

USO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE SOB AMBIENTE PROTEGIDO

USE OF ALTERNATIVE SUBSTRATES IN LETTUCE SEEDLING PRODUCTION UNDER PROTECTED ENVIRONMENT

LEONARDO BORDINI¹ – leonardo.bordini.contato@gmail.com

MIRIAN CRISTINA MARETTI² – mirian.maretti@umfg.edu.br

1. Acadêmico do curso de Agronomia da Faculdade UMFG.

2. Professor Orientador. Faculdade UMFG - Rod PR-082 KM 468 - Lote 45/46 - Gleba, R. Ribeira, Cianorte - PR, 87200-000.

Recebido em 29/01/2026 . Publicado 09/02/2026

RESUMO

O presente estudo avaliou a germinação e o desenvolvimento de mudas de alface crespa (*Lactuca sativa* L.) sob diferentes substratos compostos a partir de materiais alternativos. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no município de Cianorte-PR, utilizando delineamento em blocos casualizados, com 11 tratamentos compostos por esterco bovino curtido, folhas trituradas de Canela Verdadeira, fibra de coco, húmus de minhoca e cinzas, misturados ao solo em proporções de 25% e 50% do volume total, com quatro repetições cada. Aos 30 dias após a semeadura, foram analisados parâmetros morfológicos como comprimento de planta, massa fresca, massa seca, diâmetro de colo e número de folhas. Também foram avaliados o índice de velocidade de emergência e o índice de qualidade de Dickson. Os resultados apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas. Os resultados estão em concordância com outros estudos já realizados; contudo, ainda se nota a necessidade de pesquisas voltadas a identificar combinações mais adequadas entre os diferentes compostos.

Palavras-Chave: Sustentabilidade; Reaproveitamento de Resíduos; Qualidade de Mudas.

ABSTRACT

The present study evaluated the germination and development of crisp lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedlings under different substrates composed of alternative materials. The experiment was conducted in a protected environment in the municipality of Cianorte, Paraná State, using a randomized block design with 11 treatments composed of well-composted cattle manure, crushed Canela Verdadeira leaves, coconut fiber, earthworm humus, and wood ash, mixed with soil in proportions of 25% and 50% of the total volume, with four replications each. Thirty days after sowing, morphological parameters such as plant length, fresh mass, dry mass, stem diameter, and number of leaves were analyzed. The emergence speed index and Dickson's quality index were also evaluated. The results showed statistically significant differences among the treatments for all analyzed variables. The findings are consistent with previously conducted studies; however, there is still a need for further research aimed at identifying the most suitable combinations among the different compounds.

Keywords: Sustainability; Waste Reuse; Seedling quality.

1 INTRODUÇÃO

O setor hortícola apresenta grande expressividade econômica nacional, movimentando mais de 5 milhões de toneladas de produtos diversos somente no ano de 2024. Isso representa quase 20% do valor bruto da produção agropecuária no país. A alta produtividade e rentabilidade por área, o curto período de ocupação do solo e o baixo custo de implantação são alguns dos fatores que contribuem para a ampla difusão deste setor entre pequenos e grandes produtores (Senar Espírito Santo., 2023; Conab., 2025).

Na cadeia produtiva das hortaliças, a produção das mudas é uma das fases de maior importância do ciclo, pois interfere diretamente no desempenho, na produtividade e na qualidade final das plantas quando em campo (Campanharo *et al.*, 2006; Terra, Braz e Mendes., 2017). Mudas bem formadas têm potencial de incrementar a produção; por outro lado, quando de baixa qualidade ou malformadas, podem provocar atrasos no ciclo da cultura e colheita tardia, o que acarreta diretamente prejuízos ao produtor (Guimarães, Echer e Minami., 2002).

Neste contexto, o substrato desempenha papel fundamental na fase inicial de cultivo. Segundo a definição dada pela Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013 (Brasil., 2013), substrato para plantas é o produto usado como meio de crescimento de plantas. Este é o principal insumo utilizado na produção de mudas em bandejas, assumindo a função do solo, com o objetivo de fornecer sustentação, água, nutrientes e oxigênio, a fim de proporcionar o bom desenvolvimento da cultura a ser estabelecida (Watthier *et al.*, 2019).

Na composição de um substrato, diversos fatores são levados em consideração, sendo os principais a densidade, o tamanho das partículas, a capacidade de retenção de água, o potencial hidrogeniônico e a condutividade elétrica do material utilizado (Liz e Carrijo., 2008). Outros autores ainda destacam que, além dos fatores físico-químicos, a matéria-prima do substrato deve proporcionar características biológicas adequadas, boa sanidade, ser capaz de drenar excessos de água e fornecer quantidade de nutrientes adequada, pois todas essas variáveis têm relação direta com o desenvolvimento e a qualidade das mudas, podendo impactar positiva ou negativamente a germinação, emergência, crescimento e o estabelecimento das plântulas (Leal *et al.*, 2007).

Atualmente, materiais como turfa, fibra de coco, casca de pinus, casca de arroz e areia são amplamente utilizados na formulação de substratos comerciais, podendo ser empregados de forma isolada ou em composições, com a finalidade de adequar as características físicas e químicas do substrato conforme as exigências de cada cultura ou sistema de produção. No entanto, muitos desses insumos possuem alto valor agregado, o que compromete significativamente o rendimento do produtor (Carrijo, Liz e Makishima., 2002; Silva *et al.*, 2019).

Neste sentido, a busca por substratos alternativos tem se intensificado nos últimos anos. Diversos estudos surgiram com o objetivo de avaliar a viabilidade de uso de diferentes materiais,

como casca de arroz carbonizada, esterco bovino e distintos tipos de compostos orgânicos (Freitas *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2020; Leal *et al.*, 2007).

São considerados substratos alternativos todos aqueles provenientes de matéria-prima animal ou vegetal disponíveis na própria propriedade ou em regiões próximas. Tais materiais apresentam soluções para problemas ambientais e econômicos, promovendo a redução de custos na produção e o reaproveitamento de materiais (Gonçalves *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2019).

Dito isso, o presente trabalho buscou avaliar a influência de substratos alternativos provenientes de diferentes materiais na germinação e no desenvolvimento de mudas de alface sob ambiente protegido, por meio da avaliação dos compostos em diferentes doses.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A produção de mudas de hortaliças é uma etapa essencial para a produção a campo, sendo esta, nos dias atuais, caracterizada como uma atividade de elevado caráter técnico, marcada principalmente pela crescente tecnificação por parte dos produtores e técnicos que atuam nesta área, tornando evidente a exigência cada vez maior de mudas com elevado padrão genético, fisiológico e sanitário. Neste sentido, a qualidade dos insumos utilizados e o manejo adequado são de suma importância para o sucesso na produção das mudas e para as elevadas produções a campo (Jorge, Andrade e Costa., 2016).

É crucial o uso de substrato para a produção de mudas, o que o torna o principal insumo utilizado no processo e, muitas vezes, o principal custo durante a produção. A escolha adequada deste insumo varia principalmente de acordo com a cultura a qual se produzirá, pois existem diversas formulações disponíveis no mercado (Oliveira *et al.*, 2017; Vallone *et al.*, 2010). A composição dos materiais comerciais varia, sendo utilizados materiais orgânicos, como turfa, casca de pinus ou casca de arroz carbonizada, e, como fonte inorgânica, materiais como areia, lã de rocha, perlita ou ainda espuma fenólica, podendo esses diferentes materiais serem encontrados em composições ou isoladamente (Carrijo, Liz e Makishima., 2002).

Os diferentes materiais e composições fornecem uma grande variação de atributos, que são essenciais na formulação deste composto e na sustentação e desenvolvimento das culturas. Parâmetros como estrutura, retenção de água, porosidade, sanidade e ausência de substâncias tóxicas são fatores determinantes para um bom substrato (Caldeira *et al.*, 2013). Jorge *et al.* (2020) descrevem as características desejáveis em um substrato, dividindo-as em parâmetros físicos e químicos, sendo os físicos a densidade volumétrica, a porosidade e a capacidade de retenção de água; e, como químicos, o potencial hidrogênio-iônico, a condutividade elétrica, o teor de nutrientes e a relação

carbono/nitrogênio do composto.

Parâmetros inadequados levam à redução do desenvolvimento das mudas, dificultam o manejo e podem ainda acarretar o aumento do tempo necessário para que as mudas possam ser transferidas para o campo. Compostos com baixa densidade reduzem o poder de fixação das raízes, enquanto densidades muito elevadas dificultam o manejo das mudas devido ao peso dos recipientes. No que se refere à capacidade de retenção de água, há interferência direta no manejo da rega e na incidência de patógenos. O pH está diretamente ligado à disponibilidade de nutrientes às plântulas, sendo adequado que o valor esteja entre 5,5 e 6 para que haja a disponibilidade adequada de nutrientes às plântulas (Jorge *et al.*, 2020; Kawahata, Castilho e Alves., 2012; Reinert e Reichert., 2006).

Quanto à disponibilidade natural de nutrientes de um substrato, a mesma tem ligação direta com o manejo da adubação e o desenvolvimento geral das plântulas. Esse valor varia de acordo com o material utilizado para compor o substrato. Materiais com menor disponibilidade de nutrientes, como a fibra de coco, necessitam de complementação nutricional; em contrapartida, compostos orgânicos elaborados com produtos de qualidade e de forma adequada podem conter todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plântulas até o momento do transplântio. Ainda assim, é válido ressaltar que esses nutrientes devem ser disponibilizados de forma gradual (Jorge *et al.*, 2020).

Devido ao elevado custo de aquisição desses materiais comerciais e à escassez de recursos naturais, como a turfa, torna-se crescente a procura por compostos alternativos. Contudo, a utilização desses materiais está diretamente relacionada à disponibilidade e acessibilidade de materiais na região (Carrijo *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2016). Os materiais utilizados podem ter diversas origens, podendo ser de origem animal, como, por exemplo, os estercos e húmus, ou vegetal, sendo oriundos de tortas, bagaços, xaxim e serragem (Lin, Holcomb e Lynch, 1996). Kratz *et al.*, (2013) ainda destacam que as propriedades dos materiais utilizados são variáveis em função de sua origem, método de produção e proporções de seus componentes.

Para a obtenção de um composto estável, o uso de um único material torna-se inviável, pois este dificilmente conseguirá atender a todas as necessidades de uma cultura, podendo gerar prejuízos no desenvolvimento das plântulas. Atualmente, os compostos alternativos mais comumente utilizados em composições são o húmus de minhoca e o esterco bovino, devido à grande disponibilidade natural de nutrientes, fácil obtenção e baixo custo de aquisição. Nesse âmbito, os restos vegetais surgem com a função de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do composto (Gonçalves *et al.*, 2016).

Assim, há necessidade de avaliar possíveis novos substratos em diferentes regiões do país e disponibilizar tais recursos para a produção dessa base agrícola se mostra fundamental, pois, além de

ser uma forma alternativa de redução de custos, possibilita o destino adequado de diversos materiais que possivelmente seriam descartados ou acumulados em indústrias (Farias *et al.*, 2012).

Para aferir a viabilidade e o desenvolvimento das mudas nesses diferentes substratos, são utilizados testes como o índice IQD, ou Índice de Qualidade de Dickson (Dickson, Leaf e Hosner, 1960), sendo este constituído de bases de dados morfológicos coletados durante o período de desenvolvimento das plântulas. Segundo Azevedo *et al.* (2010), o Índice de Dickson é um bom indicador de desenvolvimento e qualidade das mudas, pois sua fórmula considera o equilíbrio de biomassa das plântulas e abrange diversas variáveis empregadas na avaliação de mudas, como altura e diâmetro de caule (Medeiros *et al.*, 2018).

Outro parâmetro empregado na avaliação de mudas é o índice de velocidade de germinação, proposto por Maguire em 1962. A fórmula avalia a velocidade de emergência de plântulas, utilizando os parâmetros de plantas normais emergidas e o número de dias decorridos até a data da coleta dos dados (Maguire., 1963).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda experimental UMFG, localizada no município de Cianorte, região noroeste do estado do Paraná, Brasil. Podendo ser localizada sob coordenadas geográficas 23°34'57.38"S e 52°38'30.76"O. Utilizando delineamento em blocos casualizados, e guiados sob 11 tratamentos e 4 repetições. Sendo os tratamentos em proporção volumétrica: T1, 50% solo e 50% de esterco bovino curtido; T2, 50% solo e 50% de folhas trituradas; T3 50% solo e 50% de húmus de minhoca; T4, 50% solo e 50% de fibra de coco; T5, 50% solo e 50% de cinzas de madeira; T6, 75% de solo e 25% de esterco bovino curtido; T7, 75% de solo e 25% de folha triturada; T8, 75% de solo e 25% de húmus de minhoca; T9, 75% de solo e 25% de fibra de coco; T10, 75% de solo e 25% de cinza de madeira e T11, 100% de solo, sendo este a testemunha.

O trabalho foi conduzido em ambiente protegido (casa de vegetação), coberto com plástico filme leitoso e sombrite de 70%. Para acomodar as mudas, foram utilizadas bandejas de 128 células da marca Nutriplan®. Conforme as medidas disponibilizadas pela empresa, as bandejas medem 53,5 centímetros de comprimento, 27 centímetros de largura e 5 centímetros de altura. Suas células possuem formato arredondado, com 3 centímetros de diâmetro superior, 0,8 centímetro de fundo e 5 centímetros de altura, totalizando um volume de 2,88 litros por bandeja.

Para a composição dos substratos, foram utilizados esterco bovino curtido, folhas trituradas, húmus de minhoca, fibra de coco e cinzas de madeira. Os materiais foram processados separadamente

e misturados ao solo nas proporções volumétricas de 25% de composto com 75% de terra e 50% de composto com 50% de terra.

Os produtos têm diferentes origens, sendo o húmus, fibra de coco e esterco bovino foram obtidos comercialmente, enquanto a cinzas, as folhas e o solo foram provenientes de propriedades locais. Todos os materiais foram submetidos a diferentes processos de preparo.

Para o composto à base de folhas, foram utilizadas folhas secas de canela verdadeira (*Cinnamomum verum*) coletadas no solo. Todo o material coletado foi separado de impurezas como galhos e posteriormente triturado com auxílio de um triturador elétrico da marca Tramontina, modelo TRE25, com peneira de 10 milímetros.

O esterco bovino curtido, o húmus de minhoca, a fibra de coco, as cinzas de madeira e o solo foram peneirados, utilizando peneira de malha 10 para as cinzas e peneira de malha 6 para os demais materiais.

Quanto ao solo utilizado, este foi submetido à análise química em laboratório (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros obtidos na análise química do solo em laboratório, seguido das quantidades e unidades de medida dos respectivos parâmetros avaliados.

Parâmetro	Unidade	Resultado
Alumínio (KCL)	cmol/dm ³	0,0
Hidrogênio	cmol/dm ³	2,11
PH em CaCl ₂	CaCl ₂	5,50
Cálcio (KCL)	cmol/dm ³	2,86
Fósforo (Mehlich-1)	Mg/dm ³	30,26
Magnésio (KCL)	cmol/dm ³	0,76
Matéria orgânica	%	1,32
Potássio (Mehlich-1)	cmol/dm ³	0,19
Saturação por bases	%	64,33
Soma de bases	cmol/dm ³	3,81
Capacidade de troca catiônica	cmol/dm ³	5,93

Fonte: Laboratório Rural de Maringá., 2025.

Todo o processamento do material e a mistura ocorreram no dia 26 de julho de 2025, quando os diferentes materiais foram misturados separadamente de acordo com a quantidade requerida para cada tratamento. Para isso, foram utilizados cinco baldes plásticos graduados em litros e um béquer plástico de 250 mililitros.

O plantio ocorreu no mesmo dia, utilizando sementes de alface crespa da variedade Letícia, da marca Seminis, que apresenta 90% de germinação, 99,9% de pureza e sementes peletizadas tratadas quimicamente com Thiram a 0,01%. Foram depositadas duas sementes por célula, a cerca de 0,6 centímetro de profundidade, com auxílio de uma pinça. Posteriormente, as sementes foram cobertas com o composto e irrigadas manualmente com um regador plástico.

As avaliações foram realizadas em dois momentos distintos do experimento: uma durante a condução, onde foi avaliado o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) por meio da fórmula proposta por Maguire (1962) e Edmond e Drapala (1958):

$$IVE = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Em que IVE = Índice de velocidade de emergência; G1, G2 e Gn é o número de sementes que emergiram e N1, N2 e Nn são o número de dias do semeio até o dia das contagens.

E 30 dias após semeio, quando as plantas foram levadas a laboratório, sendo submetidas a análises de massa fresca da parte aérea, massa frescas das raízes, altura das plântulas, número de folhas, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e massa seca das raízes. Posteriormente, os dados obtidos foram submetidos ao cálculo de IQD, fórmula proposta por Dickson, Leaf e Hosner (1960):

$$IQD = \frac{MST}{(AP + MSPA)/(DC + MSR)}$$

Em que IQD= Índice de desenvolvimento de Dickson, MST= massa seca total em gramas, AP= altura de plantas em centímetros, DC = diâmetro do colo em centímetros, MSPA = massa seca da parte aérea e MSR = massa seca da raiz.

A coleta de dados teve início 4 dias após a semeadura, quando foi possível observar a emergência das plântulas. Como parâmetro para a contagem, foram consideradas todas aquelas plântulas cujos cotilédones não estavam mais em contato com o solo. As contagens ocorreram manualmente de 2 em 2 dias. O raleio ocorreu 17 dias após a semeadura, mantendo-se uma única planta por célula.

30 dias após a semeadura, as plântulas foram submetidas às avaliações em laboratório, sendo retiradas das bandejas e lavadas com água corrente para remoção das partículas de solo das raízes. Em seguida, realizaram-se as avaliações de massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, altura e diâmetro do colo, utilizando balanças de precisão da marca Marte, modelo AD500, e paquímetros.

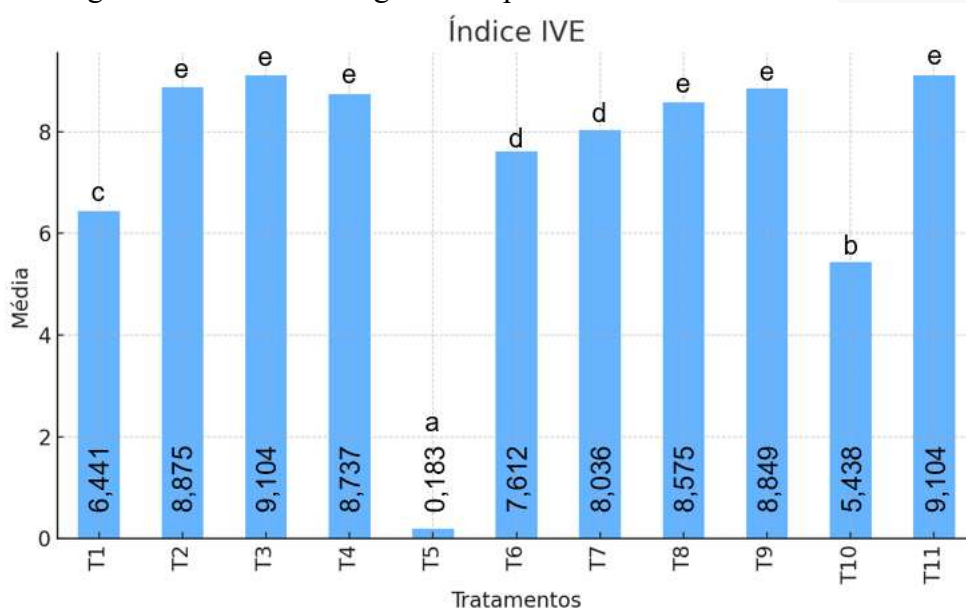
Posteriormente, as plântulas foram submetidas à estufa de secagem a 70°C por 24 horas, e então avaliados os parâmetros de massa seca da raiz e massa seca da parte aérea com a mesma balança de precisão.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) através do sistema SISVAR e comparados pelo teste de Scott-Knott (1974) 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto ao índice de emergência de plântulas, observou-se diferença estatística significativa entre os tratamentos. Os tratamentos T11, T3, T2, T9, T4 e T8 apresentaram médias semelhantes, não diferindo estatisticamente entre si, seguidos pelos tratamentos T7 e T6. Os tratamentos T1, T10 e T5 apresentaram os menores valores para o índice, tendo T5 o pior desempenho entre todos (Figura 1).

Figura 1. Índice de emergência de plantas nos diferentes substratos.



Fonte: Autor, 2025.

O aumento do índice de germinação quando utilizada uma maior dose de húmus se deve a capacidade do húmus de propiciar maior densidade e maior presença de macro poros a composição do substrato, o que promove maior retenção de água ao composto (Steffen *et al.*, 2010). Quanto aos valores de germinação obtidos na testemunha, possivelmente se devem a menor dificuldade das sementes em romper a camada de solo para emergir (Lucena *et al.*, 2004)

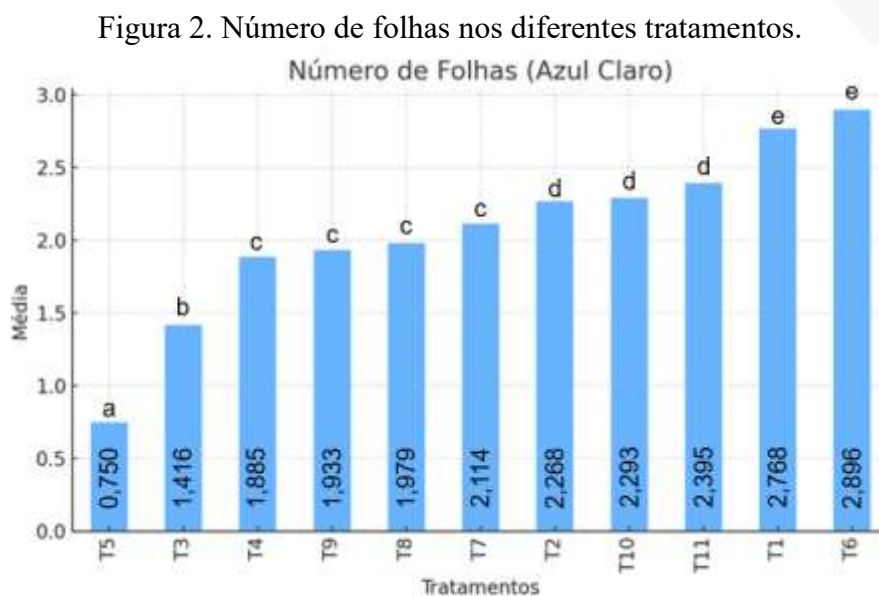
Os resultados obtidos corroboram com resultados encontrados por Lucena *et al.*, (2004), onde trabalhando com os efeitos de diferentes concentrações de substratos orgânicos na germinação de

sementes florestais, obteve resultados similares quando utilizou proporções de 50% de solo arenoso + 50% de húmus e quando utilizado somente solos arenosos como substrato.

Em relação ao baixo índice de emergência de plântulas nos tratamentos com cinza, Rezende *et al.* (2021) relataram resultados semelhantes ao avaliarem diferentes concentrações desse material na produção de mudas de pimentão, onde observaram que o aumento da proporção de cinza na composição do substrato reduz a porcentagem de germinação e o desenvolvimento das mudas.

Esse efeito negativo está associado às características físico-químicas da cinza, que apresenta elevado valor de pH, normalmente próximo a 12, o que eleva o pH do substrato a níveis inadequados à germinação. Outro fator limitante é o selamento superficial, provocado pelas partículas finas da cinza, que obstruem os poros do solo e reduzem a oxigenação, além de sua baixa capacidade de retenção de água (Rezende *et al.*, 2021; Terra *et al.*, 2014). É possível observar que estas características relacionadas as cinzas não tiveram interferência apenas na germinação das sementes, mas em todas as variáveis analisadas no presente trabalho, causando um impacto negativo quando comparado com os demais tratamentos.

Com relação a variável número de folhas, observou-se diferença estatística entre os diferentes tratamentos, com destaque aos substratos a base de esterco bovino T6 e T1 que atingiram respectivamente 2,89 e 2,76 folhas por planta em média, tendo estes os melhores resultados, seguidos de T11, T10 e T2. Os menores valores foram encontrados nos substratos T5 e T3 (figura 2).



Fonte: Autor, 2025

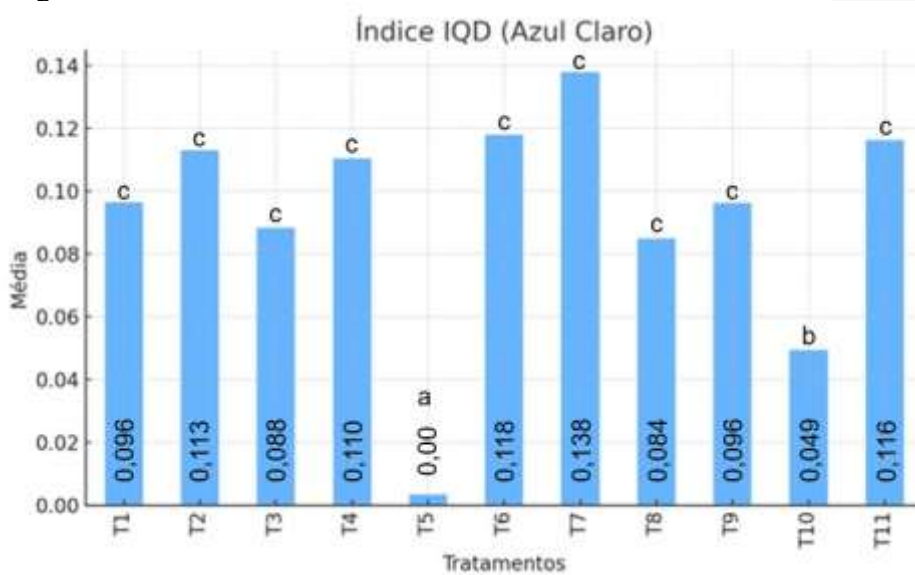
Para os valores encontrados em T1 e T6, Cunha *et al.* (2014) obtiveram resultados semelhantes quando utilizaram esterco bovino em diferentes combinações para a produção de mudas de alface e

couve em sistema orgânico, onde o esterco bovino *in natura* e em composições se destacaram dos demais tratamentos com relação ao número de folhas das mudas. Os autores atribuem estes resultados a capacidade de retenção de água e disponibilidade de nutrientes dos compostos orgânicos como o esterco bovino.

Com relação ao baixo desenvolvimento das plantulas nas cinzas, provavelmente isso se deve ao elevado potencial de correção da cinza, o que promove a elevação do pH do solo a níveis inadequados, influenciando negativamente no desenvolvimento das plantulas em ambas as variáveis analisadas (Terra *et al.*, 2014; Rezende *et al.*, 2021).

Em relação ao índice de desenvolvimento de Dickson (IQD), o tratamento T7 apresentou o melhor resultado; contudo, de acordo com a ANOVA, não diferiu estatisticamente de T1, T2, T3, T4, T6, T8 e T11. Para os tratamentos compostos por cinzas apresentaram os menores valores, embora tenham diferido entre si (Figura 3).

Figura 3. Índice de desenvolvimento Dickson nos diferentes substratos.



Fonte: Autor, 2025

O maior valor encontrado no substrato composto com 25% de folha deve-se à baixa densidade do composto, à alta porosidade e à boa capacidade de retenção de água. Tais variáveis promovem melhores características físicas ao solo e permitem um melhor desenvolvimento das raízes nesse tipo de substrato (Cañizares *et al.*, 2002; Klougart., 1983). Essa interação pode ser observada nas variáveis massa fresca, massa seca e comprimento das raízes do mesmo tratamento (Figuras 5, 6 e 7).

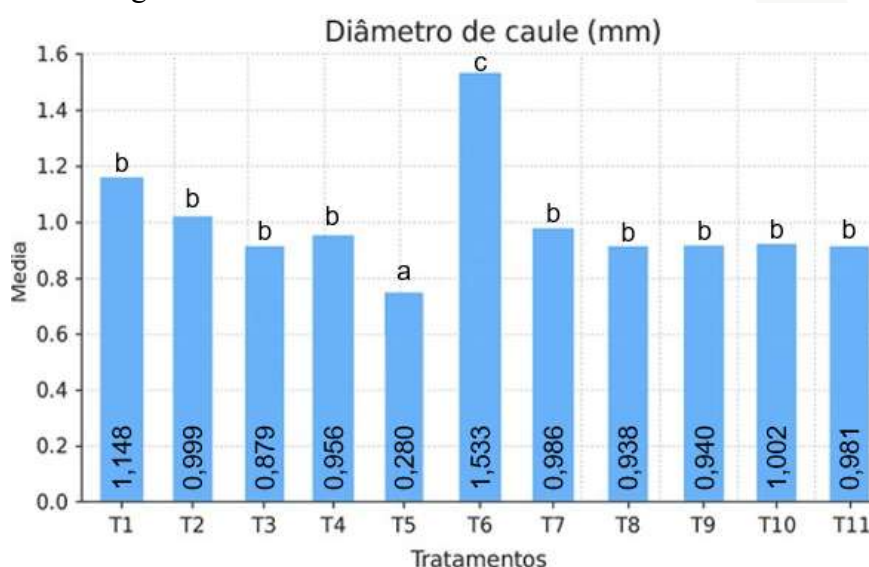
Para o valor observado em T6, Silva *et al.* (2020) encontraram resultado semelhante em seu estudo, que avaliou a germinação e o desenvolvimento de mudas de alface em diferentes substratos

alternativos. Ao analisar o índice de desenvolvimento de Dickson das plântulas cultivadas em esterco bovino curtido, obtiveram o valor de 0,12.

Para T4 e T9, é possível observar uma redução do índice conforme se reduziu a quantidade de material no substrato. Klein (2015) destaca que substratos compostos com pelo menos 50% de sua composição, apresentam melhores resultados de características físico-químicas, como boa aeração e retenção de água.

Com relação à variável diâmetro do caule, o tratamento T6 apresentou o melhor desempenho, diferenciando-se estatisticamente dos demais. Em seguida, os tratamentos T1, T10, T2, T7, T11, T4, T9, T8 e T3 apresentaram resultados muito semelhantes, não havendo diferença estatística entre eles (Figura 4).

Figura 4. Diâmetro de caule dos diferentes tratamentos.



Fonte: autor, 2025.

Com relação aos valores encontrados em T1 e T6, Pôrto *et al.* (2020) encontraram resultados superiores a 3 mm para ambas as proporções quando avaliaram diferentes composições de esterco bovino e solo.

Com relação à variável comprimento de plantas, observou-se grande variação no comprimento da parte aérea e das raízes entre os diferentes substratos (Figura 5), sendo que alguns favoreceram o melhor desenvolvimento radicular, enquanto outros proporcionaram condições mais adequadas ao crescimento da parte aérea.

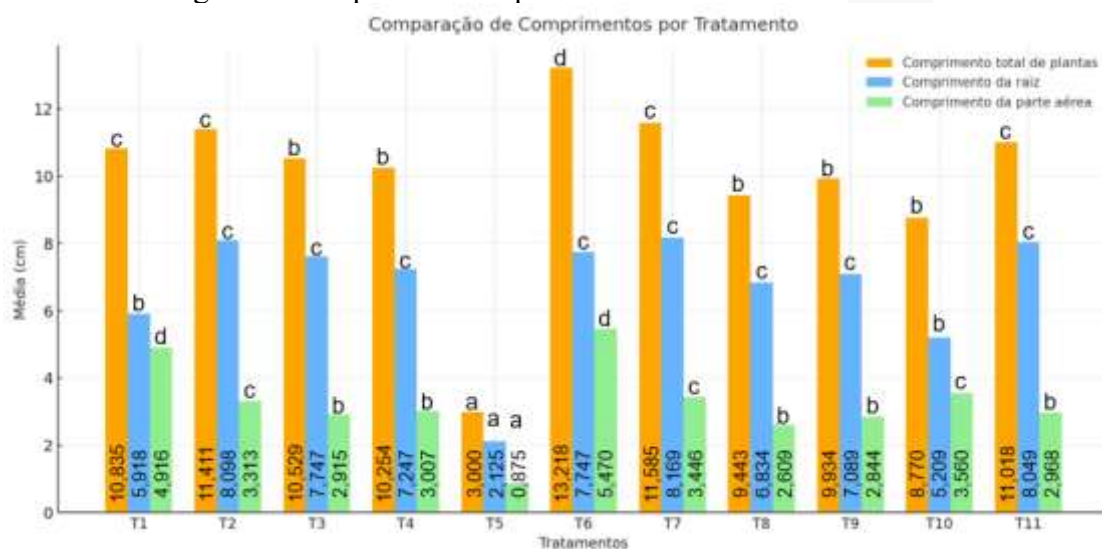
Para a variável comprimento de raízes, o tratamento T6 apresentou o maior valor, contudo, não diferiu estatisticamente dos tratamentos T2, T11, T3, T4, T9 e T8. Já os tratamentos T1 e T10

apresentaram valores semelhantes entre si, sem diferença estatística (Figura 5).

No que se refere ao comprimento da parte aérea, os tratamentos T6 e T1 se destacaram com os maiores valores, não havendo diferença estatística entre eles. Em seguida, os tratamentos T10, T7 e T4 apresentaram resultados semelhantes, também sem diferenças significativas. Os tratamentos T4, T11, T3, T9 e T8 aparecem logo depois, igualmente sem diferença estatística entre si (Figura 5).

Considerando o comprimento total, o tratamento T6 apresentou destaque em relação aos demais, diferindo estatisticamente dos outros tratamentos, seguido por T7, T2, T11 e T1 (Figura 5).

Figura 5. Comprimento de plantas nos diferentes tratamentos.



Fonte: autor, 2025.

Com relação aos resultados obtidos em T1 e T6, estes contrariam os resultados obtidos por Pôrto *et al.* (2020), onde em seus estudos com diferentes concentrações de esterco bovino e solo, observaram as melhores médias de altura de plantas utilizando composto com 50% de esterco em sua composição. Entretanto, os autores destacam que o material possui grande variação de sua composição, o que possivelmente acarretou as diferenças encontradas.

Para a variável massa fresca, observou-se diferença estatística entre os tratamentos. No que se refere à massa fresca das raízes, o tratamento T1 apresentou o melhor resultado; contudo, não diferiu estatisticamente dos tratamentos T2, T6, T7, T11 e T4. Em seguida, os tratamentos T9, T8, T3, T5 e T10 não apresentaram diferença estatística entre si.

Com relação à massa fresca da parte aérea, o tratamento T7 obteve a melhor média, diferenciando-se dos demais. Em seguida, aparecem os tratamentos T1, T8 e T6, que não apresentaram diferença estatística entre si (Figura 6).

Para a massa fresca total, o tratamento T7 se destacou, porém não diferiu estatisticamente dos

tratamentos T1, T6 e T8. Em sequência, aparecem os tratamentos T2, T4 e T11, que não se diferiram entre si, seguidos de T9, T3 e T10, que também não apresentaram diferença estatística (Figura 6).

Figura 6. Valores de massa fresca nos diferentes tratamentos.



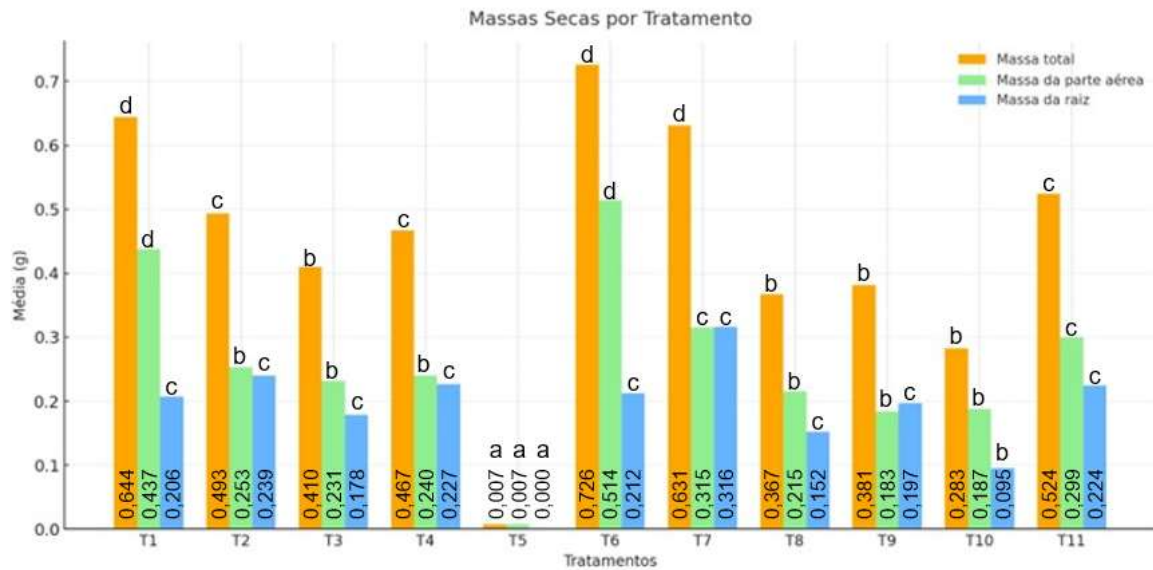
Fonte: Autor, 2025.

Para os valores encontrados em T7, Andreani Junior (2011) encontrou resultados semelhantes, quando observou um aumento expressivo em teores de massa fresca ao utilizar palhada de gramíneas na composição de substratos. Tais valores também corroboram com os obtidos por Leal *et al.* (2007), ao trabalharem com resíduos de Crotalaria Júncea e capim Napier na composição de substratos, obtiveram um aumento significativo dos valores de massa fresca em plântulas de alface, tomate e beterraba.

Com relação a variável massa seca, foi possível observar grandes variações, principalmente com relação a variável massa seca da parte aérea e massa seca total. Para a variável massa seca das raízes, os tratamentos T7, T2, T4, T11, T6, T1, T9, T3 e T8 não se diferiram entre si. Em seguida se observa T10 e por fim T5, com os menores valores. Para a variável massa seca da parte aérea, T6 e T1 se diferem dos demais resultados, apresentando os maiores valores. Em seguida T7 e T11 não apresentam diferença significativa entre eles, seguidos de T2, T4, T3, T8, T10 e T9, que não se diferenciam entre eles e por fim, T5 (figura7).

Referente a variável massa seca total, T6, T1 e T7 apresentaram valores muito similares, não diferindo entre eles; T11, T2 e T4 aparecem logo em seguida, e não se diferem entre eles, seguidos de T3, T9, T8 e T10 (figura7).

Figura 7. Valores de massa seca nos diferentes tratamentos.



Fonte: autor, 2025.

Para os valores encontrados em T3 e T8 Menezes Júnior *et al.* (2000) encontraram resultados semelhantes com relação a massa seca da parte aérea, ao testar diferentes proporções de húmus, turfa e solo. Contudo, há uma contradição com relação a massa seca das raízes, onde os autores obtiveram valores inferiores. Para os tratamentos T1 e T6, Pôrto *et al.* (2020) encontraram resultados diferentes quanto a massa seca da parte aérea e das raízes quando em seu trabalho, avaliaram o efeito de diferentes proporções de esterco bovino e solo no desenvolvimento de mudas de alface.

Para T5 e T10, Rezende *et al.* (2021) encontraram resultados semelhantes em aspectos de massa seca das raízes, massa seca da parte aérea e massa seca total avaliando o uso de cinza de madeira e solo em diferentes proporções.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram a viabilidade do uso de resíduos locais como substrato para propagação de plantas. Os melhores resultados para o índice de emergência foram encontrados em T11 - testemunha, T3 - 50% Húmus + 50% de solo e T2 - 50% de folha triturada + 50% de solo.

Para comprimento total de plantas, comprimento da parte aérea, diâmetro de caule, número de folhas, massa seca total e massa seca da parte aérea os melhores valores foram encontrados em T6 - substrato composto por 25% de esterco bovino curtido + 75% de solo.

Para as variáveis Comprimento da raiz, massa fresca total, massa fresca da parte aérea, massa seca da raiz, e índice de qualidade dickson, os melhores valores foram encontrados em T7 - substrato

composto por 25% folha triturada + 75% de solo.

Para massa fresca das raízes, os melhores valores foram alcançados em T1 - substrato composto de 50% esterco bovino curtido + 50% de solo. Tais resultados se encontram em concordância com outros trabalhos científicos que também observaram a viabilidade de uso de diferentes materiais alternativos para compor substratos.

O presente trabalho trás contribuições valiosas para o avanço do conhecimento sobre materiais renováveis e sua viabilidade de uso para compor substratos de baixo custo, contribuindo assim para melhoria da qualidade de mudas e melhoria na produtividade a campo, assim, favorecendo pequenos produtores.

Por fim, ainda se destaca a importância de estudos a respeito da utilização de diferentes materiais renováveis e sua viabilidade de uso na agricultura.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha mais sincera gratidão a meus pais, Debora Rubia Cava Bordini e Nelithon Alexandre Bordini por todo o apoio, incentivo e orientação ao longo de toda esta caminhada.

Agradeço aos meus colegas de classe por todos os anos de convivência e experiência compartilhada, principalmente aos meus amigos, João Vitor, Renan, Alexandre e Jean por todo o apoio nesta jornada.

Sou extremamente grato a toda a equipe da Faculdade UMFG, em específico aos professores por toda a dedicação e apoio. Um agradecimento em especial a minha orientadora, Profa. Dra. Mirian Cristina Maretti, ao Prof. Dr. André Ribeiro da Costa e ao professor e coordenador Dr. Rogério Lavanholi.

REFERÊNCIAS

ANDREANI JUNIOR, Roberto *et al*, Diferentes Compostos Orgânicos como Substratos para Produção de Muda de Tomate. **Pesquisa em Foco**. v. 19, n.1, p. 42-52, 2011. Disponível em: <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/372/631> Acesso em: 5 nov. 2025.

AZEVEDO, Isabel Maria Gonçalves de *et al*, Estudo do Crescimento e Qualidade de Muda de Marupá (Simarouba amara Aubl.) em Viveiro. **ACTA Amazonica**, Manaus. v. 40, n. 1, p. 157-164, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aa/a/Kk4C87Ljwwh5bQB6PWXfTNx/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em:

4 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 12.890 de 10 de dezembro de 2013, que altera a Lei nº 6.984 de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 dez. 2013. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/lei-6894-de-16-12-80-alterada-pela-lei-12890-2013.pdf>> Acesso em: 4 out. 2025.

CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler *et al*, Substratos Alternativos na Produção de Mudanças de *Chamaecrista Desvauxii*, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.31-39, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/Ghc5JWBQ77ZwfZhtNcyPjZS/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 5 out. 2025.

CAMPANHARO, Marcela *et al*, Características Físicas de Diferentes Substratos para Produção de Mudanças de Tomateiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 9, p. 140-145, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/download/33/31>> Acesso em 11 out. 2025.

CAÑIZARES, Kathia A. L. *et al*. Desenvolvimento de mudas de pepino em diferentes substratos com e sem uso de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 227-229, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/MLJPpRGwfYGxyt6ZqYnCtkj/?lang=pt#>> Acesso em: 6 nov. 2025.

CARRIJO, Osmar Alves.; LIZ, Ronaldo Setti de.; MAKISHIMA, Nozomu. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/PQsvvcv3dgWRHGTyD9qsFML/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em 11 out. 2025.

CARRIJO, Osmar Alves *et al*, Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.05-09, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/FhBgfh9WwhHhdxs3MtKvFmp/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 5 out.

Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim Hortigranjeiro, **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília, v.11, n.4, p. 1-59, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/hortigranjeiros-prohort/boletim-hortigranjeiro/boletins-hortigranjeiros-2025/boletim-hortigranjeiro-agosto-2025.pdf>> Acesso em 11 out. 2025.

CUNHA, Camila *et al*. Substratos alternativos para produção de mudas de alface e couve em sistema orgânico. **Scientia Plena**, v. 10, n. 11, p. 1-9, 2014. Disponível em <<https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/2040/1073>> Acesso em: 6 nov. 2025.

DIKSION, Alexander.; LEAF, Albert L.; HOSNER, John F. Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seedling Stock in Nurserie, **The Forest Chronicle**, West Mattawa, v. 36, n.1, p. 10-13, 1960. Disponível em: <<https://pubs.cif-ifc.org/doi/epdf/10.5558/tfc36010-1>> Acesso

em 3 ago. 2025.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*, v. 71, n. 2, p. 428-434, 1958. Disponível em: <<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19590300557>> Acesso em: 03 ago. 2025.

FARIAS, Wagner César de *et al*, Caracterização Física de Substratos alternativos para Produção de Mudas, *Mossoró*, V. 8, n. 3, p. 01-06, 2012. Disponível em: <<https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/187/pdf>> Acesso em 11 out. 2025.

FREITAS, Gilson Araújo de *et al*, Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos, **Revista Ciência Agronômica**, Gurupi, v. 44, n. 1, p. 159-166, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rca/a/d8CdH3LpKCt47Ssn5fdSMJK/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 5 out.

GUIMARÃES, Vandeir Francisco.; ECHER, Márcia M.; MINAMI, Keigo. Métodos de Produção de Mudas, Distribuição de Matéria Seca e Produtividade de Plantas Beterraba, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p. 505-509, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/YCXgzJwZSZCf4RSmMDfVxNB/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 4 out. 2025.

GONÇALVES, Fabrício Custódio de Moura *et al*, Germinação e Desenvolvimento de Mudas de Pimentão Cubanelle em Diferentes Substratos, **Revista Mirante**, Anápolis, v. 9, n. 1, p. 35-45, 2016. Disponível em: <<https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/5148/3436>> Acesso em 11 out. 2025.

JORGE, Marçal Henrique Amici *et al*. Informações Técnicas Sobre Substratos Utilizados na Produção de Mudas de Hortaliças, **Embrapa Hortaliças**, Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1125796/1/DOC-180-18-set-2020.pdf>> Acesso em 11 out. 2025.

KLEIN, Claudia. Utilização de Substratos Alternativos para Produção de Mudas, **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, p. 43-63, 2015. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/rber/article/download/40742/26662>> Acesso em 9 nov. 2025.

KLOUGART, Asger. Substrates and Nutrient Flow. **Acta horticulturae**, v. 150, p. 297-313, 1983. Disponível em: < https://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=205_2> Acesso em: 9 nov. 2025.

KRATZ, Dagma *et al*, Propriedades Físicas e Químicas de Substratos Renováveis, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.6, p.1103-1113, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/PXvdVBSqTbBfF5ChjpJq5SB/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em 11 out. 2025.

LEAL, Marco Antônio *et al*. Utilização de Compostos Orgânicos como Substratos na Produção de Mudas de Hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 392-395, 2007. Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/629551/1/Utilizacaodecompostosorganico scomosubstratosnaproducao.pdf>> Acesso em 10 nov. 2025.

LIN, Yuan-ling P.; HOLCOMB, E. Jay.; LYNCH, Jonathan P. Marigold Growth and Phosphorus Leaching in a Soilless Medium Amended with Phosphorus-charged Alumina, **HortScience**, v. 31, n. 1, p. 94-98, 1996. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/downloadpdf/view/journals/hortsci/31/1/article-p94.pdf>> Acesso em: 5 out. 2025.

LIZ, Ronaldo Setti de.; CARRIJO, Osmar Alves. **Substratos para a Produção de Mudanças e Cultivo de Hortaliças**. Brasília, Embrapa, 2008. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/781301/1/CNPHSUBST.PARAPR OD.DEMUDASECULT.DEHORT.08.pdf>> Acesso em 11 out. 2025.

LUCENA, Amanda Micheline Amador *et al.* Germinação de essências florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n.2, p. 1-8, 2004. Disponível em <<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.redalyc.org/pdf/500/50040202.pdf&ved=2ahUKEwjBss2o1eeQAxWZO7kGHUA2CRsQFnoECBkQAQ&us g=AOvVaw0EMmfAvzsMKMVSjWD6mBtg>> Acesso em: 9 nov. 2025.

MAGUIRE, James D. Speed of Germination-Aid in Selection-aid Evaluation for Seedling Emergence and Vigor, **Crop Science**, 2, 176-177, 1962. Disponível em: <<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>> acesso em 3 ago. 2025.

MEDEIROS, Maria do Bom Conselho Lacerda *et al.* Índice de Qualidade de Dickson e Característica Morfológica de Mudanças de Pepino, Produzidas em Diferentes Substratos Alternativos. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 159-173, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/5124/4987>> Acesso em 11 out. 2025.

MENEZES JÚNIOR, Francisco Olmar G *et al.* Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudanças de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 164-170, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/5Sg8qq6mngPMj3kkLNhZDGR/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 10 nov. 2025.

NASCIMENTO, Warley Marcos.; PEREIRA, Ricardo Borges. **Produção de Mudanças de Hortaliças**. Embrapa, Brasília, 2016. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1050963/1/Producao-de-Mudanças-de-Hortalicas.pdf>> Acesso em 11 out. 2025.

OLIVEIRA, Francisco A *et al.* Substrato e Bioestimulante na Produção de Mudanças de Maxixeiro, **Horticultura Brasileira**, Mossoró, v. 35, n.1, p. 141-147, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/Hyrx4kCyb4Qfm4bw5S6Dd7f/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em 5 out. 2025.

PAGLIARINI, Maximiliano Kawahata.; CASTILHO, Regina Maria Monteiro de.; ALVES, Marlene Cristina. Caracterização Físico-Química de Misturas de Componentes de Substrato com

Resíduo de Celulose Para Fins de Produção de Mudanças, **Revista Brasileira de Agroecologia**, Ilha Solteira, v. 7, n.2, p. 160-169, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/view/49346/37462>> Acesso em 11 out. 2025.

PORTO, Mônica Lima Alves *et al.* Produção de Mudanças de Alface em Substratos com Concentrações Crescentes de Esterco Bovino. **Extensão Rural em Foco: Apoio à Agricultura Familiar, Empreendedorismo e Inovação**, v. 2, n. 20, p. 158-162, 2020. Disponível em: <<https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/producao-de-mudas-de-alface-em-substratos-com-concentracoes-crescentes-de-esterco-bovino>> Acesso em: 9 nov. 2025.

REINERT, Dalvan José.; Reichert, José Miguel. Propriedades Físicas do Solo. Santa Maria: UFSM, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jose-Miguel-Reichert/publication/337498761_Reinert_Reichert_-_Propriedades_fisicas_do_solo/links/5ddc27ce92851c1fedb1cc7c/Reinert-Reichert-Propriedades-fisicas-do-solo?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19> Acesso em 11 out. 2025.

REZENDE, Jefrejan Souza *et al.* Uso da Cinza Vegetal na Germinação e Produção de Mudanças de Pimentão, **Ciência Agrícola**, v. 19, n. 2, p. 85-93, 2021. Disponível em <<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/download/11786/9064&ved=2ahUKEwiE0eHE1-eQAxUEGrkGHQDPE8cQFnoECBwQAQ&usg=AOvVaw2viQCoZrt6TxY6p48NIGVn>> Acesso em 9 nov. 2025.

SANTOS, Antônio Carlos Martins dos *et al.* Produção de mudanças de tomateiro cv. Drica sob substratos alternativos, **Agropecuária Científica no Semiárido**, Gurupi, v.11, n.4, p.01-12, 2015. Disponível em: <<https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/625/pdf>> Acesso em 11 out. 2025.

SENAR Espírito Santo. Olericultura: Brasil produz 5 milhões de toneladas de hortaliças. 2023. Disponível em: Olericultura: <<https://www.senar-es.org.br/comunicacao/noticias/olericultura-brasil-produz-5-milhoes-de-toneladas-de-hortali-14003>> Acesso em 22 de jul.2025.

SILVA, Matheus Holanda da *et al.* Cultivo de alface utilizando substratos alternativos, **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 2, n. 2, p. 819-827, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/4249/2419>> Acesso em: 6 nov. 2025.

SILVA, Lucely Pereira da *et al.*, Toshik Iarley da. Uso de Substratos Alternativos na Produção de Mudanças de Pimenta e Pimentão, **Colloquium Agrariae**, Viçosa, v. 15, n.3, p. 104-115, 2019. Disponível em: <<https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2823/2750>> Acesso em 11 out. 2025.

STEFFEN, Gerusa Pauli Kistet *et al.* Húmus de esterco bovino e casca de arroz carbonizada como substrato para a produção de mudanças de boca-de-leão, **Acta Zoológica Mexicana**, n. 2, p. 345-357. 2010. Disponível em <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S006517372010000500026&script=sci_arttext> Acesso em 10 nov. 2025.

TERRA, Marcelo Alves *et al.* Cinza vegetal na germinação e no desenvolvimento da alface, **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2014. Disponível em <<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/526>> Acesso em 9 nov. 2025.

TERRA, Simone Braga.; BRAZ, Gabriela Martins.; MENDES, Francielly Baroni. Insumos Alternativos para Produção Orgânica de Mudas de Hortaliças. **Ambiência – Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v. 13, n. 2, p. 412-422, 2017. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/download/3989/pdf>> Acesso em 4 out. 2025.

VALLONE, Haroldo Silva *et al.* Diferentes Recipientes e Substratos na Produção de Mudas de Cafeeiros, **Horticultura Brasileira**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 55-60, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cagro/a/s8wmD3P8LvznGjVfjpdckpM/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em 11 out. 2025.

WATTHIER, Maristela *et al.* Húmus de Minhoca e Casca de Arroz Carbonizada como Substrato para Produção de Mudas de Alface, **Brasilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 3, n. 5, p. 2065-2071, 2019. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/3692/3500>> Acesso em 5 out. 2025.