



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

VITOR DANIEL DA COSTA ASSIS

AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS
DE PIMENTÃO

URUÇUÍ

2025

VITOR DANIEL DA COSTA ASSIS

AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
PIMENTÃO

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em Engenharia
Agrônoma do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí.

Orientador: Profº. Drº Marcio Godofredo Rocha
Lobato.

URUÇUÍ-PI

2025

AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTÃO

Vitor Daniel da Costa Assis¹

Profº. Drº Marcio Godofredo Rocha Lobato²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo revisar e analisar os efeitos de diferentes substratos, com ênfase na fibra de coco, na casca de arroz carbonizada e no esterco bovino curtido, na produção de mudas de pimentão. Foram considerados os principais atributos físicos, químicos e biológicos desses materiais, bem como sua contribuição para a sustentabilidade agrícola por meio do aproveitamento de resíduos agroindustriais. Observou-se que a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada apresentam vantagens relacionadas à aeração e à leveza, enquanto o esterco bovino destaca-se pelo aporte nutricional, sendo recomendada a utilização em misturas para equilibrar disponibilidade de nutrientes, porosidade e retenção de água. Conclui-se que a adoção de substratos adequados é essencial para a produção de mudas de alta qualidade, favorecendo a produtividade, a sustentabilidade e a viabilidade econômica da cultura do pimentão.

Palavras-chave: Capsicum annum; substratos alternativos; fibra de coco; casca de arroz carbonizada; esterco bovino.

¹ Graduando(a) em Engenharia Agrônoma. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
v.danicosta@gmail.com

² E-mail. Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas, Doutor em Ciência do Solo, professor do ensino técnico e superior, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI – campus Uruçuí, marcio.lobato@ifpi.edu.br

ABSTRACT

This study aimed to review and analyze the effects of different substrates, with emphasis on coconut fiber, carbonized rice husk and tanned bovine manure, in the production of pepper seedlings. The main physical, chemical and biological attributes of these materials were considered, as well as their contribution to agricultural sustainability through the use of agro-industrial waste. It was observed that coconut fiber and carbonized rice husk have advantages related to aeration and lightness, while cattle manure stands out for its nutritional intake, and it is recommended to use it in mixtures to balance nutrient availability, porosity and water retention. It is concluded that the adoption of adequate substrates is essential for the production of high quality seedlings, favoring the productivity, sustainability and economic viability of the pepper crop. Keywords: *Capsicum annuum*; alternative substrates; coconut fiber; carbonized rice husk; bovine manure.

Tradução do texto original para o inglês.

Keywords: *Capsicum annuum*; alternative substrates; coconut fiber; carbonized rice husk; bovine manure.

Data de aprovação: 14/10/2025

1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica e social no Brasil, cultivada em diversas regiões do país, tanto em sistema convencional quanto protegido (Filgueira, 2013). A obtenção de mudas vigorosas e bem desenvolvidas é uma das principais etapas do sistema produtivo, pois delas depende o desempenho final das plantas no campo de produção (Andriolo, 2000), influenciando diretamente o estabelecimento no campo, o ciclo da cultura e a produtividade final.

Neste contexto, a fase inicial de crescimento das mudas exige atenção especial, sobretudo em relação ao substrato utilizado, que constitui o meio físico e nutricional essencial para o desenvolvimento adequado das plântulas (Kämpf, 2000). Estudar o comportamento do pimentão em diferentes substratos durante a fase inicial é fundamental, pois essa etapa é considerada crítica para a cultura (Minami, 2010). Um substrato inadequado pode comprometer a germinação, o enraizamento e o crescimento inicial das mudas, resultando em plantas debilitadas e baixo rendimento agrícola (Fernandes et al., 2006). Por outro lado, substratos bem equilibrados proporcionam boa aeração, retenção de água e disponibilidade de nutrientes, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento radicular e à absorção eficiente de elementos essenciais (Kämpf, 2000).

Diversos materiais podem ser utilizados como substratos, tanto de origem orgânica quanto inorgânica (Silva et al., 2011). Entre os substratos orgânicos mais utilizados destacam-se o esterco curtido, o composto orgânico, a casca de arroz carbonizada, a fibra de coco e a turfa (Gruszynski, 2001). Já os substratos inorgânicos frequentemente empregados incluem a vermiculita, a perlita e a areia (Kämpf; Fermino, 2000). Cada um desses materiais apresenta características físicas, químicas e biológicas distintas, que influenciam diretamente o crescimento inicial das mudas. Por exemplo, a fibra de coco possui boa retenção hídrica e resistência à decomposição, mas pode apresentar baixa disponibilidade de nutrientes (Ferraz et al., 2005). A vermiculita, por sua vez, tem excelente capacidade de retenção de água e troca catiônica, favorecendo o desenvolvimento radicular (Silva et al., 2011).

As vantagens do uso de substratos alternativos incluem a sustentabilidade, o reaproveitamento de resíduos agroindustriais e a redução de custos, além da possibilidade de adaptação a diferentes condições de cultivo (Kämpf, 2000). No entanto, há também

desvantagens, como a variabilidade na composição dos materiais orgânicos, riscos de contaminação por patógenos e necessidade de correções químicas ou físicas para garantir sua eficiência (Gruszynski, 2001). Portanto, o conhecimento detalhado das características físicas — como porosidade, densidade e retenção de água —, químicas — como pH, condutividade elétrica e capacidade de troca de cátions — e biológicas — como presença de microrganismos benéficos ou patógenos — dos substratos é essencial para a escolha adequada do meio de cultivo (Kämpf; Fermino, 2000).

Dessa forma, este estudo tem como objetivo reunir e analisar na literatura, os diferentes substratos utilizados na produção de mudas pimentão, destacando suas principais características, vantagens e limitações, e a forma como influenciam o desenvolvimento da cultura. O entendimento desses fatores pode contribuir significativamente para o aprimoramento das práticas de produção de mudas, promovendo maior eficiência, qualidade e sustentabilidade na cadeia produtiva do pimentão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Obtenção de mudas de hortaliças com elevado padrão de qualidade

A produção de mudas representa uma etapa crucial na implantação do pimentão, sendo essencial que esse processo comece com o uso de sementes ou mudas certificadas, adaptadas ao clima e ao solo da região de cultivo e com alta resistência a estresses fisiológicos e fitopatológicos (Moraes, 2006). A qualidade, segundo Chitarra e Chitarra (2005), é o conjunto de atributos individuais que conferem diferencial ao produto e determinam sua aceitação no mercado.

Uma muda com aparência excelente não é suficiente — ela deve apresentar vigor e sanidade para garantir sobrevivência e desempenho em campo, o que ajuda a reduzir replantios, tratos culturais e custos de manutenção (Ferreira et al., 2017; Alves et al., 2015). Conforme Sousa et al. (1997), muda é uma estrutura vegetativa, originada por propagação sexuada ou assexuada, produzida para ser plantada com o objetivo de gerar produção. Quando de baixa qualidade, pode prolongar o ciclo fenológico e reduzir a produtividade (Echer et al., 2007).

A obtenção de mudas de excelência envolve diversos fatores como: local de produção, qualidade de semente, substrato, tipo de recipiente, irrigação, manejo nutricional e sombreamento adequado (Andrade et al., 2015; nunes et al., 2007). Para o pimentão, esse

processo é ainda mais decisivo: o uso de mudas qualificadas proporciona maior retorno econômico ao horticultor devido à segurança no processo produtivo e os menores custos de implantação (Silva et al., 2018).

Além disso, Tessarioli Neto (1994) e Minami (1995) ressaltam que a produção de mudas de alta qualidade exige alto nível tecnológico, controles ambientais eficazes e especialização do produtor. Os recipientes e substratos desempenham papel fundamental: o tamanho do recipiente influencia o volume radicular, enquanto o substrato deve ser poroso, ter boa retenção de água, baixa densidade, isento de patógenos e ter custo acessível (Taveira, 1996; Jesus, 1987, Latimer, 1991).

2.2 Aspectos gerais da cultura do pimentão

A família Solanaceae é considerada uma das mais relevantes entre as hortaliças cultivadas no mundo, reunindo aproximadamente 150 gêneros e cerca de 3.000 espécies, das quais em torno de 25 possuem exploração comercial significativa. Entre elas, destacam-se culturas de grande importância como tomate, batata, berinjela e pimentão. Além das espécies cultivadas, o grupo inclui plantas ornamentais, medicinais e daninhas, o que demonstra sua diversidade e ampla distribuição geográfica (Sampaio, 2013; Almeida, 2005).

No interior dessa família, o gênero *Capsicum* L. se sobressai por englobar pimentas e pimentões, com grande variabilidade genética e ampla distribuição natural no continente americano. Apesar disso, apenas cinco espécies possuem valor agrícola expressivo: *Capsicum annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L. e *C. pubescens* Ruiz & Pav. (Ferrão et al., 2011). O Brasil destaca-se como um dos principais centros de diversidade do gênero, com ocorrência em praticamente todos os biomas, o que reforça seu potencial produtivo e a importância para a agricultura nacional (Campos, 2014).

Entre essas espécies, é a mais difundida e cultivada no mundo, reunindo desde variedades doces, utilizadas na produção de páprica, até os pimentões consumidos em larga escala. Essa espécie vem apresentando forte expansão no Brasil, tanto pelo aumento das áreas de cultivo quanto pela crescente demanda do mercado consumidor, o que a coloca entre as hortaliças mais representativas no setor agrícola (carvalho et al., 2006).

O pimentão, em particular, vem ganhando destaque tanto no Brasil quanto em outros países devido à expansão das áreas de cultivo e aos expressivos resultados produtivos alcançados nas últimas décadas. Originário do continente americano, é encontrado naturalmente desde o sul dos Estados Unidos até o norte do Chile, em diferentes formações

vegetais e condições climáticas. Após o descobrimento das Américas, a espécie se espalhou para diversas regiões do planeta, estabelecendo-se também em centros secundários como partes da Europa, África, Ásia e América Latina (Cardozo et al., 2016; Felix et al., 2012; Almeida, 2012).

Botanicamente, trata-se de um subarbusto anual ou bianual, ramificado, com caule lenhoso, ramos eretos e angulosos, folhas simples e inteiras de formato oval-acuminado e coloração verde-escura. Suas flores são hermafroditas, pequenas e brancas, e os frutos, classificados como bagas ocas, podem apresentar diferentes formas (cúbicas ou alongadas) e cores que variam do verde ao amarelo, vermelho ou roxo. Embora seja uma planta predominantemente autógama, pode ocorrer polinização cruzada, resultando em frutos com polpa firme e sementes claras (Felix et al., 2012; Almeida, 2012; Vaz et al., 2007).

Devido à diversidade de formas, cores e sabores, o pimentão ocupa posição de destaque no setor hortícola brasileiro, estando entre as dez hortaliças mais cultivadas. É produzido em praticamente todas as regiões do país, em cerca de 13 mil hectares, gerando aproximadamente 350 mil toneladas anuais e milhares de empregos diretos e indiretos. As maiores áreas produtoras estão nos estados de São Paulo e Minas Gerais, enquanto no Nordeste destacam-se Pernambuco, Paraíba, Ceará e Bahia, responsáveis por mais de um quarto da produção nacional (Cardozo et al., 2016; Suassuna et al., 2016; Sacchi et al., 2003).

A comercialização no Brasil é majoritariamente de frutos verdes, mas o consumo de pimentões coloridos vem crescendo devido a mudanças nos hábitos alimentares e ao maior valor agregado desse produto (Santos et al., 2018). Além de seu uso culinário, a hortaliça possui valor nutricional elevado, sendo rica em vitaminas C e E, minerais e compostos antioxidantes com ação protetora contra doenças crônicas, como certos tipos de câncer e enfermidades cardiovasculares. Também encontra aplicação na indústria alimentícia, farmacêutica e até de produtos de defesa pessoal (Silva et al., 2017; Suassuna et al., 2016; Coêlho et al., 2013).

A espécie adapta-se bem a climas tropicais e temperados, sendo a temperatura um fator determinante para seu desenvolvimento. A germinação das sementes ocorre de forma ideal em torno de 25 °C, e o crescimento vegetativo é favorecido entre 20 °C e 25 °C. Temperaturas muito baixas ou excessivamente elevadas podem comprometer a floração, a frutificação e a qualidade final dos frutos (Silva, 2012).

No Nordeste brasileiro, as condições climáticas permitem o cultivo durante todo o ano. A umidade relativa ideal varia de 50 a 70%, e embora a planta seja relativamente tolerante à acidez, desenvolve-se melhor em solos de textura média, ricos em matéria orgânica, com pH entre 5,5 e 6,8. A cultura é exigente em fertilidade, com destaque para potássio, cálcio e

nitrogênio, e responde de forma significativa à irrigação e adubação adequadas, fatores essenciais para manter altos níveis de produtividade e qualidade (Cardozo et al., 2016; Cantuário, 2012).

2.3 Implantação da cultura do pimentão

O pimentão pertence à família Solanaceae, a mesma do tomate, batata e berinjela, sendo uma hortaliça de grande importância no cenário agrícola brasileiro. Segundo Filgueira (2013), o pimentão apresenta grande diversidade de cultivares e exige cuidados específicos desde a formação das mudas até o transplântio e condução da lavoura.

A fase de implantação da cultura compreende a escolha de sementes de qualidade, a produção das mudas em viveiro protegido e o posterior transplante para o campo ou estufas. Para uma boa formação da planta, é fundamental que a muda seja vigorosa, com bom sistema radicular e caule bem desenvolvido, condições que dependem diretamente da qualidade do substrato utilizado na fase inicial (Kämpf, 2005).

A produção de mudas deve ser realizada em bandejas de poliestireno expandido, com substratos que ofereçam boas condições de aeração, retenção de umidade e capacidade de troca de nutrientes (Carneiro, 1995). O sucesso do cultivo está diretamente relacionado à qualidade da muda transplantada, sendo este um dos pontos críticos da cadeia produtiva.

2.4 Importância do substrato na produção de mudas

Os substratos consistem em meios sólidos, de origem natural, sintética ou residual, que fornecem suporte físico, água, oxigênio e nutrientes essenciais para o desenvolvimento radicular das plantas, desempenhando funções equivalentes às do solo no cultivo (Miranda et al., 2018; Bezerra, 2003).

O uso de substratos como meio de cultivo tem registro desde 1941, na Califórnia, e foi difundido mundialmente a partir da década de 1950. No Brasil, embora agricultores utilizassem misturas de solo e subsolo, o emprego de substratos formulados é mais recente e vem crescendo devido à sua eficiência produtiva (Andrade et al., 2013; Lopes et al., 2007).

Na produção de mudas, influenciam diretamente na germinação, no vigor e na qualidade final, sendo determinantes para o sucesso do cultivo (Miranda et al., 2018; Setúbal et al., 2000). Segundo Ferreira et al. (2015), o substrato ideal deve apresentar baixa densidade, alta porosidade, boa capacidade de retenção de água e equilíbrio entre ar e água disponível para as

raízes. Além disso, deve ser isento de patógenos, ter pH adequado (entre 5,5 e 6,5) e baixa condutividade elétrica.

Medeiros et al. (2014) ressaltam que o uso de substratos apropriados reduz o tempo de produção das mudas, aumenta a uniformidade e melhora o enraizamento, contribuindo para a formação de plântulas mais robustas. A escolha do substrato depende da disponibilidade regional de materiais, do custo e da compatibilidade com a espécie cultivada.

2.5. Principais substratos utilizados na produção de mudas de pimentão

2.5.1 Substratos orgânicos

Os substratos orgânicos são amplamente utilizados na horticultura por sua boa capacidade de retenção de água e nutrientes. Entre os principais, destacam-se:

Fibra de coco: muito utilizada por apresentar boa aeração, alta retenção de água e durabilidade. No entanto, seu uso exige pré-lavagem para redução de sais (Carrijo; Liz; Makishima, 2002).

Segundo Silva e Araújo (2019), a fibra de coco é uma fibra ligno celulósica obtida do mesocarpo fibroso do coco, fruto do coqueiro (*Cocos nucifera*) cultivado extensivamente nos trópicos (Ishizaki et al. 2006). Segundo Rosa et al. (2001) 80% a 85% do peso bruto do coco verde é considerado lixo. Portanto a utilização da fibra de coco como substrato tem grande importância econômica e social, impedindo que grandes quantidades desse material sejam descartadas em locais inapropriados.

Carrijo et al 2002 afirmam que as boas propriedades físicas da fibra de coco, a sua não reação com os nutrientes da adubação, sua longa durabilidade sem alteração de suas características físicas, a possibilidade de esterilização, a abundância da matéria prima que é renovável e o baixo custo para o produtor faz da fibra de coco verde um substrato dificilmente superável por outro tipo de substrato, mineral ou orgânico no cultivo sem solo de hortaliças.

O processo de beneficiamento de coco verde gera um composto orgânico bastante volumoso, representado por suas cascas. Segundo Rosa et.al 2002, cerca de 80% a 85% do peso bruto do coco imaturo representam cascas, que por não serem aproveitadas no processo de beneficiamento para obtenção da água, são enviadas para lixões e aterros sanitários. Como minimização da geração desse resíduo implicaria a redução da atividade produtiva associada, o seu aproveitamento torna-se uma necessidade (Corradini et al.2009).

Tornar viável o aproveitamento da casca do coco verde, gerado tanto como resíduo industrial quanto como lixo urbano, significaria mais uma alternativa de lucro para os sítios de produção (Coelho et. al 2001).

As fibras de coco, que são rejeitos das indústrias alimentícias de países tropicais, geram, no seu aproveitamento, vantagens também no que diz respeito à diminuição da quantidade do lixo sólido (Ishizaki et al. 2006). Para Charlo et al. 2009, o aproveitamento da casca do coco surge como boa alternativa, tanto na área agrícola como florestal, por ser um produto renovável e ecologicamente correto

Casca de arroz carbonizada: leve, porosa e com bom efeito sobre a aeração do substrato. Pode apresentar baixa retenção de água, sendo recomendada em misturas (Medeiros et al., 2014). Segundo Silva e Araújo (2019), nos últimos anos, a casca de arroz passou a ser intensamente utilizada como substrato para o crescimento de plantas, por apresentar elevada disponibilidade e características favoráveis ao desenvolvimento vegetal (Steffen, 2010).

A casca de arroz, quando carbonizada, apresenta alta capacidade de drenagem, fácil manuseio, peso reduzido, pH levemente alcalino, forma floculada, livre de patógenos e nematoides, teor adequado de K e Ca que são dois macros nutrientes essenciais para o desenvolvimento vegetal (Saidelles et al. 2009).

Entre os diversos componentes de misturas para substratos, a casca de arroz carbonizada adquire importância devido à grande disponibilidade nas regiões orizícolas, aliada à necessidade de se dar um destino econômico ecologicamente correto a este material (Freitas, 2010).

Segundo Steffen (2010), A casca de arroz pode ser utilizada como substrato tanto na forma natural quanto carbonizada, misturada a outros materiais. No processo de produção de mudas é comum o uso de matéria orgânica misturada ao solo devido sua ação favorável sobre as propriedades físico-químicas do mesmo (Araújo; Sobrinho, 2011).

Esterco curtido: rico em matéria orgânica e nutrientes, mas com risco de contaminação se mal processado, além de alta variabilidade química (Marana et al., 2008).

Segundo Peres (2023), o esterco é considerado um dos principais substratos orgânicos destinados à produção de mudas, sendo amplamente utilizado por produtores rurais, já que desempenha um papel fundamental na melhoria da fertilidade e a disponibilidade de nutrientes. Além disso, o esterco atua na prevenção do efeito de acidificação do meio (Mei et al., 2021).

Devido ao rápido crescimento da pecuária, há uma produção em larga escala de esterco de gado nas fazendas (Gong et al., 2023). A utilização de esterco bovino²⁵ apresenta um grande potencial para substituir fertilizantes de origem industrial, resultando em uma redução do

impacto da fertilização química nos cultivos, com redução dos custos de produção (Li et al., 2018).

O esterco bovino 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, ou seja, a produção gradual da matéria orgânica presente no esterco, o que fornece às plantas os nutrientes necessários ao longo do tempo. Além disso, o esterco bovino 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).

O processo de decomposição gradual do esterco bovino é a transformação do resíduo em um adubo orgânico rico em nutrientes, tornando-o utilizável para o cultivo de plantas. Esse processo ocorre geralmente em pilhas compostas por esterco e outros materiais orgânicos ricos em carbono, proporcionando aeração adequada. A umidade ideal do esterco fermentado é de 50 a 60%. A temperatura pode atingir níveis elevados durante o processo de fermentação, atingindo até 60° C em função da geração de calor pela ação dos microrganismos presentes. Porém, ao final da fermentação, que pode durar algumas semanas, a temperatura diminui e o esterco bovino está pronto para ser usado como adubo orgânico (Santos, 2008).

Composto orgânico: possui boa capacidade de retenção de nutrientes, porém varia conforme a matéria-prima utilizada, exigindo análises prévias.

2.5.2 Substratos inorgânicos

Os substratos inorgânicos são geralmente inertes e têm a vantagem de maior estabilidade e menor risco de contaminação.

Vermiculita: tem alta capacidade de retenção de água e boa CTC (capacidade de troca de cátions), além de ser leve e estéril (Kämpf, 2005).

Perlita: proporciona excelente aeração, porém baixa capacidade de retenção de nutrientes. Costuma ser usada em combinação com outros substratos.

Areia: oferece boa drenagem, mas baixa retenção de água e nutrientes. É mais usada em experimentos ou misturas específicas (Medeiros et al., 2014).

2.6 Características físicas, químicas e biológicas dos substratos

A eficiência do substrato está diretamente relacionada às suas características físico-químicas e biológicas.

Físicas: incluem densidade, porosidade total, capacidade de retenção de água e espaço de aeração. Essas propriedades afetam o crescimento radicular e a absorção de nutrientes (Kämpf, 2005).

Químicas: abrangem o pH, condutividade elétrica, CTC e disponibilidade de macro e micronutrientes. Substratos com pH fora da faixa ideal comprometem a solubilidade e a absorção de nutrientes (Cavins et al., 2000).

Biológicas: referem-se à presença de microrganismos benéficos ou patogênicos. Um substrato equilibrado microbiologicamente pode favorecer o crescimento das raízes e a resistência a doenças (Ferreira et al., 2015).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da literatura evidencia que o substrato é um dos fatores mais determinantes na produção de mudas de pimentão, influenciando o vigor, a uniformidade e a sobrevivência das plantas após o transplante. Entre os materiais estudados, a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada se destacam como condicionadores físicos, proporcionando maior aeração e leveza ao substrato, enquanto o esterco bovino curtido atua como importante fonte de nutrientes orgânicos. A utilização isolada desses componentes pode apresentar limitações, seja pela baixa disponibilidade de nutrientes em substratos mais inertes, seja pelo risco de salinização ou contaminação em materiais de origem orgânica. Nesse sentido, a combinação entre eles surge como alternativa promissora para equilibrar as propriedades físicas e químicas, resultando em mudas mais vigorosas e adaptadas ao cultivo em campo.

Do ponto de vista socioambiental, o aproveitamento de resíduos agroindustriais como a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada contribui para reduzir impactos ambientais e agregar valor a materiais que seriam descartados, enquanto o uso de esterco bovino curtido favorece a reciclagem de nutrientes e a diminuição da dependência de fertilizantes minerais. Recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem a avaliação de diferentes proporções e combinações desses substratos, bem como seus efeitos na fase de campo, de modo a oferecer subsídios técnicos para sistemas de produção mais eficientes, sustentáveis e acessíveis a pequenos e grandes produtores

REFERÊNCIAS

- LIMA, I. G. V. **Qualidade de mudas de pimentão (*capsicum annuum* L.) submetidas a diferentes substratos e a tipos de bandejas**. 2019. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2019
- FONSÊCA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.
- NETO, S. E. A.; AZEVEDO, J. M. A.; GALVÃO, R. O.; OLIVEIRA, E. B. L.; FERREIRA, R. L. F. **Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos**. Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Brasil. Scielo.
- JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. C.; RESENDE, F. V.; COSTA, E.; SILVA, J.; GUEDES, I. M. R. **Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças**. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2020.
- SILVA, R. R.; SANTOS, A. C. M.; FARIA, A. J. G.; RODRIGUES, L. U.; ALEXADRINO, G. C.; NUNES, B. H. N. **Substratos alternativos na produção de mudas de pimentão**. Journal Bioenergy and Food Science, Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupito, Brasil.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. **Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.20, n.4, p.533-535, 2002.
- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros, 2005.
- MEDEIROS, D. C. de et al. **Substratos para a produção de mudas de hortaliças: componentes, características e recomendações**. Informe Agropecuário, v.35, n.281, p.20-31, 2014.
- FERREIRA, D. M. et al. **Qualidade de mudas de pimentão produzidas em diferentes substratos**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v.5, n.2, p.85-92, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Produção de mudas com qualidade: cartilha técnica para agricultores familiares**. Brasília: MAPA, 2013.
- MARANA, J. P. et al. **Características físicas e químicas de substratos alternativos na formação de mudas de hortaliças**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.5, p.480-485, 2008.
- SILVA, A. A.; ARAUJO A. R. **Produção de mudas de pimentão com diferentes substratos orgânicos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia-IFTO, Campus Palmas, 2019.
- PEREZ C. S. A. **Produção de mudas de alface (*lactuca sativa* L.) em substratos com base em solo, esterco bovino e casca de arroz carbonizada**. Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Bacharelado em Agronomia,
Unidade em Santana do Livramento, 2023