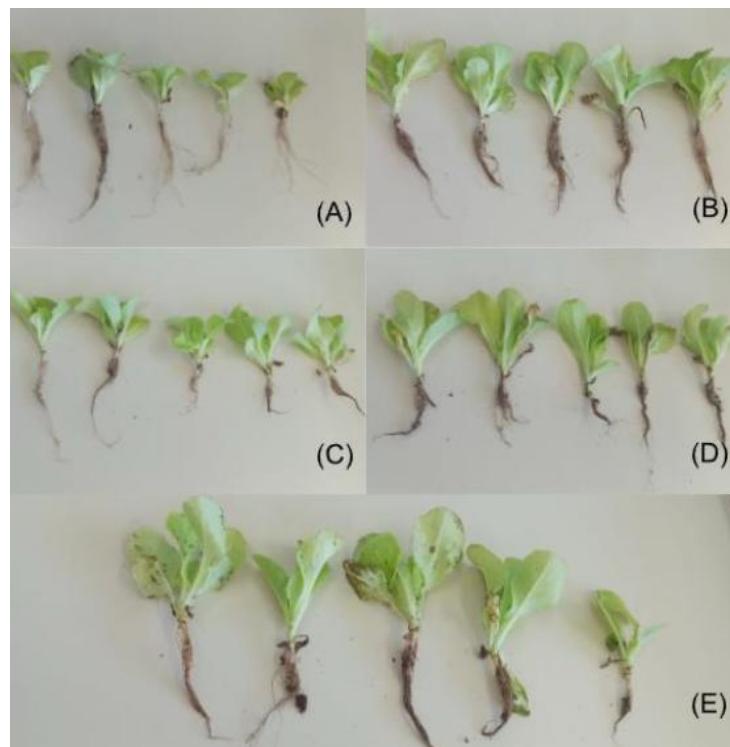


Figura 4. Mudas de alface submetidas a tratamentos com fertilizante B, nas concentrações 0 (A), 2 (B), 4 (C), 6 (D) e 8 (E) mL/L. Fonte: autor, 2024.

Além da qualidade das mudas, produtores de hortaliças buscam meios para reduzir os custos associados à sua atividade (Medeiros et al., 2007), sendo a utilização de fertilizantes organominerais uma estratégia promissora para este fim, através da diminuição da dependência por fertilizantes minerais e o aproveitamento de resíduos orgânicos produzidos na própria região de domicílio do produtor.

Para comprimento da parte aérea, foram observadas diferenças apenas para a concentração empregada (figura 5). Independente do produto utilizado, todas as concentrações tiveram desempenho superior se comparadas ao tratamento testemunha, alcançando valor máximo na concentração de 8 mL/L⁻¹.

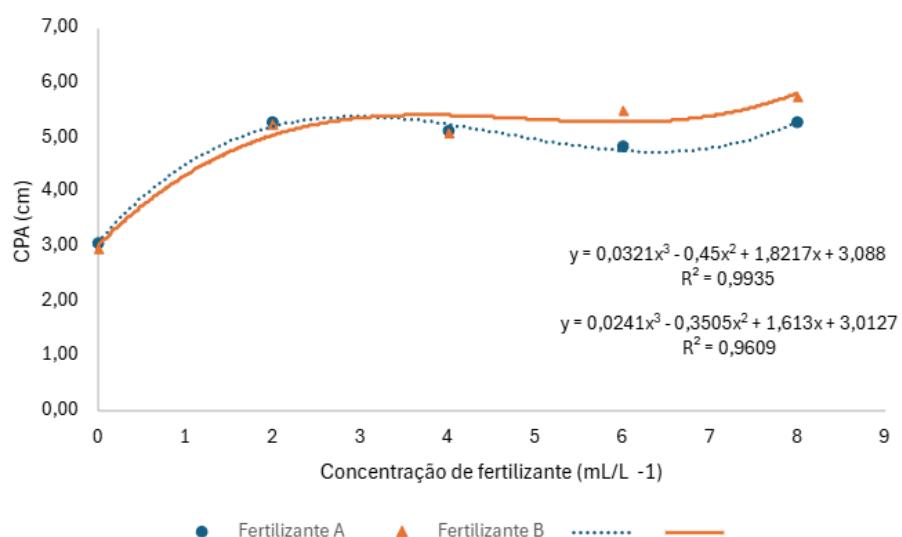


Figura 5. Comprimento da parte aérea (CPA) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

Resultado semelhante foi encontrado por Luz et al. (2010), ao avaliar a utilização de diferentes fertilizantes organominerais aplicados através de pulverização foliar em mudas de alface 'Vera'. Os autores constataram que as mudas pulverizadas com o produto Aminoagro Mol alcançaram maior altura, se comparadas ao tratamento testemunha. Assim, inferiu-se que as mudas pulverizadas com os produtos poderiam ser transplantadas antes dos 26 dias (período recomendado para a cultivar), diminuindo o tempo entre a semeadura e a comercialização das mudas de alface. O menor tempo de permanência das mudas em estufa também reduz custos de produção, melhora o uso do espaço e aumenta a eficiência do processo produtivo (Davide et al., 2015).

Para comprimento da raiz, observou-se diferença significativa no produto utilizado (tabela 10), na concentração empregada (figura 6) e na interação entre os dois fatores.

Tabela 10. Comprimento da raiz (CR) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Comprimento da raiz (cm)					
	Concentração de fertilizante (mL/L^{-1})					Média geral
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	
A	6,18a	6,60a	7,21a	5,36a	5,06a	6,08
B	5,77a	5,89a	4,64b	5,30a	5,23a	5,36
Média geral	5,97	6,24	5,92	5,33	5,14	
CV (%):	22,42					

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Os tratamentos com os fertilizantes A e B só diferiram estatisticamente na concentração de 4 mL/L^{-1} onde o A foi superior, apresentando média de 7,21 cm. Já para o produto B não houve diferença significativa entre as concentrações, sugerindo que, nas condições estudadas, a aplicação do fertilizante não promove maior comprimento de raiz.

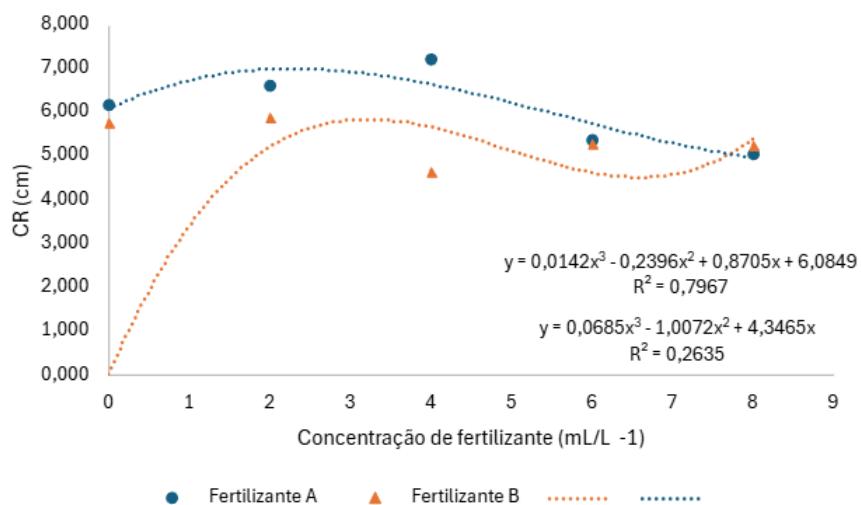


Figura 6. Comprimento da raiz (CR) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

Uma das funções mais importantes das raízes é a fixação da planta ao solo, oferecendo estabilidade mecânica para resistir a fatores como vento e chuva. Essa fixação é especialmente importante em estágios iniciais de desenvolvimento das plantas (Gonçalves et al., 2018). Além disso, as raízes são responsáveis por absorver água e nutrientes essenciais à fotossíntese e à formação de tecidos vegetais. Elementos como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e micronutrientes são captados pelas raízes e transportados via xilema para o restante da planta. Quanto mais desenvolvido e ramificado o sistema radicular, maior a capacidade de absorção (Ferreira et al., 2021). Assim, fertilizantes que proporcionam incremento no crescimento radicular podem ser importantes aliados na produção de mudas de qualidade superior.

Para número de folhas, diferenças significativas foram observadas entre os tratamentos (tabela 11) e entre as concentrações utilizadas (figura 7).

Tabela 11. Número de folhas (NF) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Número de folhas					Média geral
	Concentração de fertilizante (mL/L^{-1})					
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	
A	4,80a	5,80a	6,00a	6,00a	6,10a	5,74
B	4,70a	5,20a	5,00b	5,10b	5,40a	5,08
Média geral	4,75	8,40	5,50	5,55	5,75	5,41
CV (%):	15,72					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Tratamentos com o fertilizante A apresentaram média de 5,74 folhas por planta, contra 5,08 folhas para o fertilizante B. Luz et al. (2010) também observaram maior número de folhas com a aplicação dos produtos Nobrico Star, Aminoagro Mol, Aminoagro raiz e Aminoagro folha top, diferindo estatisticamente da testemunha. Tal resultado reforça que a aplicação de tais produtos encurta o período de cultivo das mudas em estufa, acelerando o processo de transplantio. Filgueira (2003) preconiza que as mudas devem possuir 4 folhas definitivas para serem transplantadas no campo. Todas as concentrações empregadas no

estudo foram superiores ao tratamento testemunha, não diferindo estatisticamente entre si (figura 7).

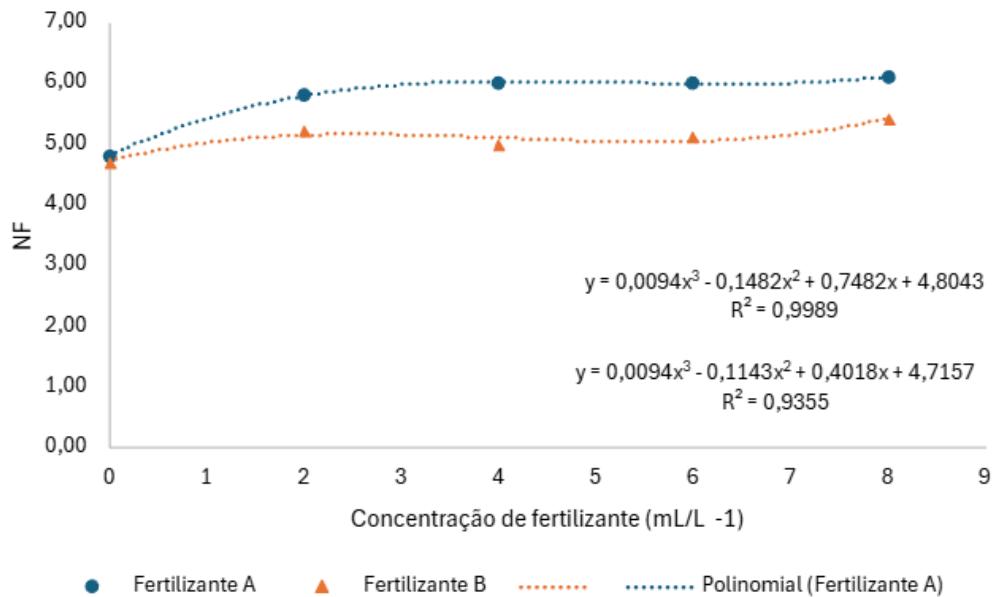


Figura 7. Número de folhas (NF) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

A produção de hortaliças folhosas, como alface (*Lactuca sativa*), rúcula (*Eruca sativa*), couve (*Brassica oleracea*) e espinafre (*Spinacia oleracea*), depende do desenvolvimento vegetativo da planta, especialmente da quantidade e qualidade das folhas produzidas. Isso porque o número de folhas está diretamente relacionado à produtividade comercial dessas culturas, pois são a parte comestível e comercializável das mesmas. Em muitas dessas culturas o monitoramento do número de folhas pode ser utilizado como critério para o ponto de colheita. Em alface crespa, por exemplo, cultivares comerciais são normalmente colhidas com cerca de 20 a 30 folhas bem desenvolvidas (Filgueira, 2013). A colheita com poucas folhas reduz o peso e o valor comercial. Já o atraso pode comprometer a qualidade devido ao envelhecimento foliar.

Para peso seco da parte aérea observou-se diferença significativa para tratamento (tabela 12), concentração (figura 8) e para a interação entre os dois fatores.

Tabela 12. Peso seco da parte aérea (PSPA) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Peso seco da parte aérea (g)					
	Concentração de fertilizante (mL/L ⁻¹)					
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	Média geral
A	0,0356a	0,0590b	0,0546a	0,0400b	0,0535a	0,0485
B	0,0254a	0,0813a	0,0695a	0,0769a	0,0633a	0,0632
Média geral	0,0305	0,0701	0,0620	0,0584	0,0584	

CV (%): 30,02

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Nas concentrações de 2 e 6 mL/L o fertilizante B promoveu maior média de peso, com 0,0813 g e 0,0769 g, respectivamente. Para o mesmo produto, todas as concentrações foram superiores ao tratamento testemunha, não diferindo estatisticamente entre si (figura 8).

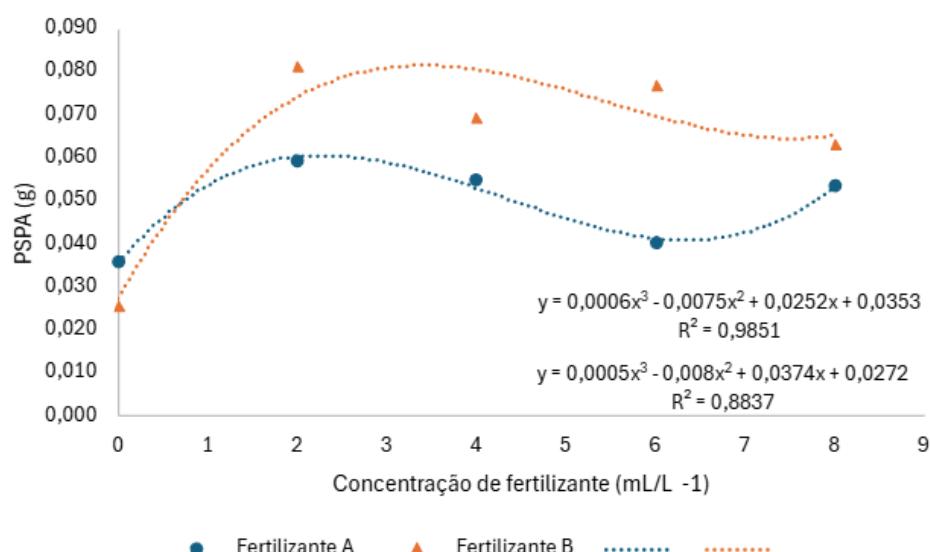


Figura 8. Peso seco da parte aérea (PSPA) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

Por fim, para peso seco das raízes também se observou diferença significativa para tratamento (tabela 13), concentração (figura 9) e para a interação entre os dois fatores.

Tabela 13. Peso seco da raiz (PSR) de mudas de alface em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Peso seco da raiz (g)					
	Concentração de fertilizante (mL/L ⁻¹)					
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	Média geral
A	0,0093a	0,0133a	0,0113a	0,0067b	0,0103a	0,0101
B	0,0050a	0,0140a	0,0165a	0,0178a	0,0150a	0,0136
Média geral	0,0071	0,0136	0,0139	0,0122	0,0126	

CV (%): 60,41

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

Tratamentos com o fertilizante A não diferiram do B na maioria das concentrações. Todas as concentrações do fertilizante B foram superiores à testemunha, não diferindo entre si (figura 9).

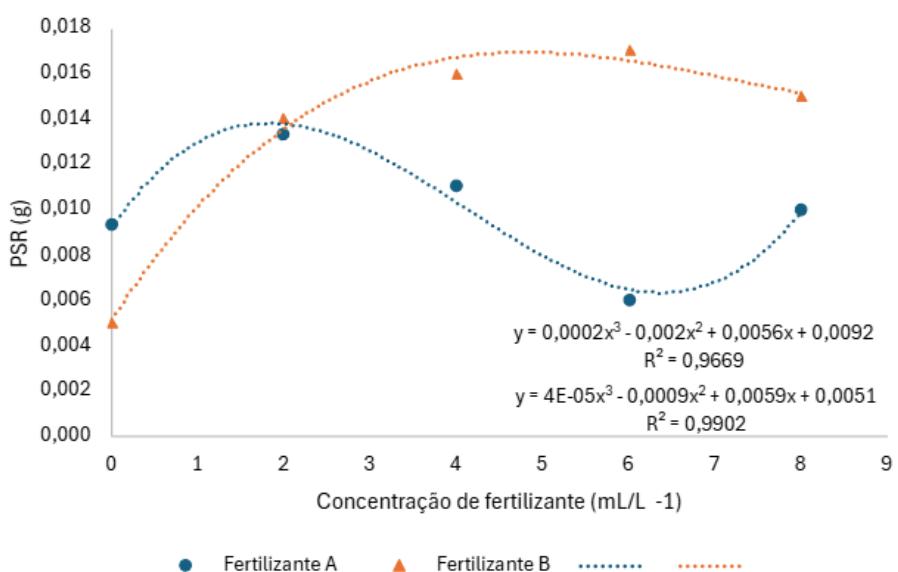


Figura 9. Peso seco da raiz (PSR) de mudas de alface submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

O peso seco das raízes é uma medida amplamente utilizada em estudos agronômicos para avaliar o desenvolvimento e a eficiência do sistema radicular das plantas. Trata-se da massa da raiz após a remoção completa da água, fornecendo um indicador do crescimento

radicular ao longo do tempo e entre diferentes condições ambientais, de genótipos ou de manejo. Essa medida está diretamente relacionada à capacidade da planta em absorver água e nutrientes. Quanto maior o peso seco das raízes, maior a extensão e ramificação do sistema radicular, refletindo uma maior exploração do solo (Fitter, 2002). Essa característica favorece o crescimento da parte aérea e o rendimento das culturas, especialmente em ambientes sujeitos a estresses hídricos ou nutricionais.

3.4 Conclusão

Com base nos resultados obtidos nas condições experimentais do presente estudo, conclui-se que os produtos avaliados exerceram efeitos positivos sobre a emergência das plântulas, sendo o produto comercial A, na concentração de 4 mL/L, o mais eficiente para essa finalidade. Durante a fase de desenvolvimento inicial das mudas de alface ‘Repolhuda Todo Ano’, observou-se também influência positiva dos tratamentos testados, com destaque para o produto comercial A na concentração de 2 mL/L, o qual se mostrou mais adequado para a fertilização da cultura nesse estágio.

4. CAPÍTULO II – Germinação e desempenho de mudas de couve submetidas a aplicação de organominerais

4.1 Introdução

A couve comum (*Brassica oleracea* var. *acephala*), é uma hortaliça anual ou bienal, muito presente na alimentação dos brasileiros, seja na forma de saladas, refogados, em sucos ou na composição de sopas e cozidos. Seu consumo tem aumentado nos últimos anos devido às suas propriedades nutricionais, possuindo vitaminas, minerais, proteínas, ferro, cálcio e, sobretudo, fibras (Trani et al., 2015). São aliadas no tratamento de anemia, bôcio e constipação intestinal. Além disso, as brássicas (couve, repolho, brócolis e couve-flor) possuem em sua composição glucosinolatos (GLSs), compostos químicos conhecidos pela capacidade de prevenção do câncer. Dentre os GLSs encontrados na couve estão a sinigrina, glucoiberina e glucobrassicina e a presença de cada um na planta varia com seu desenvolvimento, sendo mais presentes nos brotos (Moura, 2018).

Espécie cosmopolita e com grande relevância para pequenos agricultores, a couve é típica de outono-inverno, sendo resistente ao frio e à geada (Trani et al., 2015). As plantas são rústicas e se adaptam a diferentes condições ambientais, não necessitando de alto nível tecnológico para seu cultivo (Azevedo et al., 2014). No Brasil, sua propagação é realizada, majoritariamente, de forma vegetativa, com a utilização de brotos provenientes de plantas adultas ou de mudas formadas através da germinação de sementes. No processo de produção de mudas, recomenda-se realizar fertirrigação até as mudas alcançarem 4 a 6 pares de folhas definitivas e 10 a 15 cm de altura (Trani et al., 2015).

Por ser uma cultura dependente, em grande parte, da propagação vegetativa, é importante que a lavoura seja formada por mudas de qualidade. Isso porque as mesmas podem contribuir no aumento da produtividade e proporcionar um estande de plantas mais uniforme e resistente às condições adversas do campo. Assim como em qualquer outra cultura, a qualidade das mudas de couve pode ser influenciada por diferentes fatores, sendo um dos principais a adubação utilizada durante o processo. Tais fatos têm motivado os produtores a adotarem técnicas e utilizarem produtos mais modernos, buscando produzir mudas de melhor qualidade.

Um dos produtos passíveis de utilização durante o ciclo de produção da couve são os fertilizantes organominerais. Tais fertilizantes combinam componentes orgânicos e minerais em sua formulação, buscando integrar os benefícios nutricionais dos fertilizantes minerais com as vantagens agronômicas e ambientais da matéria orgânica. Esse tipo de fertilizante tem ganhado destaque como alternativa sustentável para a adubação de culturas, especialmente em contextos de agricultura regenerativa e manejo integrado da fertilidade do solo (Faria et al., 2018). Possuem como benefícios maior estabilidade, maior uniformidade e liberação lenta de nutrientes, prevenindo perdas por lixiviação e volatilização (Pessoa, 2020). Por conta dessa diminuição, há menor risco de acidificação do solo, contaminação de corpos d'água e desequilíbrio ecológico, além de diminuição dos custos com a adubação. Assim tais fertilizantes se tornam bastante promissores para utilização desde o momento da germinação das sementes de couve, propiciando as condições ideais para produção de mudas mais uniformes e bem desenvolvidas, com melhor capacidade de sobreviver após o transplantio no campo.

Diante do exposto e do potencial de utilização dos fertilizantes na referida cultura, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de dois fertilizantes organominerais na emergência e desenvolvimento de mudas de couve.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido nos meses de novembro e dezembro de 2024, sob cultivo protegido, em estufa e laboratório pertencentes ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Rolante, localizado no município de Rolante – RS. Para realização do experimento foram utilizadas sementes de couve da variedade Manteiga da Geórgia (Topseed®). A variedade faz parte do tipo manteiga, com folhas lisas, escuras e macias, sendo que a planta permite várias colheitas ao longo do ciclo. Pode ser cultivada o ano todo e possui ciclo de 60 a 150 DAS (dias após semeadura).

Utilizou-se delineamento experimental em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco concentrações (0, 2, 4, 6 e 8 mL/L-1) e dois produtos comerciais (fertilizantes organominerais A e B). Cada tratamento foi constituído por quarenta repetições, sendo cada

repetição composta por uma planta de couve. As mudas foram cultivadas em bandejas de poliestireno com 200 células, utilizando-se substrato a base de turfa de esfagno, vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada, calcário dolomítico e gesso agrícola. Cada célula recebeu duas sementes, sendo realizado o desbaste após dez dias de semeadura. A aplicação dos fertilizantes foi realizada semanalmente, durante um mês, diretamente no substrato. Para tanto, as doses pré-estabelecidas foram diluídas em água destilada e aplicadas com auxílio de uma seringa, sendo que cada célula recebeu 3 mL da solução. As mudas foram irrigadas diariamente por aspersão. Aos quatro e dez dias após a semeadura foram realizadas a primeira contagem e contagem final de plantas emergidas, respectivamente. A avaliação do desenvolvimento das mudas ocorreu trinta dias após a semeadura. Selecionou-se dez plantas de cada tratamento ao acaso onde mensurou-se, com o auxílio de régua milimetrada e balança semi analítica o comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, número de folhas, peso fresco da parte aérea, peso fresco da raiz, peso seco da parte aérea e peso seco da raiz. Estes últimos fatores foram mensurados após secagem das mudas em estufa a 50 °C, por 72 horas, até que fosse observado nas amostras peso constante.

Os resultados foram submetidos à análise de variância através do teste Tukey a 5,0% de significância. Constatando-se significância estatística, os fatores quantitativos foram avaliados por regressão e os qualitativos e a interação entre os fatores avaliados pelo teste Tukey a 5% de significância. As avaliações foram realizadas no programa estatístico Sisvar.

4.3 Resultados e discussão

Os resultados da análise estatística quanto à germinação das sementes encontram-se nas tabelas 14 e 15:

Tabela 14. Porcentagem de plantas emergidas aos quatro DAS em função dos tratamentos com fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Emergência de plantas (quatro dias)					Média geral
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	
A	85,0Aa	77,0Ab	75,0Ac	60,0Ae	62,0Ad	72,0
B	52,0Bb	40,0 Bc	17,0Be	25,0Bd	60,0Aa	39,0
Média geral	68,0	58,0	46,0	42,0	61,0	

CV (%): 0,0

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

Na primeira contagem de plantas emergidas, realizada aos quatro dias após a semeadura, observou-se que o tratamento testemunha do fertilizante A atingiu a maior porcentagem de emergência, chegando a 85%, diminuindo de acordo com o aumento da concentração do produto (tabela 14). O mesmo padrão foi observado aos dez dias após a semeadura, apresentando aumento apenas na maior concentração. Para o fertilizante B maior porcentagem de emergência foi obtida com a concentração de 8 mL/L⁻¹.

Tabela 15. Porcentagem de plantas emergidas aos dez DAS em função dos tratamentos com fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Emergência de plantas (dez dias)					Média geral
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	
A	92,0Aa	87,0Ab	80,0Ac	60,0Ae	70,0Ad	78,0
B	57,0Bb	40,0Bc	32,0Be	35,0Bd	70,0Ba	47,0
Média geral	74,0	63,0	56,0	47,0	70,0	

CV (%): 0,0

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

Na contagem final, ocorrida dez dias após a semeadura os resultados foram semelhantes a aqueles observados na primeira contagem (tabela 15).

A emergência rápida e uniforme das plantas é um fator determinante para o sucesso na produção de mudas, especialmente em sistemas agrícolas que buscam eficiência e qualidade. Uma emergência rápida permite que as plântulas acessem luz, água e nutrientes mais cedo, favorecendo o estabelecimento do sistema radicular e aumentando a resistência a estresses abióticos e bióticos (Carvalho & Nakagawa, 2012). Além disso, plântulas que emergem mais rapidamente geralmente apresentam melhor desempenho no campo, com maior capacidade de crescimento e sobrevivência após o transplante, mesmo em condições de estresse (Grossnickle & MacDonald, 2018). Fatores como qualidade fisiológica das sementes, temperatura, umidade, profundidade de semeadura, adubação e substrato influenciam significativamente a velocidade e uniformidade da emergência (Marcos Filho, 2015).

Os resultados da análise estatística quanto ao desenvolvimento das mudas encontram-se na Tabela 16:

Tabela 16. Valores de F calculado e coeficientes de variação da análise de variância (ANOVA) de mudas de couve submetidas a diferentes tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.

Fonte de variação					
Parâmetro de avaliação	Tratamento	Concentração (mL/L ⁻¹)	Tratamento x Concentração	CV(%)	Média geral
PFPA	24,82*	27,27*	0,13ns	20,69	0,34
PFR	0,03ns	14,70*	1,82ns	48,45	0,08
CPA	65,43*	26,36*	5,52*	10,05	7,75
CR	2,28ns	3,00*	0,46ns	21,2	6,3
NF	5,44*	6,83*	8,22*	20,98	2,86
PSPA	0,04ns	12,81*	0,71ns	26,66	0,07
PSR	21,78*	3,65*	1,37ns	33,73	0,02

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste Tukey. ^{NS} Não significativo. PFPA – peso fresco da parte aérea, PFR – peso fresco da raiz, CPA – comprimento da parte aérea, CR – comprimento da raiz, NF- número de folhas, PSPA – peso seco da parte aérea e PSR - peso seco da raiz.

Para peso fresco da parte aérea (PFPA) foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos testados (tabela 17) e concentrações empregadas (figura 10).

Tabela 17. Peso fresco da parte aérea (PFPA) de mudas de couve em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Peso fresco da parte aérea (g)					
	Concentração de fertilizante (mL/L ⁻¹)					
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	Média geral
A	0,203a	0,379a	0,424a	0,469a	0,414a	0,377
B	0,199a	0,313b	0,317b	0,358b	0,349b	0,307
Média geral	0,201	0,346	0,370	0,413	0,381	

CV (%): 20,69

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

O produto comercial A propiciou maior peso fresco da parte aérea das mudas em comparação ao produto B, apresentando média de 0,377 gramas (tabela 17). Houve também diferença significativa entre as concentrações utilizadas do fertilizante A. Todas as concentrações foram superiores ao tratamento testemunha, não diferindo estatisticamente entre si (Figura 10).

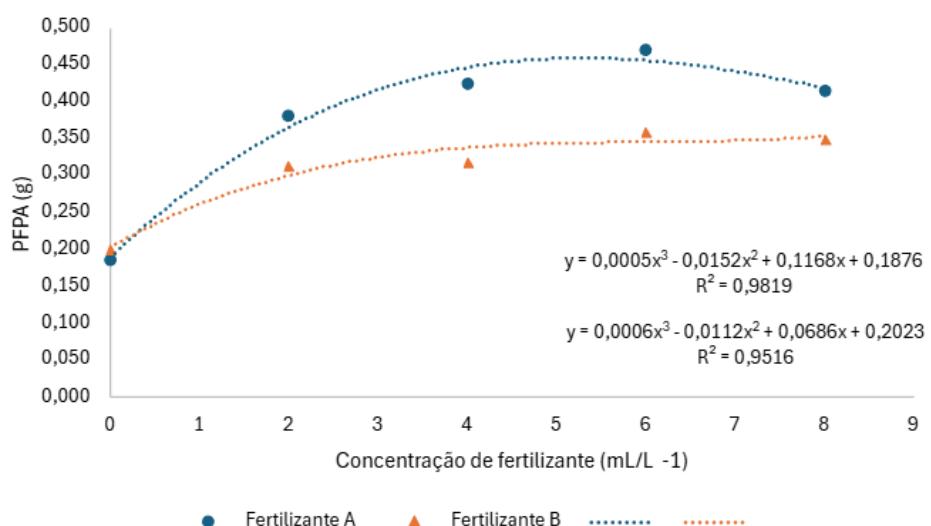


Figura 10. Peso fresco da parte aérea (PFPA) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

Resultados semelhantes foram encontrados por Luz et al. (2010), ao submeter mudas de alface da cultivar ‘Vera’ a tratamentos com fertilizantes organominerais na forma de pulverização semanal, em concentração indicada pelos fabricantes. Os produtos comerciais Aminoagro Mol e Nobrico Star, ambos contendo em sua composição ácidos húmicos e fúlvicos, extratos vegetais, fontes de carbono orgânico, nitrogênio e outros elementos propiciaram maiores médias de massa fresca da parte aérea, em comparação à testemunha. O resultado encontrado no presente trabalho demonstra que doses abaixo daquela recomendada pelo fabricante (6 mL/L) são suficientes para promover maior massa fresca das mudas, promovendo redução dos custos com a adubação nos estágios iniciais de desenvolvimento das plantas.

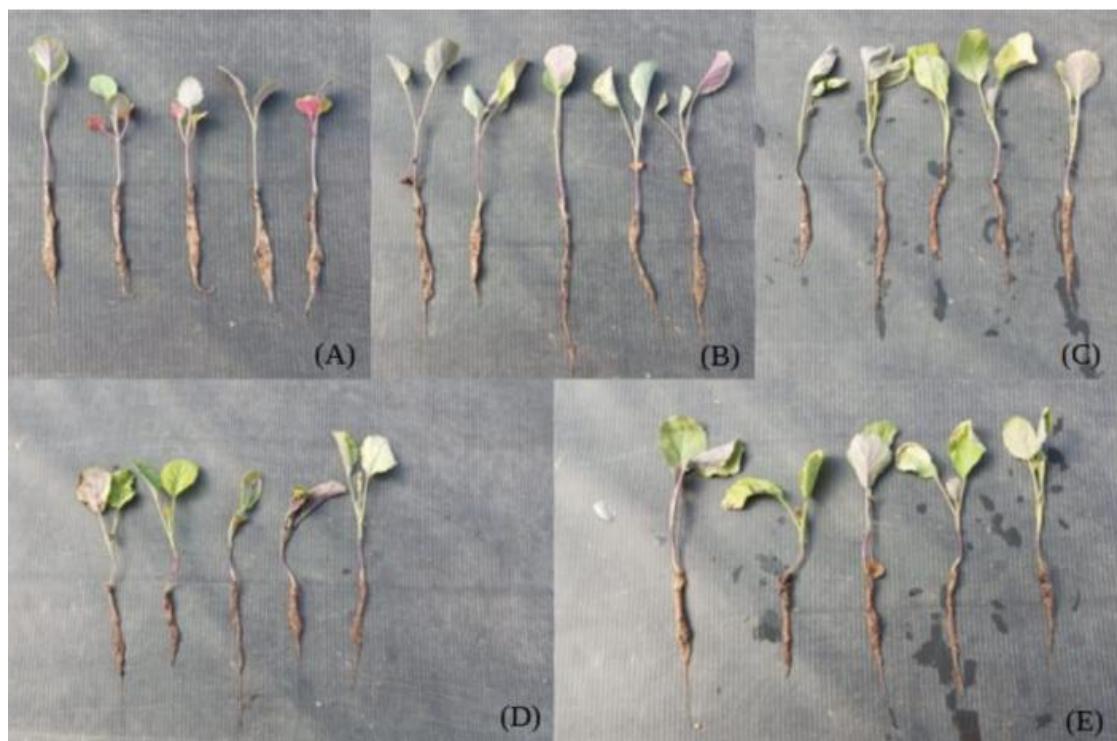


Figura 11. Mudas de couve ‘Manteiga da Geórgia’ submetidas a tratamentos com fertilizante A, nas concentrações 0 (A), 2 (B), 4 (C), 6 (D) e 8 (E) mL/L. Fonte: autor, 2024.

O peso fresco da parte aérea é uma variável morfológica amplamente utilizada na avaliação da qualidade de mudas em viveiros agrícolas e florestais. Ele representa a massa total da fração aérea da planta (composta por caule, folhas e gemas, quando desenvolvidas)

em seu estado natural, sem a remoção da água contida nos tecidos. Este parâmetro fornece informações relevantes sobre o crescimento e o estado fisiológico da muda e está diretamente relacionado à capacidade fotossintética e ao acúmulo de biomassa. Mudas com maior peso fresco tendem a apresentar melhor arquitetura foliar e maior área fotossintética, fatores que contribuem para a maior eficiência na captação de luz e, consequentemente, maior produção de fotoassimilados (Carvalho & Nakagawa, 2012). Além disso, esse parâmetro serve como um indicador indireto da absorção e uso eficiente de água e nutrientes, sugerindo que a planta está em equilíbrio com o sistema radicular, o que é fundamental para o sucesso no transplante e no estabelecimento em campo (Gonçalves et al., 2000).

Para peso fresco da raiz, houve diferença significativa apenas para as concentrações avaliadas (figura 12).

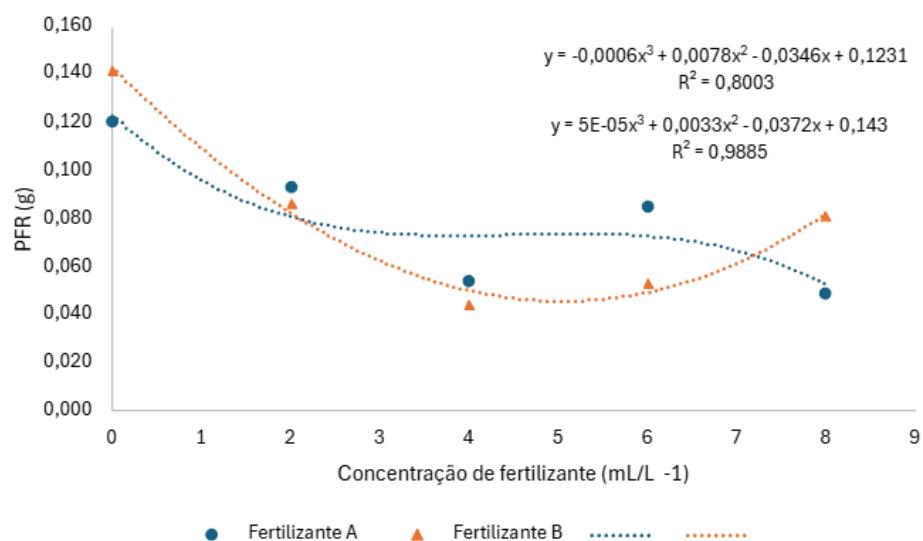


Figura 12. Peso fresco da raiz (PFR) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

A aplicação de qualquer um dos produtos comerciais acarretou a redução do peso fresco da raiz, sendo observado ligeiro aumento na concentração de 8 mL/L⁻¹ para o fertilizante B. Benício et al. (2011), ao testar diferentes concentrações de biofertilizante Classe A composto por pescado fresco e melão de cana, aplicados através de pulverização foliar em mudas de couve, não observaram ganho de massa fresca das raízes nas concentrações de 2, 4 e 6% de biofertilizante diluído em água. Já Medeiros et al. (2011),

utilizando biofertilizante à base de esterco bovino e melaço de cana durante o cultivo de mudas de tomate cereja (*Licopersicon pimpinelli folium*), observaram aumento na biomassa radicular das mudas, utilizando proporção 1:1 de água e do produto avaliado. Tais resultados indicam que a ação de cada fertilizante poderá variar de acordo com sua composição, forma de aplicação e com as necessidades da espécie cultivada

O peso fresco da raiz (PFR) é uma variável importante dentro da produção de mudas de espécies cultivadas pois representa a massa total do sistema radicular em seu estado natural, refletindo a capacidade da muda de explorar o solo e de absorver água e nutrientes. Mudas com maior peso fresco de raízes geralmente apresentam maior capacidade de absorção de recursos do solo, o que proporciona melhor desempenho no campo, especialmente em ambientes com condições adversas, como baixa disponibilidade hídrica ou solos de baixa fertilidade (Gonçalves et al., 2000). Além disso, o PFR também serve como critério na comparação entre diferentes práticas de manejo em viveiros e estufas, como tipos de substratos, fertilização, irrigação e uso de bioestimulantes. Diversos estudos têm mostrado que tratamentos que favorecem o crescimento radicular resultam em mudas com melhor índice de sobrevivência e crescimento inicial no campo (Marcos Filho, 2015; Silva et al., 2021).

Para comprimento da parte aérea houve diferença significativa para o produto comercial empregado (tabela 15), concentrações utilizadas (figura 13) e na interação entre produto comercial e concentração.

Tabela 18. Comprimento da parte aérea (CPA) de mudas de couve em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais.

Fertilizante	Comprimento da parte aérea (cm)					Média geral
	Concentração de fertilizante (mL/L⁻¹)					
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	
A	6,53a	9,20a	9,36a	8,67a	8,15a	8,38
B	5,81b	7,00b	7,36b	7,59b	7,85a	7,12
Média geral	6,17	8,10	8,36	8,13	8,00	
CV (%):	10,05					

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

Os tratamentos com o fertilizante A foram superiores ao B, exceto para a concentração de 8 mL/L, onde não se observou diferença significativa (tabela 18). Para o tratamento com o produto A, as concentrações de 2 e 4 mL/L promoveram maior comprimento da parte aérea, não possuindo diferença entre si (figura 13).

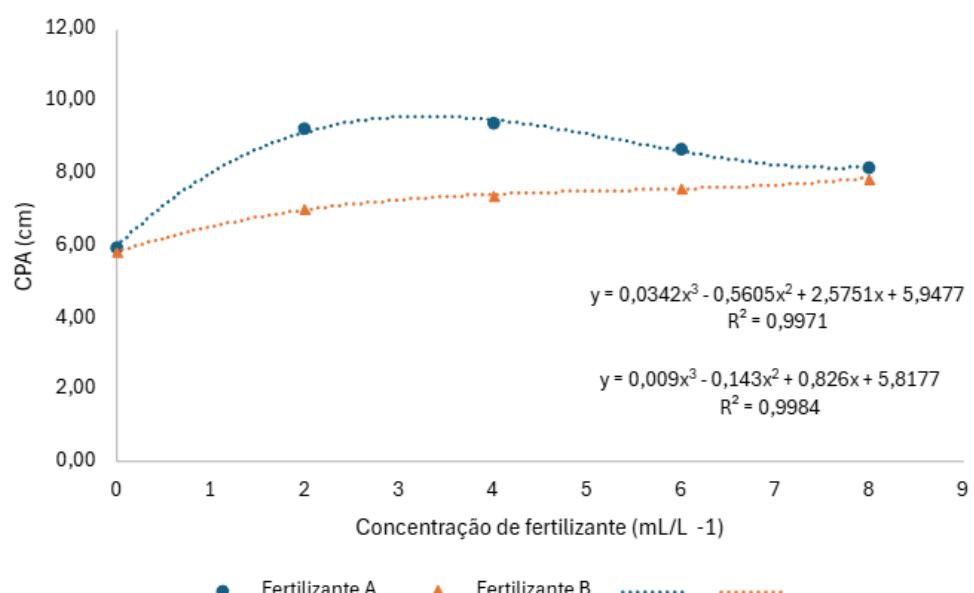


Figura 13. Comprimento da parte aérea (CPA) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

Luz et al. (2010) também observaram que mudas que receberam tratamento com os fertilizantes organominerais (com destaque para o produto comercial Aminoagro Mol) apresentaram maior altura se comparadas à testemunha, aos 26 DAS. Os resultados sugerem que os fertilizantes organominerais podem acelerar o desenvolvimento das mudas, diminuindo o tempo de permanência das mesmas no viveiro e antecipando a etapa de transplantio no campo. Além disso, a matéria orgânica presente nesses fertilizantes auxilia na absorção dos nutrientes minerais através da formação de quelatos naturais, estimula a flora microbiana e facilita a retenção de água no solo, favorecendo a absorção dos nutrientes pelas plantas. Isso pode resultar em plantas mais vigorosas e capazes de suportar melhor o estresse provocado pelo transplantio, influenciando diretamente no desenvolvimento da lavoura (Oliveira et al., 2018).

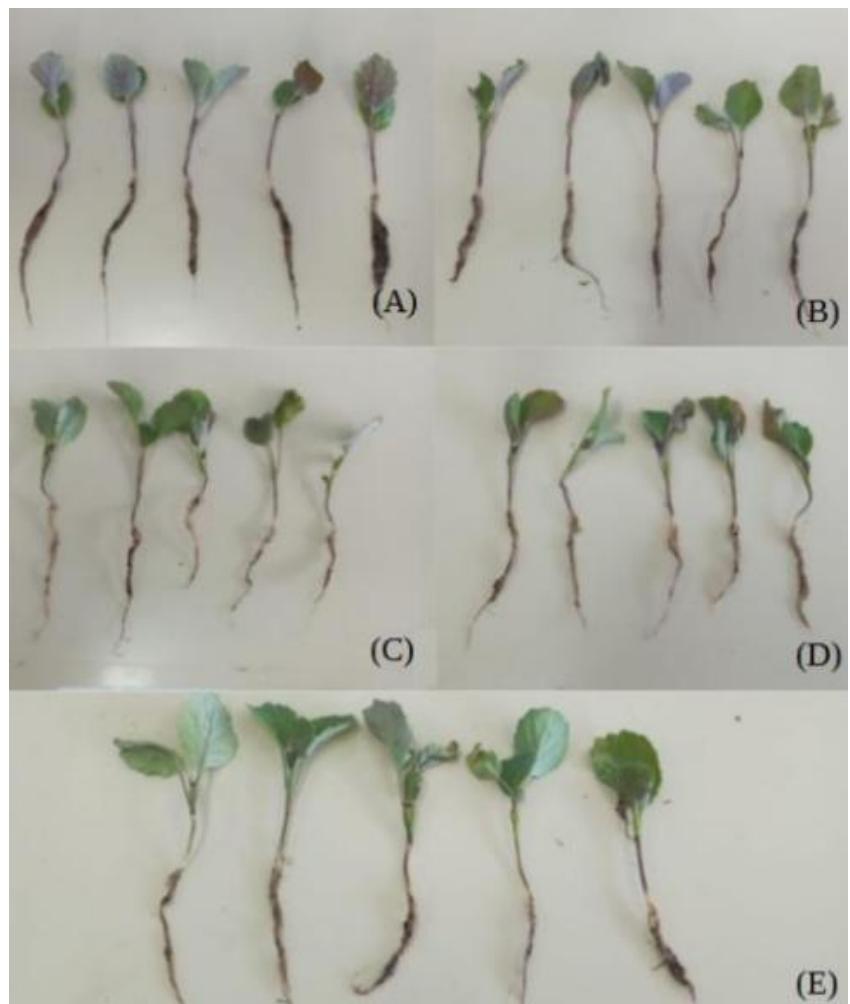


Figura 14. Mudas de couve ‘Manteiga da Geórgia’ submetidas a tratamentos com fertilizante B, nas concentrações 0 (A), 2 (B), 4 (C), 6 (D) e 8 (E) mL/L. Fonte: autor, 2024.

Para comprimento da raiz não foram observadas diferenças significativas quanto ao tratamento utilizado. No entanto, foram observadas diferenças significativas entre as concentrações avaliadas, sendo que as concentrações de 2 e 4 mL/L⁻¹ não diferiram da testemunha (figura 15).

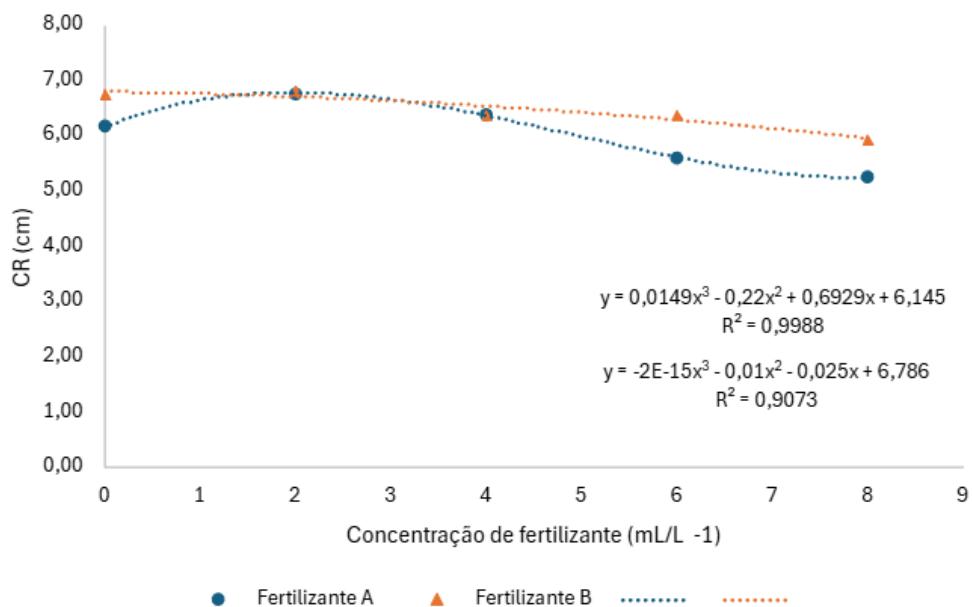


Figura 15. Comprimento da raiz (CR) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

Para número de folhas houve diferença significativa entre os produtos testados (tabela 19), concentrações (figura 16) e a interação entre os dois fatores.

Tabela 19. Número de folhas (NF) de mudas de couve em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais

Fertilizante	Número de folhas					
	Concentração de fertilizante (mL/L ⁻¹)					Média geral
A	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	2,72
B	2,0b	2,6a	3,3a	3,6a	3,5a	3,00
Média geral	2,5	2,5	3,0	3,3	3,0	
CV (%):	20,98					

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

A utilização do fertilizante B, na concentração de 6 mL/L (recomendada pelo fabricante) propiciou a maior média de número de folhas (3,6 folhas/planta), não diferindo estatisticamente da concentração de 8 mL/L (figura 16). O número de folhas também é uma variável importante no momento de seleção das mudas de hortaliças para transplantio em campo, sendo necessário que as mesmas já possuam de 4 a 6 folhas definitivas e de 8 a 10 cm de altura para seguirem para esta etapa (Amaro et al., 2007). Este número é influenciado por fatores genéticos, nutricionais e ambientais. A deficiência de nutrientes como nitrogênio e potássio, por exemplo, pode comprometer a formação de novas folhas e acelerar a senescênci foliar, reduzindo o potencial produtivo da planta (MALAVOLTA et al., 2006).

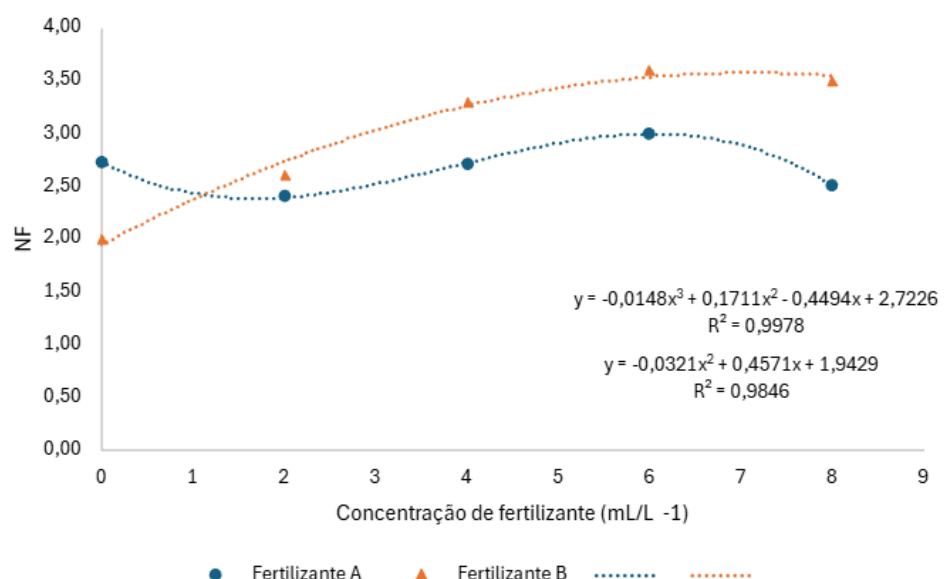


Figura 16. Número de folhas (NF) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

Um número adequado de folhas bem desenvolvidas garante maior área foliar, o que permite maior eficiência fotossintética e, consequentemente, maior acúmulo de biomassa. Segundo Taiz et al. (2017), a área foliar é determinante para o crescimento das plantas, pois influencia diretamente a capacidade de interceptação de luz, trocas gasosas e assimilação de carbono. Em hortaliças folhosas, como alface e espinafre, o número de folhas é um indicador direto de produtividade, sendo utilizado em avaliações agronômicas e em práticas

de manejo. Por isso, práticas adequadas de adubação, irrigação e espaçamento são fundamentais para garantir um número ótimo de folhas durante o ciclo da cultura.

Para peso seco da parte aérea, observou-se diferença significativa apenas para as concentrações utilizadas (figura 17). A aplicação dos fertilizantes em qualquer uma das concentrações estudadas promoveu acréscimo no peso seco da parte aérea das mudas de couve, se comparadas à testemunha.

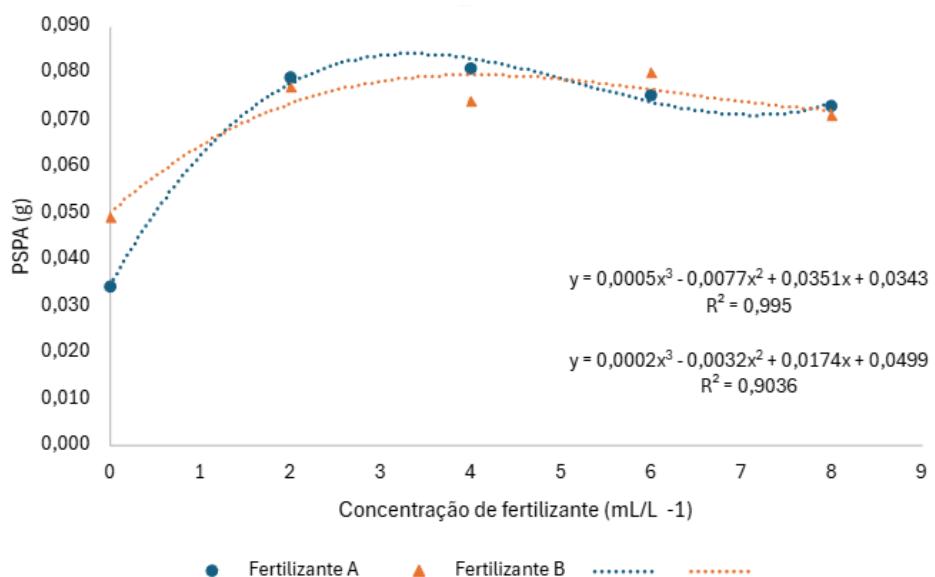


Figura 17. Peso seco da parte aérea (PSPA) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

O peso seco da parte aérea representa a biomassa acumulada nas estruturas acima do solo, como folhas, pecíolos, caules e, eventualmente, estruturas reprodutivas iniciais. O acúmulo de massa seca reflete diretamente a eficiência da muda em realizar fotossíntese, utilizar os nutrientes disponíveis e converter energia em crescimento (Taiz et al., 2017). Mudas com maior peso seco geralmente apresentam sistema fotossintético mais eficiente, maior acúmulo de reservas energéticas e maior tolerância ao estresse após o plantio definitivo (DAVIDE, 2000). Além disso, essa característica está associada à maior área foliar e à formação de tecidos estruturais e de condução mais desenvolvidos, fatores importantes para o estabelecimento inicial no campo. Em viveiros e estufas comerciais de produção de mudas para horticultura o peso seco da parte aérea é frequentemente utilizado como critério de seleção de mudas de alta qualidade. Estudos indicam que mudas com maior massa seca

apresentam maior taxa de sobrevivência, maior crescimento inicial e melhor desempenho produtivo no campo (Carvalho; Nakagawa, 2012).

Por fim, para peso seco da raiz observou-se diferença significativa para o tipo de produto comercial empregado (tabela 20) e para a concentração utilizada (figura 18).

Tabela 20. Peso seco da raiz (PSR) de mudas de couve em função dos tratamentos e concentrações de fertilizantes organominerais

Fertilizante	Peso seco da raiz (g)					Média geral
	Concentração de fertilizante (mL/L ⁻¹)					
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	
A	0,019a	0,023a	0,019a	0,021a	0,016a	0,019
B	0,014a	0,019a	0,012b	0,011b	0,014a	0,014
Média geral	0,016	0,021	0,015	0,016	0,015	
CV (%):	33,73					

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

Mudas tratadas com o produto comercial A obtiveram maior média de peso seco da raiz (0,01978 g). A concentração de 2 mL/L foi superior às demais (figura 18), com média de 0,023g.

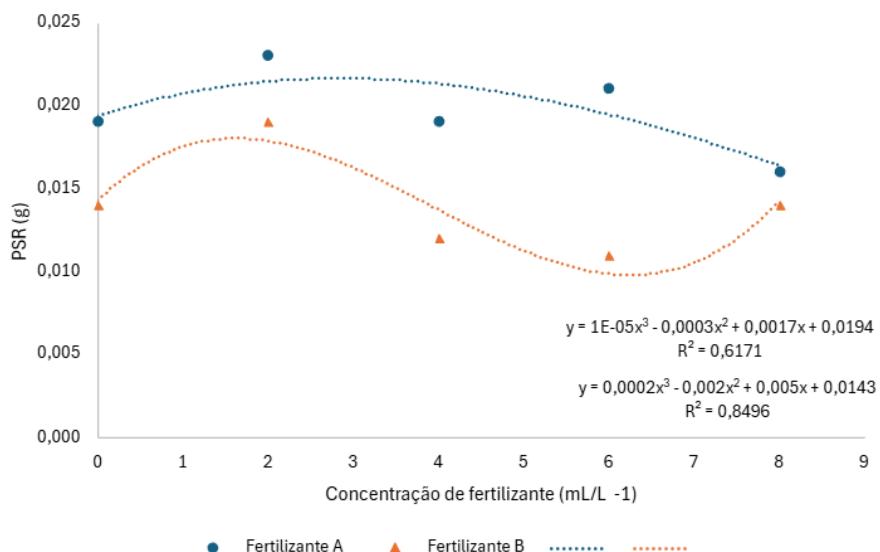


Figura 18. Peso seco da raiz (PSR) de mudas de couve submetidas à tratamento com fertilizantes organominerais.

Embora tenham constatado diferença significativa quanto às doses utilizadas em experimento com mudas de rúcula, Oliveira et al. (2018) observaram que os tratamentos não promoveram grande diferença no peso seco da raiz, que variou de 0,056 a 0,083 g. Resultados parecidos foram encontrados por Souza et al. (2009), que também não observaram grande incremento na matéria seca das raízes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) tratadas com diferentes doses de biofertilizante.

O peso seco da raiz é um indicador da qualidade fisiológica e do potencial de desempenho de mudas de hortaliças após o transplantio. Essa variável expressa a quantidade de biomassa acumulada no sistema radicular e está diretamente associada à capacidade da planta de explorar o solo, absorver água e nutrientes, e sustentar o crescimento da parte aérea (Taiz et al., 2017). A qualidade do sistema radicular também influencia diretamente o crescimento da parte aérea, uma vez que raízes bem desenvolvidas garantem o fornecimento adequado de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, essenciais para a fotossíntese, divisão celular e formação de novos tecidos (Malavolta et al., 2006). Em espécies como alface, couve, pimentão e tomateiro, o peso seco da raiz é utilizado como parâmetro para selecionar mudas com maior potencial de produção (Grangeiro et al., 2011). Assim, a utilização de fertilizantes que influenciem no acúmulo de biomassa radicular pode ser uma opção viável para a produção de mudas de qualidade superior.

4.4 Conclusão

Com base nos resultados obtidos nas condições experimentais do presente estudo, conclui-se que os produtos avaliados não apresentaram efeitos sobre a emergência das plântulas. Já durante a fase de desenvolvimento inicial das mudas de couve ‘Manteiga da Geórgia’, conclui-se que os produtos utilizados tiveram influência positiva no desenvolvimento das plantas, com destaque para o produto comercial A na concentração de 2 mL/L, sendo este o mais indicado para fertilização da cultura nessa fase.

5. Considerações finais

Os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciam o potencial dos fertilizantes organominerais, especialmente do produto comercial A, na promoção do desempenho inicial de mudas de alface e couve, culturas amplamente cultivadas e consumidas no Brasil. A aplicação desses produtos em diferentes concentrações permitiu observar respostas significativas em parâmetros relacionados à emergência, crescimento e desenvolvimento das mudas. Para a alface ‘Repolhuda Todo Ano’, o produto A demonstrou maior eficácia, tanto na emergência quanto no desenvolvimento inicial, com destaque para a concentração de 4 mL/L na germinação e 2 mL/L no desenvolvimento das mudas. Isso indica que o manejo adequado da adubação com fertilizantes organominerais pode ser uma alternativa viável e sustentável à adubação convencional, favorecendo a produção de mudas vigorosas, mais uniformes e potencialmente mais produtivas em campo. Para couve ‘Manteiga da Geórgia’, embora não tenham sido observados ganhos expressivos na emergência de plantas, o uso do produto A, também na concentração de 2 mL/L, apresentou efeitos positivos no desenvolvimento das mudas, reforçando a relevância da escolha adequada do fertilizante e da dose conforme a espécie e estágio fenológico da planta. Dessa forma, conclui-se que os fertilizantes organominerais, quando utilizados de maneira racional, podem contribuir para práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes, otimizando o aproveitamento de resíduos orgânicos e reduzindo o impacto ambiental. Ademais, a adoção desses insumos na fase de produção de mudas representa uma estratégia promissora para a produção de mudas de qualidade superior. Novos estudos são recomendados para avaliar os efeitos a longo prazo desses produtos em condições de campo, bem como para diferentes cultivares e sistemas de cultivo, a fim de consolidar e expandir o uso desses fertilizantes na horticultura brasileira.

6. Referências Bibliográficas

AMARO, G. B. et al. Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar. **Embrapa Hortaliças - Circular Técnica**, v. 47, 2007.16p.

ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral** (3^oed.). Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência - Editora UFSM, 2017. 96 p.

ARTECHE, I. E. B. **Tipificação de produtores, descrição de métodos de processamento mínimo e aspectos bromatológicos de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.) minimamente processada.** 129p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

AZEVEDO, A. M. et al. Divergência genética e importância de caracteres morfológicos em genótipos de couve. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 48-54, 2014.

BARBOSA, J. G. et al. Adubação orgânica na produção de mudas: alternativas sustentáveis e eficazes. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 2, p. 1–8, 2019.

BENÍCIO, L. P. F. et al. Formação de mudas de couve sob diferentes concentrações de biofertilizante foliar. **Acta Tecnológica**, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2011.

BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy.** Springer New York, NY, 2013. 392p.

BEZERRA, F. C. **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido.** Fortaleza: Embrapa agroindústria tropical (Documento, 72), 2003.19 p.

BOTEON, M. **Por que não consumimos mais frutas e hortaliças?.** CEPEA Esalq/USP. Piracicaba, 23 de agosto de 2021. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/por-que-nao-consumimos-mais-frutas-e-hortalicas.aspx>>. Acesso em: 23 de set de 2024.

BRASIL. MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 61, de 08 de julho de 2020**. Diário Oficial, Edição: 134, Seção 1, p.05, 2020. 33p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRZEZINSKI, C. R. et al. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 64, n. 1, p. 83-89, 2017.

CAETANO, A.C. **Olericultura**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Manaus, Manaus, ed. 1, 2014. 130 p.

CAMPOS, T. T. **Como cultivar alface hidropônica**. Ciclo Vivo. 09 de março de 2020. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/horta/como-cultivar-alface-hidroponica/>>. Acesso em: 08 de nov de 2024.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP. 2012.

CLEMENTE, F. M. V. T. **Produção de hortaliças para agricultura familiar**. Editora técnica. – Brasília: Embrapa, 2015. 108 p.

COELHO, C. C. de S. et al. Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 369-375, 2015.

Conheça a técnica de Mulching e saiba como proteger sua lavoura. Canal do Horticultor. Porto Alegre, 22 de fevereiro de 2018. Disponível em: <<https://canaldohorticultor.com.br/conheca-a-tecnica-de-mulching-e-saiba-como-proteger-a-sua-lavoura/>>. Acesso em: 08 de nov de 2024.

Consumo de verduras e legumes permanece baixo no Brasil, alerta pesquisa. CNN. São Paulo, 29 de junho de 2023. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/consumo-de-verduras-e-legumes-permanece-baixo-no-brasil-alerta-pesquisa/>>. Acesso em: 23 de set de 2024.

COSTA, E. et al. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia biosfera**, v. 9, n. 17, 2013.

DAVIDE, A. C. et al. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2015.278p.

DAVIDE, A. C. Importância da qualidade de mudas florestais na formação de povoamentos. **Revista Árvore**, v. 24, n. 2, p. 127–138, 2000.

FARIA, C. M. B. et al. Fertilizantes organominerais: uma alternativa sustentável para a agricultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.42, 2018.

FERMINO, M. H. et al. Caracterização física e química de substratos compostos por diferentes materiais orgânicos e suas misturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 567-574, 2010.

FERNANDES, P. H. et al. Uso de fertilizantes organominerais fosfatados no cultivo da alface e de milho em sucessão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 37907-37922, 2020.

FERREIRA, A. G. et al. Crescimento radicular e qualidade de mudas de espécies nativas em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 76–82, 2021.

FERREIRA, M. E. et al. **Nutrição de plantas: da diagnose à recomendação de adubação**. 2. ed. Piracicaba: POTAPOS, 2021.596p.

FERREIRA, R. A. et al. Efeitos de doses crescentes de fertilizantes organominerais no desenvolvimento de mudas de eucalipto. **Scientia Plena**, v. 17, n. 3, p. 1-10, 2021.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agro-tecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, Viçosa: UFV, 2003. 412p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa-MG, Brazil: Ed. UFV, 2008.418p.

FITTER, A. H. Characteristics and functions of root systems. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. (eds.). **Plant roots: the hidden half**. 3. ed. New York: Marcel Dekker, p. 15-32, 2002.

FREITAS, A. P. de et al. Produção de mudas de alface em substrato sob doses de fertilizante organomineral. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.16, n.29, p.728-737, 2019.

FREITAS, G. A. de et al. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 159-166, 2013.

GONÇALVES, E. O. et al. Relação entre características do sistema radicular e crescimento da parte aérea em mudas de *Eucalyptus* spp. **Floresta**, v. 48, n. 1, p. 47–56, 2018.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies florestais nativas. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF)**, V.63, P.63-7, .2000.

GOTO, R.; SILVA, E.S. **Produção de mudas de tomateiro, pimenteiro e pepineiro**. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.,et al. comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, p. 387-400, 2018.

GRANGEIRO, L. C. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes em alface americana em função da adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 611–616, 2011.

GRIGOLLI, P. J. et al. Características físicas e químicas de substratos comerciais e seu efeito na produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 431–437, 2019.

GROSSNICKLE, S. C.; MACDONALD, J. E. Why seedlings grow: Influence of plant attributes. **New Forests**, V.49(1), p.1–34, 2018.

GUERRA, A. M. N. de M. et al. Avaliação das principais causas de perdas pós-colheita de hortaliças comercializadas em Santarém, Pará. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 12, n. 1, p. 34-40, 2017.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. A. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Embrapa Hortaliças. (Comunicado Técnico, 75). 2009. 7p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000.254p.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. **50 hortaliças: como comprar, conservar e consumir**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2010. 209 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/854775/50-hortalicas-como-comprar-conservar-e-consumir>>. Acesso em 23 de set de 2024.

LUZ, J. M. Q. et al. Aplicação foliar de fertilizantes organominerais em cultura de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 373-377, 2010.

MACHADO, A. W. **O que são fertilizantes organominerais? Qual a composição?**. Agrolink. 18 de setembro de 2024. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/fertilizantes-organominerais_457360.html>. Acesso em: 13 nov de 2024.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 2006.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015.660p.

MEDEIROS, D. C. de et al. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 433-436, 2007.

MEDEIROS, D. C. de et al. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 186-189, 2008.

MEDEIROS, M. do B. C. L. et al. Índice de qualidade de Dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 159-173, 2018.

MEDEIROS, Reinaldo F. et al. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 505-511, 2011.

MELO, P. C. T; ARAÚJO, T. H de. **Olericultura: planejamento da produção do plantio à comercialização**. Curitiba, PR: SENAR-Pr, 2016. 94 p. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2021/11/PR.0315-Olericultura-Planejamento-da-Producao_web.pdf>. Acesso em: 23 de set de 2024.

MENEZES, L. B. de et al. Fertilizantes de liberação controlada em substratos para produção de mudas de hortaliças. **Cadernos de Agroecologia**, v. 16, n. 1, p. 1–8, 2021.

MICHELON, N. et al. Optimization of substrate and nutrient solution strength for lettuce and Chinese cabbage seedling production in the semi-arid environment of central Myanmar. **Horticulturae**, v. 7, n. 4, p. 64, 2021.

MOURA, K. S. A. **Crescimento e produtividade da couve de folhas em sistema slab com diferentes substratos**. 77p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco. 2018.

NASCIMENTO, W. M. **Porque devemos consumir mais hortaliças?**. Embrapa Hortalícias, Brasília, 15 de outubro de 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56533086/artigo---por-que-devemos-consumir-mais-hortalicas>>. Acesso em: 23 de set de 2024.

NASCIMENTO, W. M.; DIAS, D. C. F. S.; SILVA, P. P. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. **Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortalícias**, v. 11, 2011.

NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. B. **Produção de mudas de hortaliças** 1. ed. Brasília: Embrapa , 2016. 308p.

NASCIMENTO, Warley Marcos. **Hortaliças: tecnologia de produção de sementes**. Embrapa Hortalícias, 2011.318p.

Olericultura: Brasil produz 5 milhões de toneladas de hortaliças. SENAR ES. Vitória, 27 de junho de 2023. Disponível em: <<https://www.senar-es.org.br/comunicacao/noticias/olericultura-brasil-produz-5-milhoes-de-toneladas-de-hortali-14003>>. Acesso em: 23 de set de 2024.

OLIVEIRA, N. et al. Baixa variedade na disponibilidade domiciliar de frutas e hortaliças no Brasil: dados das POF 2008-2009 e 2017-2018. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, p. 5805-5816, 2021.

OLIVEIRA, R. C. et al. Uso de fertilizante organomineral no desenvolvimento de mudas de rúcula. 2018. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.14, n.1, p.1-6, J 2018.

PESSOA, T. N. **Por que fertilizantes organominerais são uma alternativa interessante para sua lavoura**. Blog da Aegro. 19 de novembro de 2020. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/fertilizantes-organominerais/>>. Acesso em: 14 nov de 2024.

PUIATTI, M. **A arte de cultivar hortaliças.** Viçosa, MG: UFV, CEAD, 2019. 183 p. Disponível em:<<https://serieconhecimento.ceed.ufv.br/wp-content/uploads/2020/03/Olericultura-download.pdf>>. Acesso em: 22 de set de 2024.

QUEIROZ, A. et al. Produção de alface americana em função da fertilização com organomineral. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 25, 2017.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa L.*)'Kaiser'. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.2,p.66-74, 2016.

SILVA, A. R. **Crescimento e a produtividade da alface em função da reposição hídrica.** 59p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade da Paraíba, Areia, 2017.

SILVA, C. P. et al. Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extrato de alga, *Ascophyllum nodosum*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 9, 2012.

SILVA, D. F. da et al. Qualidade de substratos orgânicos e crescimento inicial de mudas de hortaliças folhosas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 44, n. 3, 2021.

SILVA, F. A. et al. Desenvolvimento radicular de mudas de espécies florestais em diferentes substratos. **Revista Ciência Florestal**, v. 31, n. 1, p. 234–244, 2021.

SILVA, P. A. da et al. Qualidade da água e sua influência na produção de mudas de hortaliças. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 44, n. 2, p. 156–162, 2021.

SOUSA, M. J. R. et al. Crescimento e produção do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista Verde**, Pombal, v.4, n.4, p.42-48, 2009.

SUINAGA, F. A. et al. **Desempenho produtivo de cultivares de alface crespa.** Embrapa Hortaliças. (Comunicado Técnico, 89). 2013. 15p.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.888p.

TALAMINI, V. et al. **Qualidade sanitária de sementes de soja de diferentes cultivares introduzidos para cultivo em Sergipe** – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 16p

TRANI, P. E. et al. **Couve de folha: do plantio à pós-colheita**. Campinas: Instituto Agronômico (Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 214), 2015. 36 p.

VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Reference method for the determination of physical and chemical properties of plant substrates. **Acta Horticulturae**, n. 302, p. 169–179, 1992.