



Influência dos atributos físicos e químicos na produção de mudas de couve em substratos compostos por casca de arroz carbonizada, solo e esterco ovino

Isadora Vieira de Mello

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: isadora-mello@uergs.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0106-0414>**Simone Braga Terra**

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: simone-terra@uergs.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8821-6639>

ISSN 2448-0479. Submetido em: 30 jul. 2025. Aceito: 20 out. 2025.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.111.12-21>

Resumo

Na produção de mudas de hortaliças a escolha de um substrato está diretamente relacionada com o adequado desenvolvimento das plantas no momento do transplante para os canteiros definitivos. É importante que a mistura de materiais componentes do substrato forneça suporte físico ao sistema radicular e condições para suprir a demanda hídrica e nutricional da muda. O objetivo do trabalho foi avaliar os atributos físicos e químicos de substratos formulados com base em casca de arroz carbonizada, solo e esterco ovino na produção de mudas de Couve Manteiga em recipientes. No experimento conduzido em Santana do Livramento, RS, entre setembro de 2024 a julho de 2025 em estufa plástica do tipo túnel baixo foram testados os seguintes tratamentos: T1 - casca de arroz carbonizada (100%); T2 - casca de arroz carbonizada (50%) + esterco ovino (50%); T3 - casca de arroz carbonizada (50%) + húmus (50%); T4 - solo (50%) + esterco ovino (50%). Como resultados finais percebeu-se que os tratamentos T2 e T4 compostos por esterco ovino apresentaram maior crescimento das mudas de couve, possivelmente pela liberação gradual de nutrientes e baixa relação C:N. Os teores de água disponível, apesar de abaixo dos recomendados, proporcionaram precocidade de germinação nos tratamentos T2, T3 e T4. Pode-se recomendar aos produtores que utilizem na formulação dos substratos parte de esterco ovino previamente curtido, uma vez que essa mistura promove o crescimento adequado das mudas, além de ser de fácil acesso, ter custo baixo e incentivar o aproveitamento dos recursos locais disponíveis.

Palavras-chave: *Brassica oleracea*; características físicas; características químicas; crescimento vegetal.

Abstract

The influence of physical and chemical attributes on the production of cabbage seedlings in compound substrates containing carbonized rice husk, soil and sheep manure

In vegetable seedling production the choice of a substrate is directly related to the adequate development of plants at the time of transplanting to the final beds. It is important that the mixture of substrate components provides physical support to the root system and conditions to meet the water and nutritional demands of the seedlings. The objective of this work was to evaluate the physical and chemical attributes of substrates formulated based on carbonized rice husk, soil, and sheep manure in the production of cabbage seedlings in containers. In the experiment conducted in Santana do Livramento, RS, between September 2024 and July 2025, in a low tunnel plastic greenhouse, the following treatments were tested: T1 - carbonized rice husk (100%); T2 - carbonized rice husk (50%) + sheep manure (50%); T3 - carbonized rice husk (50%) + humus (50%); T4 - soil (50%) + sheep manure (50%). As final results, it was observed that treatments T2 and T4, composed of sheep manure, showed greater growth of cabbage seedlings, possibly due to the gradual release of nutrients and a low C:N ratio. The available water content, although lower than recommended,



promoted earlier germination in treatments T2, T3, and T4. It can be recommended to producers that they use a portion of previously cured sheep manure in the formulation of substrates, as this mixture promotes adequate seedling growth, is easily accessible, has a low cost, and encourages the utilization of available local resources.

Keywords: *Brassica oleracea*; physical characteristics; chemical characteristics; vegetable growth.

Resumen

Influencia de los atributos físicos y químicos en la producción de plántulas de col en sustratos compuestos por cáscara de arroz carbonizada, suelo y estiércol de oveja

En la producción de hortalizas, la elección correcta del sustrato está directamente relacionada con el adecuado desarrollo de las plantas en el momento del trasplante a los canteos definitivos. Es importante que la mezcla de los materiales componentes del sustrato proporcione soporte físico al sistema radicular y condiciones para suplir la demanda hídrica y nutricional de la plántula. El objetivo del trabajo fue evaluar los atributos físicos y químicos de sustratos formulados a base de cáscara de arroz carbonizada, suelo y estiércol de oveja en la producción de plántulas de Col Mantecosa en recipientes. En el experimento realizado en Santana do Livramento, RS, entre septiembre de 2024 y julio de 2025, en un invernadero de plástico tipo túnel bajo, se evaluaron los siguientes tratamientos: T1 – cáscara de arroz carbonizada (100%); T2 – cáscara de arroz carbonizada (50%) + estiércol ovino (50%); T3 – cáscara de arroz carbonizada (50%) + humus (50%); T4 – suelo (50%) + estiércol ovino (50%). Como resultados finales, se observó que los tratamientos T2 y T4, compuestos por estiércol ovino, presentaron mayor crecimiento de las plántulas de col, posiblemente debido a la liberación gradual de nutrientes y a la baja relación C:N. Aunque los niveles de agua disponible estuvieron por debajo de los recomendados, permitieron una germinación precoz en los tratamientos T2, T3 y T4. Por lo tanto, se puede recomendar a los productores que utilicen estiércol ovino previamente compostado en la elaboración de los sustratos, ya que esta mezcla favorece el crecimiento adecuado de las plántulas, además de ser de fácil acceso, bajo costo y fomentar el aprovechamiento de los recursos locales disponibles.

Palabras clave: *Brassica oleracea*; características físicas; características químicas; crecimiento vegetal.

Introdução

A etapa da produção de mudas de hortaliças é fundamental para o adequado desenvolvimento das plantas no momento do transplante para os canteiros definitivos, o que tem levado os olericultores à necessidade de atender essa demanda. Uma adequada produção de mudas influencia diretamente no desempenho final das plantas cultivadas e o substrato exerce um papel fundamental na etapa de germinação, crescimento e estabelecimento das plantas, garantindo que essas fases ocorram de maneira ideal satisfatória. Para isso, muitos recorrem a materiais facilmente disponíveis na propriedade rural para formular o seu substrato.

Entretanto, não basta apenas escolher materiais de forma aleatória para compor um substrato, já que as mudas desenvolvem sua capacidade de crescimento e sobrevivência nas bandejas onde serão produzidas. De acordo com Siqueira et al. (2018) dentro desse tipo de produção, a composição do substrato é um fator que influencia a sua qualidade, porque é responsável por fornecer suporte físico ao sistema radicular e condições para suprir adequadamente a demanda hídrica e nutricional da muda.

De acordo com Navrosnk et al. (2016) o substrato utilizado para o preenchimento dos recipientes deve conter os nutrientes necessários para o crescimento das mudas e para compensar aquilo que é perdido por lixiviação, por ocasião da irrigação.

Materiais como a casca de arroz, solo e estercos de origem animal são abundantes na Região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Pensando nisso, muitos produtores rurais de hortaliças têm incorporado esse tipo de resíduo na etapa de confecção de mudas.

A utilização destes materiais, além de reduzir os custos de produção, diminui os riscos de contaminação ambiental, já que possibilita dar um destino ecologicamente correto aos resíduos, tornando o sistema de produção mais sustentável (MESQUITA et al., 2019).

A casca de arroz na forma crua é um resíduo obtido através do beneficiamento do grão nos engenhos

de secagem e limpeza existentes nas regiões produtoras de arroz. De acordo com Lopes et al. (2017) a casca de arroz crua é o subproduto mais volumoso, correspondendo por 20% do peso do grão. Por esta razão, é necessário encontrar formas de reutilização para este subproduto.

A casca de arroz carbonizada é amplamente utilizada como componente enriquecedor de substratos para produção de mudas vegetais, em função de suas propriedades físicas que incorporam adequada aeração e drenagem no material utilizado para o cultivo. Porém, a casca de arroz carbonizada nunca deve ser utilizada de forma única e pura como substrato, pela elevada porosidade, leveza e drenagem, recomendando-se a mistura da casca de arroz carbonizada a outros materiais para que se tenha um resultado vantajoso na produção (TERRA et al., 2017).

O esterco de origem animal é outra alternativa para utilização nos substratos para cultivo de plantas. O esterco é um agente natural que promove melhoria dos substratos proporcionando aeração e absorção de água e a liberação gradual de nutrientes por meio da mineralização. Além disso, o esterco animal possui características químicas, físicas e biológicas adequadas, incluindo a presença de microrganismos, bem como macro e micronutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta. A ação conjunta desses microrganismos, nutrientes e equilíbrio térmico resulta na melhoria da estrutura do substrato e no fornecimento adequado de nutrientes para as plantas (SANTOS et al., 2015).

Porém, para garantir substratos com qualidade adequada ao desenvolvimento de mudas de hortaliças, é essencial a caracterização das propriedades físicas e químicas desses materiais. Verdonck e Demeyer (2004) afirmam que as características físicas são as mais importantes, porque as relações ar-água não podem sofrer mudanças durante o cultivo das plantas. Entre essas, Kämpf (2000) e Santos et al. (2002) citam a densidade do substrato, a porosidade, a disponibilidade de água e de ar e, entre as propriedades químicas, os valores de CTC e pH são de extrema importância.

Inúmeros substratos em sua constituição original ou combinados são utilizados para a produção de mudas de hortaliças, sendo importante que na escolha dos materiais observe-se principalmente as suas características físicas e químicas, a espécie a ser cultivada, além dos aspectos econômicos, como por exemplo, baixo custo e disponibilidade local ou regional.

A análise química para um substrato é um importante parâmetro balizador referente ao meio onde mudas serão supridas com nutrientes, uma vez que permite avaliar a disponibilidade dos macros e micronutrientes essenciais para as plantas, sendo possível ajustar a adubação de acordo com as necessidades específicas, evitando deficiências ou excessos que possam comprometer o desenvolvimento das mudas (ABREU et al., 2002).

Segundo Schmitz et al. (2002) as principais propriedades químicas levadas em consideração para um substrato são o potencial de hidrogênio (pH), a capacidade de troca catiônica (CTC), a salinidade e o teor de matéria orgânica, tendo em vista que são fatores determinantes no manejo e controle de qualidade dos cultivos.

De acordo com Borges (2014) os principais aspectos físicos de um substrato estão relacionados às propriedades das partículas que compõem sua fração sólida, como forma e tamanho, superfície específica e interação com a água. Além disso, a geometria do espaço poroso formado entre as partículas é um fator importante, sendo influenciada pelas propriedades das partículas e pela maneira como o material é manuseado, especialmente a densidade de enchimento no recipiente, que determina a porosidade total e o tamanho dos poros.

Substratos com teor de matéria orgânica elevado podem ser interessantes, pois promovem a formação de poros, que por sua vez fornecerão nutrientes, melhoram a estrutura do substrato e aumentam a capacidade de retenção de água (JORGE et al., 2020).

A escolha da cultivar comercial Couve Manteiga (*Brassica oleracea* variedade *Acephala*) testada no experimento deve-se à ausência de sazonalidade nos mercados brasileiros (FERNANDES, 2023). A Couve Manteiga é uma hortaliça folhosa de significativa relevância na agricultura familiar do Rio Grande do Sul, por ser rústica, resistente às baixas temperaturas e chuvas frequentes, como ocorreu nos meses de execução do experimento.

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar os atributos físicos e químicos de substratos formulados com base em casca de arroz carbonizada, solo e esterco ovino na produção de mudas de Couve Manteiga em bandejas plásticas, no interior de ambiente protegido coberto com plástico agrícola. A hipótese é de que os substratos apresentam propriedades físicas e químicas diferentes, de acordo com a sua composição.



Material e métodos

O projeto de pesquisa foi conduzido na cidade de Santana do Livramento, RS, no período de setembro de 2024 a julho de 2025. No período do experimento as médias das temperaturas mínimas foram de 11,6°C e as máximas de 16,9°C. A precipitação pluviométrica do período do experimento teve um acumulado de 353 mm, considerado elevado para o período.

O experimento foi conduzido dentro de uma estufa plástica modelo capela com dimensões de 1,20 m de comprimento, 0,90 m de largura e 1,70 m de altura, coberta com polietileno transparente de baixa densidade (PEBD).

A couve foi semeada em bandejas de isopor de coloração branca de 128 células (tamanho da célula unitária 3,5 cm x 3,5 cm) que ficaram dispostas no interior da estufa plástica até o final do experimento.

Foram utilizados quatro diferentes substratos para o cultivo da couve, sendo estes os tratamentos experimentais testados na pesquisa: T1 - casca de arroz carbonizada (100%); T2 - casca de arroz carbonizada (50%) + esterco ovino (50%); T3 - casca de arroz carbonizada (50%) + húmus (50%); T4 - solo (50%) + esterco ovino (50%).

Para a carbonização da casca de arroz utilizou-se um método baseado na metodologia de Medeiros (1998), onde a casca é carbonizada de maneira controlada, sem perder a forma e mudando apenas a coloração.

O esterco ovino foi utilizado na forma decomposta, cedido por um ovinocultor local. O solo testado no experimento tinha textura arenosa e foi coletado em jardim doméstico. Tanto o esterco ovino quanto o solo foram peneirados em malha metálica nº 5 antes da utilização como substrato.

O manejo de abertura e fechamento da estufa plástica foi diário, objetivando a retirada de umidade interna e a manutenção do calor para potencializar o crescimento vegetal. As irrigações ocorreram de acordo com a demanda atmosférica, via regador manual, adicionando cerca de 500 ml de água a cada tratamento quando necessário.

Os substratos foram caracterizados quanto aos atributos físicos, sendo determinadas a porosidade total (PT), espaço de aeração (EA) e água facilmente disponível (AD) (Quadro 1) a partir da metodologia proposta por De Bocht e Verdonck (1972), associado à câmara de pressão de Richards (RICHARDS; FIREMAN, 1943).

Na análise química dos substratos foram determinados o potencial de hidrogênio (pH), a CTC (capacidade de troca de cátions) e o teor de macronutrientes sendo fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (Quadro 2) a partir da metodologia de Tedesco (1995).

Tanto a análise física quanto a química foram realizadas no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) na cidade de Santa Maria, RS.

Quadro 1 - Análise física dos substratos utilizados no experimento de produção de mudas de couve em ambiente protegido, sendo: porosidade total (PT em %), espaço de aeração (EA em %), água disponível (AD em %) e densidade (D em kg/m³).

Substratos	PT	EA %	AD	---	Densidade (kg/m ³)
T1 - CAC100%	78,0	61,1	5,5		110,0
T2 - CAC50%+EST OV50%	78,3	44,4	7,7		131,0
T3 - CAC50%+HÚMUS 50%	81,1	42,9	10,4		260,0
T4 - SOLO50%+EST OV50%	64,6	12,0	23,5		703,0

Fonte: Laboratório de análises físicas da UFSM (2025)

Quadro 2 - Análise química dos substratos utilizados no experimento de produção de mudas de couve em ambiente protegido, sendo: fósforo (g/L-I), potássio (g/L-I), cálcio (g/L-I), magnésio (g/L-I), pH e CTC (cmolc/L-I).

Substratos	P ----- (g/L-I)	K	Ca	Mg	pH	CTC cmolc/L-I
T1 - CAC100%	0,22	1,40	0,44	1,39	6,3	8,5
T2 - CAC50%+EST OV50%	0,33	3,45	1,01	4,39	8,1	19,4
T3 - CAC50%+HÚMUS 50%	0,33	2,21	1,33	1,81	7,2	17,2
T4 - SOLO50%+EST OV50%	0,32	2,30	1,17	0,65	7,3	16,6

Fonte: Laboratório de análises químicas da UFSM (2025)

As variáveis de crescimento analisadas durante o experimento foram: precocidade na emergência de plântulas (contagem dos dias desde a semeadura até o início da germinação dos cotilédones, medição única); altura de plantas (medida direta com régua milimetrada desde o colo da planta até o ponto final de crescimento, semanalmente), matéria fresca da parte aérea (pesagem da massa da verde aérea, descartando as raízes, medição única) com a utilização da balança de precisão, no Laboratório de Química da Uergs, unidade Santana do Livramento.

As médias finais de todas as variáveis de crescimento foram calculadas aos 45 dias após a semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro tratamentos e três repetições, sendo cada repetição constituída de uma bandeja. Ou seja, cada bandeja continha uma coleção completa de todos os tratamentos. Para fins de avaliação, foram descartadas as plantas da bordadura das bandejas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa GENES.

Resultados e discussão

Inicialmente ressalta-se que foi realizada a operação de desbaste das plântulas de couve após a germinação das sementes, antes do início da medição das variáveis de crescimento, com o objetivo de manter apenas uma plântula por célula. Essa operação ocorreu aos 14 dias após a semeadura, onde foi escolhida a plântula mais centralizada e vigorosa na célula de cultivo, eliminando-se as demais.

Após o desbaste, as folhas definitivas começaram a surgir aos pares. No 4º dia após essa operação deu-se início ao período de avaliação do crescimento das mudas de couve.

No Quadro 3 estão representados os resultados das variáveis agronômicas de crescimento das mudas de couve nos tratamentos experimentais testados.

Quadro 3 - Variáveis analisadas no experimento: precocidade de emergência, altura de plantas, número de folhas e matéria fresca da parte aérea das mudas de couve cultivadas em substratos no interior de ambiente protegido. Santana do Livramento, Uergs, 2025.

Substratos	Precocidade emergência(dias)	Altura de plantas(cm)	Número de folhas	Matéria frescada parte aérea (mg)
T1 - CAC100%	8,7 b	2,23 c	1,19 b	46,00 b
T2 - CAC 50% + EST OV 50%	6,5 a	9,51 a	3,65 a	855,00 a
T3 - CAC 50% + HÚMUS 50%	5,6 a	3,35 b	1,38 b	96,00 b
T4 - SOLO 50% + EST OV 50%	5,9 a	9,44 a	3,60 a	833,00 a

Fonte: De Mello (2025)

Para a variável precocidade de emergência (Quadro 3 e Gráfico 1) percebe-se que não houve diferença estatística significativa entre os substratos T2 (casca de arroz carbonizada 50% + esterco ovino 50%), T3 (casca de arroz carbonizada 50% + húmus 50%) e T4 (solo 50% + esterco ovino 50%), já que todos proporcionaram a germinação das sementes entre 5,6 e 6,5 dias após a semeadura.

Apenas o tratamento T1 (casca de arroz carbonizada 100%) atrasou a germinação em 8,7 dias, ficando inferior aos demais. Esse resultado possivelmente tenha relação com o menor valor de água disponível desse substrato (5,5%) (Quadro 1).

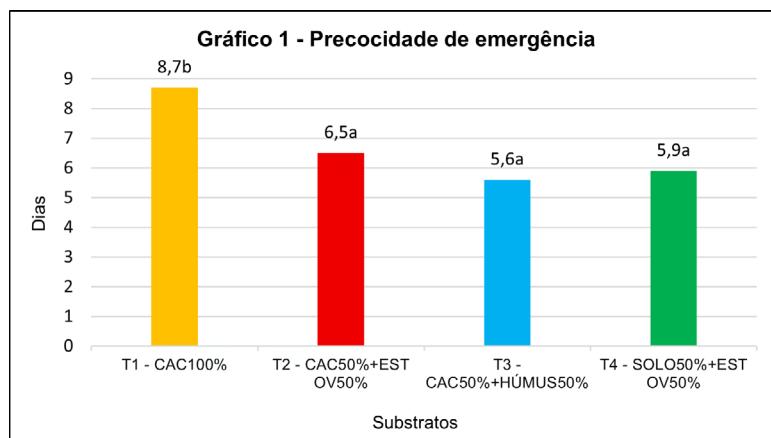


Os dados para a água disponível da pesquisa em questão com mudas de couve estão abaixo dos encontrados por Terra et al. (2017), que produziu mudas de tomate em bandejas de isopor e obteve o teor de água disponível de 38% para o substrato composto por 100% por casca de arroz carbonizada.

De Boodt e Verdonck (1972) recomendam que os valores de água disponível para substratos situem-se entre 20 a 30%.

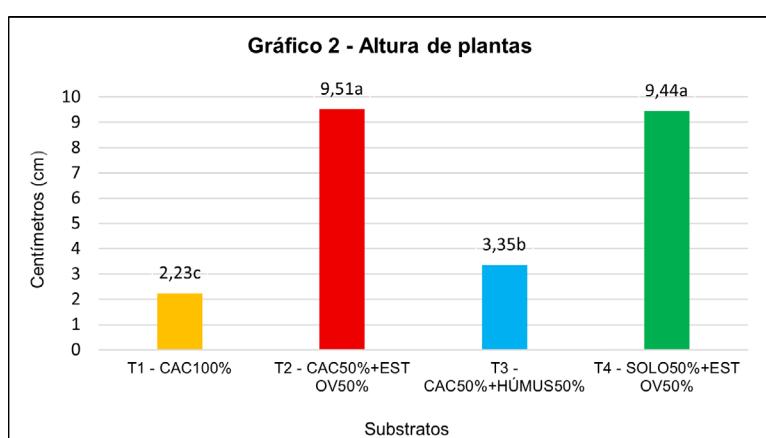
A disponibilidade de água é um dos fatores que mais influencia na germinação de sementes, já que é essencial para a hidratação do tegumento, ativação das enzimas e processos metabólicos indutores da germinação (VIEIRA; CARVALHO, 2023).

Figura 1 - Gráfico de barra da variável precocidade de emergência em dias.



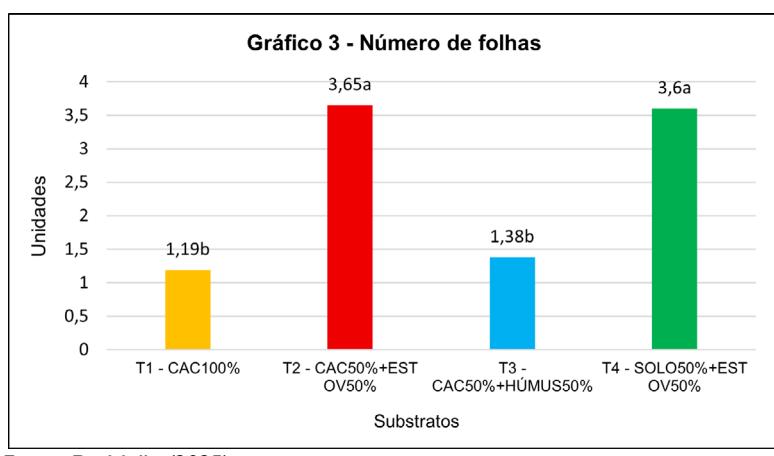
Fonte: De Mello (2025)

Figura 2 - Gráfico de barra da variável altura de plantas em centímetros.

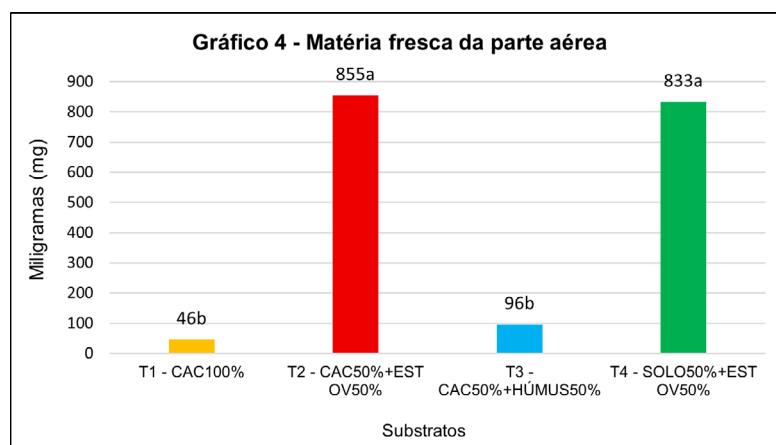


Fonte: De Mello (2025)

Figura 3 - Gráfico de barra da variável número de folhas.



Fonte: De Mello (2025)

Figura 4 - Gráfico de barra da variável matéria fresca da parte aérea em miligramas (mg).

Fonte: De Mello (2025)

Observando a variável altura de plantas (Quadro 3) percebe-se que os substratos T2 (casca de arroz carbonizada 50% + esterco ovino 50%) e T4 (solo 50% + esterco ovino 50%) foram superiores aos demais, produzindo 9,51 e 9,44 cm de altura, respectivamente (Gráfico 2).

Para a variável número de folhas também identificou-se que os tratamentos T2 (casca de arroz carbonizada 50% + esterco ovino 50%) e T4 (solo 50% + esterco ovino 50%) proporcionaram os melhores resultados, produzindo 3,65 e 3,60 folhas, respectivamente (Gráfico 3).

Para a matéria fresca da parte aérea o mesmo padrão foi observado, onde os tratamentos T2 (casca de arroz carbonizada 50% + esterco ovino 50%) e T4 (solo 50% + esterco ovino 50%) foram superiores aos demais, com 855 e 833 mg de parte aérea produzida, respectivamente (Gráfico 4).

Segundo Rodrigues e Aragão (2024), em estudos sobre hortaliças folhosas e adubação orgânica e química com esterco caprino, os tratamentos enriquecidos com esterco tiveram uma maior média na matéria fresca da parte aérea, sendo os tratamentos T4 - esterco ($7,5 \text{ L/m}^2$) + ureia (0,025 g) e T7 – esterco ($7,5 \text{ L/m}^2$) os melhores acumulados, com respectivamente 720 e 660 gramas, verificando-se que a adubação das plântulas com esterco caprino teve ligação direta com o aumento da parte aérea das hortaliças avaliadas.

Sabe-se que os estercos previamente fermentados são agentes naturais que, quando utilizados como substratos para plantas, promovem aeração, absorção de água e a liberação gradual de nutrientes por meio da mineralização, ou seja, a produção gradual da matéria orgânica presente no esterco, o que fornece às plantas os nutrientes necessários ao longo do tempo (SANTOS et al., 2015).

O fornecimento de nutrientes pelo esterco animal confere um importante desenvolvimento da parte aérea na fase inicial de mudas, principalmente o nitrogênio, contribuindo diretamente para expansão da área foliar (AZEVEDO et al. 2021), o que resultará em melhores condições para o desenvolvimento das mudas de hortaliças, principalmente aquelas de ciclo curto, como a couve.

Para Alves et al. (2020) o incremento da concentração de esterco bovino no substrato promoveu melhoria da qualidade das mudas de pimenta Malagueta.

Observa-se que na tabela de análise química (Quadro 2) os teores do macronutriente potássio (K) estava mais elevado nos tratamentos T2 ($3,45 \text{ g/L}^{-1}$) e T4 ($2,30 \text{ g/L}^{-1}$), o que possivelmente tenha influência no maior crescimento das mudas de couve nesses substratos.

A adubação com potássio é essencial para o desenvolvimento saudável das mudas de couve, especialmente durante a fase de rustificação antes do transplante. Pesquisas de Da Silva et al. (2016) com mudas de couve em substratos orgânicos apontam que a falta de potássio pode levar a folhas amareladas, bordas queimadas e um crescimento frágil com prejuízos no transplante.

Ferreira et al. (2014) ao produzirem mudas de couve em bandejas adubadas com esterco bovino e esterco de pequenos ruminantes, observaram teores de potássio entre $0,025$ a $0,197 \text{ g/L}^{-1}$. O tratamento que continha 40% de esterco bovino e 60% de esterco de pequenos ruminantes revelou o maior valor $0,197 \text{ g/L}^{-1}$ de potássio e, consequentemente, apresentou os melhores resultados, não sendo o mais promissor, mas estando entre os mais desenvolvidos.

Salienta-se que todos os substratos testados no experimento com couve estão na faixa da alcalinidade.

dade, com pH entre 6,3 a 8,1 (Quadro 2), ou seja, fora da faixa ideal para substratos orgânicos recomendada por Kampf (2000).

Alguns autores citam que é recomendável manter o pH do meio de cultivo na faixa entre 5,5 a 7,0 onde a maioria dos nutrientes são facilmente assimiláveis pelas plantas. Compreender essa propriedade é fundamental, pois ela influencia diretamente na disponibilidade de nutrientes e nos processos fisiológicos das plantas. Substratos com pH inferior a 5,0 podem levar à deficiência de nutrientes essenciais, como nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio (KÄMPF, 2005).

A capacidade de troca de cátions (CTC) (Quadro 2) do tratamento T2 era de 19,4 cmolc L⁻¹ e do tratamento T4 era de 16,6 cmolc L⁻¹, demonstrando que esses dois substratos continham cátions disponíveis para a absorção radicular e consequente crescimento em altura, número de folhas e matéria fresca das mudas de couve, apesar da irrigação frequente das bandejas de isopor que poderia causar uma lixiviação de nutrientes.

A capacidade de troca de cátions (CTC) está diretamente relacionada à disponibilidade de cátions e à redução nas perdas por lixiviação, uma vez que quanto maior, aumenta a retenção de cátions absorvidos, importante especialmente em cultivos onde a irrigação é frequente (FERMINO, 1996). Neste contexto, valores de 6 cmolc L⁻¹ a 15 cmolc L⁻¹ são recomendados por Fonteno (1996) e 20 cmolc L⁻¹ por Martinez (2002).

Segundo Schmitz et al. (2002) o pH e a CTC são as características químicas mais importantes do substrato, sendo a adubação manejada pelo viveirista.

Considerações finais

Os tratamentos T2 (casca de arroz carbonizada 50% + esterco ovino 50%), T3 (casca de arroz carbonizada 50% + húmus 50%) e T4 (solo 50% + esterco ovino 50%) proporcionaram maior precocidade de germinação.

Para as variáveis, altura de plantas, número de folhas e matéria fresca da parte aérea observou-se que os substratos T2 e T4, que eram compostos por esterco ovino, foram superiores aos demais, proporcionando os maiores valores mensurados entre todos os tratamentos. Pode-se deduzir que o esterco ovino tenha algum efeito sobre o crescimento das mudas de couve, já que ambos tratamentos eram compostos por 50% de esterco ovino.

Sobre os atributos físicos, o de maior influência no crescimento das mudas foi o teor de água disponível, que apesar de abaixo do recomendado por outros pesquisadores, proporcionou precocidade de germinação nos tratamentos T2, T3 e T4.

Em face aos resultados obtidos nessa pesquisa, pode-se recomendar aos produtores de mudas de couve que utilizem na formulação dos substratos parte de esterco ovino previamente curtido, especialmente se combinado com casca de arroz carbonizada e solo, uma vez que essa mistura promove o crescimento adequado das mudas, além de ser de fácil acesso, ter custo baixo e incentivar o aproveitamento dos recursos locais disponíveis.

Referências

- ABREU, M. F. et al. 2002. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. **Anais...** Anais do III Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas, Campinas, Brasil, p.17-28.
- ALVES, J. do C. et al. Níveis de esterco bovino em substratos para produção de mudas de pimenta **Braz. J. Anim. Environ. Res.**, Curitiba, v. 3, n. 2, p.695-704, abr./jun. 2020.
- AZEVEDO, G. A. et al. Esterco bovino como substrato alternativo na produção de mudas de açaí cultivar BRS-PARÁ. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 11, n. 1, p. 218-224, Julho, 2021.
- BORGES, A. **Desempenho de diferentes substratos na produção de mudas de alface (*Lactuca sativa L.*)**. 31 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agronômica), Faculdade Centro Matogrossense, Sorriso, 2014.
- DA SILVA, N. M. et al. Condicionadores alternativos de substrato na qualidade da muda e produtividade de couve manteiga. **Revista Verde - ISSN 1981-8203** - (Pombal - PB) v. 11, n.5, p.149-154, Edição especial, 2016.

- DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, v.26, p.37-44, 1972.
- FERMINO, M. H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. 1996. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Fitotecnia), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- FERNANDES, I. M. V. **Avaliação química de couve manteiga (*Brassica oleracea*) com adição de revestimento a base de amido**. 45 f. Dissertação (Mestrado Olericultura), Instituto federal Goiano, Campus Morrinhos, GO: IF Goiano, 2023.
- FERREIRA, L. L. et al. Vermicompostos como substrato na produção de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) e couve-folha (*Brassica oleracea var. acephala*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 9, n. 2, p. 256-263, abr./jun. 2014.
- FONTENO, W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: REED, D.W. (Ed.) **A Growers guide to water, media, and nutrition for greenhouse crops**. Batavia: Ball, 1996. p. 93-122.
- JORGE, M. H. A. et al. **Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças**. Brasília, DF, Embrapa Hortaliças, p.1 – 30, set. 2020. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216955/1/DOC-180-18-set>>. Acesso em 20 jul. 2025.
- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Agropecuária Guáiba, 2005, 2. ed., 254 p.
- KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N., FERMINO, M.H. (Eds.) **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênesis, 2000. p.139-145.
- MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A. M. C. (Ed.) Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: IAC. 2002. p. 53-73 (**Documentos IAC**).
- MESQUITA, I. B. S. et al. Production of lettuce muds (*Lactuca sativa L.*) With different substrates in closed environment. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, São José dos Pinhais, v. 2, n. 4, p. 1257-1263, 2019.
- NAVROSNK, M.C. et al. Efeito do volume do tubete e doses de fertilizantes no crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii Maiden*. **Rev. Agr.**, v.9, n.31, p.26-33, 2016.
- RICHARDS, L. A.; FIREMAN, M. Pressure plate apparatus for measuring moisture sorption and transmission by soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 56, p. 395-404, 1943.
- RODRIGUES, G. S. S; ARAGÃO, C. A. **Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume V** / Organização de Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Luciano Façanha Marques. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024. 97p.; il.
- SANTOS, J. F. et al. Produção de alface em função de adubação de esterco bovino em sistema agroecológico. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2015. **Anais...Campina Grande, 2015**.
- SANTOS, F. R. P. et al. Caracterização físico-química de sete componentes de substratos recomendados para uso em floricultura. **Cult. Agron.**, Ilha Solteira, v. 11, p. 81-92, 2002.
- SCHMITZ, J. A. K. et al. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 937-944, 2002.
- SIQUEIRA, D. P. et al. Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *Lafoensia gluptocarpa*. **Flor.**, v.48, n.2, p.277-284, 2018. doi: 10.5380/rf.v48i2.55795.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p. 1995.

TERRA, S. B. et al. Insumo alternativos para produção orgânica de mudas de hortaliças. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v.13, n.2, p.412-422, 2017.

VERDONCK, O; DEMEYER, P. The influence of the particle size on the physical properties of growing media. **Acta Horticulturae**, v.644, p.99-101, 2004.

VIEIRA, E. L. CARVALHO, Z. S. de. Fisiologia de sementes: Parte I – formação e germinação de sementes. **Boletim Científico Agronômico do CCAAB/UFRB**, v. 1, e2259, 2023. Disponível em: <https://ufrb.edu.br/ccaab/boletim-cientifico-agronomicodo-ccaab-volume1/2259-2259-pdf>. Acesso em: junho de 2025.