MOINHA DE CARVÃO VEGETAL EM SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE MAMOEIRO

Mateus Sturião da Costa Lima, Mayra da Silva Polastrelli Lima, Regiane Carla Bolzan Carvalho, Letícia Chierici Almeida, Giselly Rigueti Gallo, Sávio da Silva Berilli e Ana Paula Cândido Gabriel Berilli

[1]Instituto Federal do Espírito Santo /Instituto de Ciência e Tecnologia, Rodovia ES-482 (Cachoeiro de Itapemirim-Alegre) km-47, 29500-00 Distrito de Rive, Alegre-ES, Brasil, mateussturiao.ifes@gmail.com, maypolastrelli@gmail.com, regianecbc@hotmail.com, chiericileticia@gmail.com, gisellyrigueti@gmail.com, berilli@gmail.com, ana.berilli@gmail.com.

FALTA CORRIGIR O 1 E 6

Resumo

O estudo avaliou o desempenho de diferentes formulações de substrato contendo cama aviária, casca de amendoim, grama e proporções variadas de moinha de carvão para a produção de mudas de mamoeiro (Carica papaya L.). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com delineamento em blocos casualizados, cinco tratamentos e seis repetições. Foram avaliadas características físico-químicas dos substratos e a taxa de pegamento das mudas. Os resultados do substrato indicaram que o tratamento com 100% de Agronomia XP (T1) se destacou nas características de carbono total, carbono orgânico e nitrogênio, enquanto T2 apresentou o maior teor de umidade. Os tratamentos com adição de moinha de carvão não apresentaram superioridade consistente em relação ao substrato comercial. Para a taxa de pegamento, T3 apresentou o melhor desempenho entre os tratamentos com moinha, não diferindo estatisticamente do substrato comercial (T5). Conclui-se que a utilização de Agronomia XP sem adição de moinha de carvão pode ser uma alternativa sustentável ao uso de substratos comerciais.

Palavras-chave: Qualidade de mudas. *Carica papaya*. Resíduo. Sustentabilidade.

Área do Conhecimento: Engenharia Agronômica – Agronomia.

Introdução

O cultivo de mudas de alta qualidade é um passo essencial para o sucesso de culturas frutíferas como o mamoeiro (Carica papaya L.), que possui grande importância econômica e social em diversas regiões do Brasil (Nadai et al., 2015). No Espírito Santo, a produção de mamão é especialmente expressiva. De acordo com a Assessoria de Comunicação da SEAG (2024), o estado contabilizou, em 2022, uma produção de 426 mil toneladas, gerando um faturamento de R$ 1,2 bilhão, destacando-se como o maior produtor e exportador de mamão do Brasil. No entanto, o aumento da competitividade no setor e a necessidade de sustentabilidade na produção têm impulsionado a busca por práticas agrícolas mais eficientes e ambientalmente corretas, incluindo o desenvolvimento de substratos alternativos para a produção de mudas.

Nesse contexto, a utilização de resíduos agroindustriais como componentes de substratos surge como uma alternativa promissora ao uso exclusivo de substratos comerciais. Resíduos como cama de substratos devido à sua disponibilidade, baixo custo e contribuição para a redução de impactos ambientais (Lerner et al., 2021). O uso de carvão vegetal em diferentes proporções também tem sido investigado, destacando-se por suas propriedades físicas, como melhoria na aeração e drenagem, além de sua capacidade de adsorção de nutrientes (Souchie et al., 2011). Essas alternativas não apenas promovem uma produção mais sustentável, mas também podem agregar valor ao cultivo de mamoeiro, fortalecendo a cadeia produtiva da cultura.

Portanto este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes formulações de substratos compostos por cama aviária, casca de amendoim, grama e acrescido diferentes doses de carvão vegetal no cultivo de mudas de mamoeiro, buscando identificar alternativas sustentáveis e eficazes que possam substituir ou complementar o uso de substratos comerciais.

Metodologia

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia - Ifes Campus de Alegre, localizado no município de Alegre, na região sul do estado do Espírito Santo com latitude 20°45'50" Sul e longitude 41°28'25" Oeste, e altitude de 150 m em relação ao nível do mar. De acordo com a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo "Cwa", com duas estações bem definidas: inverno frio e seco e verão quente e úmido.

O arranjo experimental utilizado foi o delineamento em blocos ao acaso (DBC), com seis repetições, cinco tratamentos e nove mudas por parcela, totalizando 30 parcelas e 270 células experimentais. Para a obtenção das mudas, foram utilizadas sementes da cultivar Sunrise Solo, pertencente à TopSeed, com taxa de germinação de 70% e pureza de 99%. Foram semeadas duas sementes por célula, totalizando inicialmente 540 sementes. As mudas foram produzidas em bandejas de 162 células, com volume de 50 cm^3 por célula. Após a germinação, foi realizado o desbaste, mantendo-se uma muda por célula, de modo a obter as 270 mudas utilizadas no experimento. As bandejas foram dispostas sobre bancadas situadas a 1 m do solo, em casa de vegetação com cobertura de material translúcido de polipropileno. A irrigação foi realizada por meio de sistema automatizado de microaspersão, controlado por temporizador.

Para a produção do substrato Agronomia XP, foi montada leira com grama fresca do tipo esmeralda (10%), cama aviária (30%) e casca de amendoim (60%) para serem compostadas. A leira de compostagem foi montada de forma retangular com dimensões aproximadas de 1,00 m de comprimento x 1,20 m de largura x 0,80 m de altura.1,00 m de comprimento x 1,20 m de largura x 0,80 m de altura. A moinha de carvão foi obtida no laboratório de agricultura sustentável do Ifes – Campus de Alegre.

Tabela 1- Percentagem dos resíduos utilizados por tratamento

Tratamento	Resíduos	
	Agronomia XP	Carvão
T1	100%	-
T2	80%	20%
T3	60%	40%
T4	40%	60%
T5	100% Comercial Carolina II®	

Fonte: Os autores (2026).

Após o período experimental, foi realizada a análise destrutiva das mudas para a caracterização dos substratos. As nove mudas de cada parcela foram utilizadas para a obtenção das amostras de substrato. O substrato proveniente das nove mudas de cada bloco foi coletado, homogeneizado e reunido, formando uma única amostra composta representativa de cada unidade experimental. Dessa forma, foram obtidas seis amostras independentes de substrato por tratamento, correspondentes às seis repetições do delineamento experimental, totalizando 30 amostras compostas.

As análises foram realizadas no Laboratório de Agricultura Sustentável (LAS) do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre. O teor de umidade foi determinado seguindo o procedimento descrito pela American Public Health Association – APHA (2012), enquanto os teores de carbono orgânico e carbono total foram obtidos mediante adaptação da metodologia proposta por Carmo e Silva (2012). A determinação do nitrogênio foi realizada com base na adaptação da metodologia de Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta, conforme Galvani e Gaertner (2006). Para a determinação do pH e da condutividade elétrica, foram pesados 10 g de cada amostra, aos quais foram adicionados 50 mL de água destilada. A mistura foi agitada por 1 minuto e, posteriormente, mantida em repouso por 1 hora. O pH foi determinado utilizando-se o pHmetro de bancada digital PHB-550, da Incoterm, e a condutividade elétrica foi determinada com o condutivímetro de bancada, modelo DS-703A, da marca Satra.

A semeadura ocorreu no dia 17 de setembro de 2024, distribuindo duas sementes por célula em aproximadamente 1 cm de profundidade. Aos 13 dias de semeadas começaram a emergir.

Para interpretação e análise dos dados do experimento, foram verificados a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk. Após, os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média de Scott Knnott ao nível de 5% de probabilidade. Foram utilizados o programa R Studio e o pacote ExpDes.pt (Ferreira et al., 2018).

Resultados

Na Tabela 2, observaram-se diferenças entre os tratamentos para as características avaliadas. O tratamento T1 apresentou os maiores valores de carbono total (CT), carbono orgânico (CO) e nitrogênio (N), enquanto T2 apresentou o maior teor de umidade (TU). Para o pH, os maiores valores foram observados em T1 e T5, enquanto T3 e T4 apresentaram valores intermediários. Em relação à condutividade elétrica (CE), T3 apresentou o maior valor, seguido por T1, T4 e T2, enquanto T5 apresentou o menor valor. Dessa forma, os resultados evidenciam diferenças nas características físico-químicas dos substratos, sendo necessário considerar a faixa de adequação de cada variável para avaliar sua influência na qualidade do substrato e no desenvolvimento das mudas.

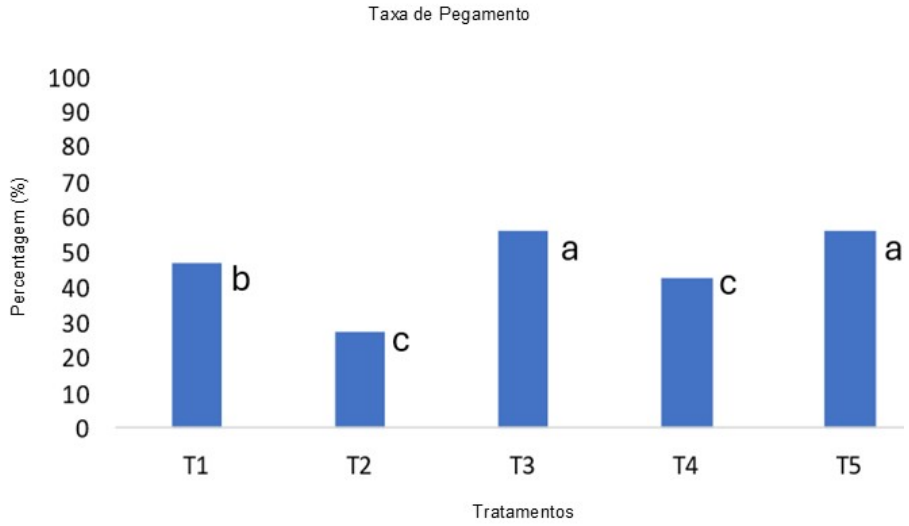
Tabela 2: Médias de condutividade elétrica (EC); potencial hidrogeniônico (pH); teor de umidade (TU); carbono total (CT); carbono orgânica (CO); nitrogênio (N), de mudas de mamão sob diferentes substratos.

Tratamento	TU	CT	CO	N	pH	EC
T1	43.77 d	27.89 a	24.04 a	2.30 a	8.51 a	3.35 a
T2	55.93 a	25.74 c	22.07 c	1.72 b	8.00 b	3.11 a
T3	46.59 c	28.70 a	24.79 a	1.82 b	7.87 b	3.56 a
T4	34.89 e	26.63 b	22.89 b	1.70 b	7.99 b	3.40 a
T5	52.54 b	22.18 d	18.74 d	0.62 c	8.33 a	0.88 b
Média	46.74	26.23	22.51	1.63	8.14	2.86
CV%	0.78	1.71	1.91	10.50	1.90	10.33

Fonte: Os autores (2026).

De acordo com o Gráfico 1, é evidente a diferença na taxa de pegamento das mudas de mamão entre os tratamentos. Os tratamentos 3 e 5 apresentaram as maiores taxas de pegamento, enquanto o tratamento 2 e 4 tiveram as menores taxas.

Gráfico 1- Taxa de pegamento de mudas de mamão



Fonte: Os autores, (2026).

A imagem 1 mostra cinco mudas de plântulas, alinhadas horizontalmente para comparação.

Imagem 1: Plântulas de mamão em resposta a diferentes concentrações de moinha de carvão



Fonte: Os autores (2026).

Discussão

Os resultados de teor de umidade (TU) mostraram uma variação significativa entre os tratamentos. O tratamento T2 apresentou o maior valor (55,93%), encontrando-se dentro da faixa de 50% a 60% indicada por Valente (2009) como adequada para o processo de compostagem. Essa condição de umidade pode favorecer a atividade microbiana e, consequentemente, a decomposição dos materiais. Os demais tratamentos apresentaram valores inferiores a essa faixa, com destaque para T4, que apresentou o menor teor de umidade (34,89%). Segundo Valente (2009), níveis de umidade inferiores a 30% podem limitar a atividade microbiana e comprometer a decomposição. Dessa forma, os menores valores observados nos tratamentos avaliados indicam a necessidade de atenção ao manejo da umidade durante o processo de compostagem.

No que diz respeito ao carbono total (CT), o tratamento T3 apresentou o maior valor (28,70%), seguido por T1 (27,89%), T4 (26,63%), T2 (25,74%) e T5 (22,18%). Os resultados demonstram

diferenças entre os tratamentos quanto ao teor de carbono total. Entretanto, a interpretação desses valores deve considerar as características dos materiais utilizados, não sendo adequado estabelecer um limite mínimo de referência sem respaldo específico na literatura consultada.

Em relação ao carbono orgânico (CO), T3 apresentou o maior valor (24,79%), seguido por T1 (24,04%), T4 (22,89%), T2 (22,07%) e T5 (18,74%). Embora T1 e T3 tenham apresentado os maiores teores de carbono orgânico entre os tratamentos avaliados, nenhum deles atingiu 25%. Dessa forma, os resultados permitem identificar diferenças na composição dos substratos, mas não permitem afirmar que os tratamentos atenderam a um valor mínimo de 25% de carbono orgânico.Em relação ao nitrogênio (N), o tratamento T1 apresentou o maior valor (2,30%), seguido por T3 (1,82%), T2 (1,72%) e T4 (1,70%), enquanto T5 apresentou o menor valor (0,62%). De acordo com Dias (2016), o nitrogênio é um elemento importante para os microrganismos envolvidos no processo de decomposição, sendo utilizado na síntese de proteínas e outras biomoléculas. Dessa forma, os maiores teores observados em T1 e T3 indicam maior concentração de nitrogênio nesses substratos, o que pode contribuir para a atividade microbiana durante a decomposição dos materiais.

Em relação ao pH, os tratamentos apresentaram valores entre 7,87 e 8,51. O maior valor foi observado em T1 (8,51), seguido por T5 (8,33), T2 (8,00), T4 (7,99) e T3 (7,87). Embora T1 tenha apresentado o maior valor, esse resultado não deve ser interpretado como indicativo de maior qualidade do substrato. Valores elevados de pH podem influenciar a disponibilidade de determinados nutrientes para as plantas, sendo necessária a consideração de uma faixa adequada para o desenvolvimento das mudas de mamoeiro. Dessa forma, os valores de pH observados devem ser analisados em conjunto com as demais características dos substratos e com o desempenho das mudas.

Quanto à condutividade elétrica (CE), o tratamento T3 apresentou o maior valor (3,56), seguido por T1 (3,35), T4 (3,40), T2 (3,11) e T5 (0,88). A condutividade elétrica está relacionada à concentração de sais solúveis presentes no substrato. Portanto, valores mais elevados não significam necessariamente melhores condições para o desenvolvimento das mudas, uma vez que concentrações excessivas de sais podem provocar estresse osmótico e dificultar a absorção de água pelas plantas. Assim, a CE deve ser interpretada considerando-se a faixa de adequação para a produção de mudas de mamoeiro, e não apenas pela comparação entre os tratamentos.

O resultado da taxa de pegamento apresentou valores inferiores ao potencial de germinação informado pela empresa fornecedora das sementes. Nenhum dos tratamentos atingiu a taxa esperada de germinação de 70%. A diferença entre o potencial informado para as sementes e os valores observados no experimento pode estar relacionada às condições de produção das mudas, incluindo características físico-químicas dos substratos, condições de umidade, temperatura e manejo da irrigação. Embora os tratamentos tenham apresentado valores elevados de pH, não é possível atribuir isoladamente a baixa taxa de pegamento a essa característica, sendo necessário considerar a interação entre os diferentes fatores envolvidos na emergência e no desenvolvimento inicial das mudas.

A diferença no desenvolvimento das plântulas foi perceptível tanto no tamanho da parte aérea quanto no desenvolvimento do sistema radicular, especialmente no tratamento T4, que apresentou menor desenvolvimento visual entre os tratamentos avaliados. Esse tratamento continha 60% de moinha de carvão, maior proporção desse material entre os tratamentos formulados com Agronomia XP. A diferença observada pode estar relacionada às características físicas e químicas proporcionadas pela maior proporção de moinha de carvão no substrato, como alterações na retenção de água, porosidade, aeração e disponibilidade de nutrientes. Entretanto, a relação direta entre a proporção de moinha de carvão e o menor desenvolvimento das plântulas deve ser interpretada com cautela, considerando que o crescimento das mudas é resultado da interação entre diferentes características do substrato e das condições de cultivo.

Conclusão

A adição de moinha de carvão ao substrato Agronomia XP promoveu alterações nas características físico-químicas avaliadas, com respostas distintas de acordo com a proporção utilizada. O tratamento T1, composto por 100% de Agronomia XP, apresentou os maiores valores de carbono total, carbono orgânico e nitrogênio, destacando-se entre os tratamentos formulados quanto a essas características. Entretanto, as características de pH e condutividade elétrica não devem ser interpretadas apenas pela magnitude dos valores, devendo ser consideradas suas respectivas faixas de adequação. Quanto à

taxa de pegamento, o tratamento T3 apresentou o melhor desempenho entre os tratamentos formulados com moinha de carvão, não diferindo estatisticamente do substrato comercial (T5).

Referências

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO DA SEAG. Espírito Santo é o maior produtor e exportador de mamão do Brasil. **Portal do Governo do Estado do Espírito Santo**, Vitória, 2024. Disponível em: https://www.es.gov.br/Noticia/espirito-santo-e-o-maior-produtor-e-exportador-de-mamao-do-brasil.

CARMO, D. L. do; SILVA, C. A. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 4, p. 1211-1220, 2012.

COSTA, E. et al. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 1017-1025, 2011.

DIAS, A. C. Transformações do nitrogênio no solo. In: CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. (org.). **Microbiologia do solo**. 2016. p. 99-109.

FERREIRA, E. B. et al. *ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese)*. Versão 1.2.0. R package, 2018. Disponível em: https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt. Acesso em: 3 out. 2026.

GALVANI, F.; GAERTNER, E. Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta. **Embrapa Pantanal. Circular Técnica**, v. 63, 2006.

LERNER, B. L. et al. Substratos orgânicos para a produção de mudas de alface. **Brazilian Journal of Development. Curitiba. Vol. 7, n. 10, p. 99742-99761**, 2021.

NADAI, F. B. et al. Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos. **Revista Agroambiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 261-267, 2015.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D. de; KÄMPF, A. N.. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v. 32, p. 937-944, 2002.

SOUCHIE, F. F. et al. Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de Tachigali vulgaris LG Silva & HC Lima. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 811-821, 2011.

VALENTE, B. S. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 224, p. 59-85, 2009.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e do Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq)..

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e a PRPPG do Ifes, pelo espaço cedido.

Ao laboratório de Agricultura Sustentável (LAS).