QUALIDADE DE MUDAS DE MAMOEIRO 'ALIANÇA' EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS E DOSES DE *Lithothamnium* sp.

Fernando Gomes Hoste[1,2]*, Cristhiane Tatagiba Franco Brandão[2,3], Maria Ester Lenzi de Souza[2,4], Ana Júlia Câmara Jevaux-Machado[1,2], Janyne Soares Braga Pires[1,2], Sara Dousseau-Arantes[2]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Goiabeiras. Vitória, ES; [2]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Linhares, ES; [3]Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre. Alegre, ES; [4]União Capixaba de Ensino - Faculdade Espírito-Santense. Linhares, ES. *fernandohost@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma cultura de grande relevância nas regiões tropicais e subtropicais (Aktaruzzaman *et al*., 2018). Entretanto, a produção de mudas de qualidade constitui uma etapa fundamental para o estabelecimento e o desenvolvimento da cultura, sendo influenciada por fatores relacionados à germinação das sementes e ao crescimento inicial das plântulas (Ramos *et al.*, 2025). Nesse contexto, a qualidade das mudas exerce influência direta sobre o desempenho do mamoeiro ao longo de seu ciclo produtivo, de modo que mudas de baixa qualidade podem comprometer a produtividade da cultura (Matias *et al*., 2019). Atualmente, bioestimulantes podem ser utilizados para promover o crescimento vegetal e melhorar a eficiência fisiológica das plantas (Koutsougera *et al*., 2023).

O *Lithothamnium* sp., uma alga calcária, tem sido utilizado como insumo agrícola em razão de sua capacidade de influenciar características do ambiente de cultivo, especialmente as condições bioquímicas do solo e a disponibilidade de nutrientes às plantas (Nascente *et al*., 2024). Seu uso tem sido relatado em diferentes culturas, nas quais pode contribuir para o desenvolvimento e a produtividade das plantas (Ramos *et al*., 2025).

Além do uso de bioestimulantes, as características do substrato utilizado na produção de mudas constituem um fator determinante para seu desenvolvimento inicial. O substrato exerce influência sobre propriedades como a disponibilidade de nutrientes, a retenção de água e a aeração, condições diretamente relacionadas ao crescimento e à formação do sistema radicular (Costa; Martins, 2018).

A associação entre diferentes substratos e o uso de *Lithothamnium* sp. pode influenciar o desenvolvimento inicial das plântulas, tornando relevante a avaliação desses fatores na produção de mudas. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de mamoeiro submetidas a diferentes doses de *Lithothamnium* sp. em dois tipos de substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental de Linhares (Incaper), Linhares, Espírito Santo, entre

janeiro e março de 2024, em viveiro com 50% de sombreamento. O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 × 4, com dois substratos (Carolina Soil e Tropstrato HT) e quatro doses (0, 2, 4 e 8 kg m^{-3}) de farinha de algas calcárias à base de *Lithothamnium* sp. (LC300, Algadermis). Foram utilizados quatro blocos, com 20 mudas por tratamento em cada bloco, totalizando 640 mudas.

A semeadura foi realizada em tubetes de 50 cm^3, com desbaste aos 10 DAS, mantendo-se a plântula mais vigorosa. A emergência foi avaliada diariamente, considerando-se o surgimento do gancho, sendo calculadas a porcentagem de emergência (E) e o índice de velocidade de emergência (IVE), conforme Maguire (1962).

Aos 45 DAS, todas as mudas de cada parcela foram avaliadas quanto à altura (H), diâmetro do caule (DC), comprimento radicular (CR) e índice SPAD. A H foi medida do coleto à gema apical, o DC na região do coleto e o CR pela maior raiz. O SPAD foi determinado em folha completamente expandida com medidor portátil SPAD-502 (Konica Minolta®, Japão). Para MSR e MSPA, raízes e parte aérea foram separadas e secas a 65 °C até massa constante, sendo os resultados expressos em gramas.

A qualidade das mudas foi avaliada pelo índice de qualidade de Dickson (IQD), calculado conforme Dickson, Leaf e Hosner (1960), utilizando-se a equação:

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

em que MST corresponde à massa seca total, H à altura da muda, DC ao diâmetro do caule, MSPA à massa seca da parte aérea e MSR à massa seca do sistema radicular.

Os dados foram submetidos à ANOVA no Sisvar (Ferreira, 2011) e, quando significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Quando significativa a interação entre substrato e dose, realizou-se o desdobramento dos fatores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância evidenciou comportamento distinto das características avaliadas em função dos substratos e das doses de *Lithothamnium* sp. (Tabela 1). O fator substrato influenciou significativamente os seguintes parâmetros: E, IVE, H, índice SPAD, MSR, MSPA e IQD, enquanto não foram observados efeitos significativos sobre o CR e o DC. Para o fator dose, foram observados efeitos significativos sobre o IVE e o índice SPAD. A interação substrato × dose foi significativa para o IVE e a MSR, indicando que a resposta dessas características às doses de Lithothamnium sp. dependeu do substrato utilizado.

O IVE apresentou interação significativa entre substrato e dose de *Lithothamnium* sp. No Carolina Soil, a dose de 2 kg m^{-3} apresentou o maior IVE (3,55), enquanto no Tropstrato HT o maior valor ocorreu sem aplicação (3,16) (Figura 1). No Carolina Soil, as doses de 4 e 8 kg m^{-3} apresentaram valores intermediários (3,28 e 3,24), enquanto no Tropstrato HT as doses de 2, 4 e 8 kg m^{-3} resultaram em 2,80, 2,90 e 2,85, respectivamente. Esse comportamento pode estar relacionado às características físicas e químicas do Carolina

Soil, que podem proporcionar condições mais favoráveis à emergência das plântulas, conforme discutido por Ribeiro Júnior *et al*. (2021).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis referentes ao desenvolvimento de mudas de mamoeiro em função de substratos e doses de *Lithothamnium* sp.

FV	GL	QM								
		E	IVE	H	CR	DC	MSR	MSPA	IQD	SPAD
Bloco	4	4,64^{ns}	0,0956**	6,66*	6,2122**	0,8651**	0,0012*	0,0066**	0,0007**	2,86^{ns}
S	1	378,13**	1,0695**	43,48**	0,0014^{ns}	0,0903^{ns}	0,0061**	0,1093**	0,0034**	80,96**
D	3	31,88^{ns}	0,0244**	0,7728^{ns}	0,6786^{ns}	0,1178^{ns}	0,0007^{ns}	0,0015^{ns}	0,0003^{ns}	41,17**
S x D	3	31,88^{ns}	0,2211**	5,06^{ns}	0,4936^{ns}	0,0011^{ns}	0,0017*	0,0011^{ns}	0,0004^{ns}	7,35^{ns}
Erro	20	16,20	0,0072	1,80	0,4725	0,0811	0,0004	0,0013	0,0001	3,17
CV (%)		4,17	2,73	6,66	5,78	6,94	23,17	12,95	20,18	4,36
Média Geral		96,56	3,11	20,15	11,89	4,10	0,0819	0,2809	0,0572	40,85

E = emergência (%); IVE = índice de velocidade de emergência; H = altura (cm); CR = comprimento de raiz (cm); SPAD = índice de clorofila; MSR = massa seca da raiz (g); MSPA = massa seca da parte aérea (g); IQD = índice de qualidade de Dickson; DC = diâmetro do caule (mm). FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; S = substrato; D = dose; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

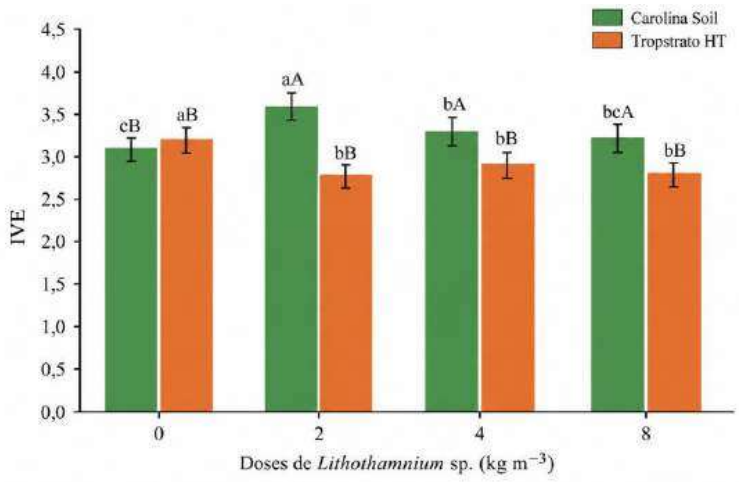


Figura 1 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de mudas de mamoeiro em função das doses de *Lithothamnium* sp. nos substratos Carolina Soil e Tropstrato HT. Barras representam as médias ± erro-padrão. Letras minúsculas comparam as doses de *Lithothamnium* sp. dentro de cada substrato, enquanto letras maiúsculas comparam os substratos dentro de cada dose. Médias seguidas pela mesma letra, na respectiva comparação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para as características de crescimento, não houve interação significativa entre substrato e dose para H, CR e DC. A H foi influenciada pelo substrato, apresentando maior valor no Carolina Soil (21,31 cm) em relação ao Tropstrato HT (18,98 cm). Para o CR e o DC, não foram observados efeitos significativos de substrato ou dose, com médias gerais de 11,89 cm e 4,10 mm, respectivamente. A maior altura observada no Carolina Soil pode estar relacionada às características físicas e químicas do substrato, que influenciam a disponibilidade de água, nutrientes e aeração, fatores importantes para o crescimento das mudas (Costa; Martins, 2018).

O SPAD foi influenciado pelo substrato e pelas doses de *Lithothamnium* sp., sem interação significativa entre os fatores, com maior valor no Carolina Soil (42,44) em comparação ao Tropstrato HT (39,26). Considerando conjuntamente os dois substratos, o tratamento sem *Lithothamnium* sp. apresentou o maior índice SPAD (43,96) (Figura 2). Esse resultado pode estar relacionado à influência do *Lithothamnium* sp. sobre a disponibilidade de nutrientes, uma vez que sua aplicação pode modificar atributos do solo e a eficiência de utilização de nutrientes pelas plantas (Nascente *et al*., 2024).

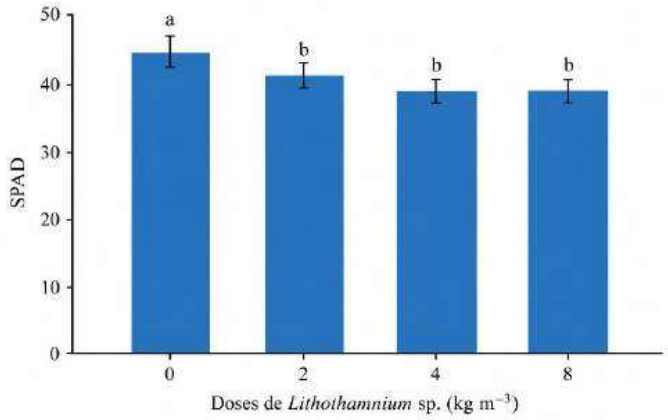


Figura 2 - Teor relativo de clorofila (SPAD) de mudas de mamoeiro em função das doses de *Lithothamnium* sp. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para a MSR, observou-se interação significativa entre substrato e dose. O Carolina Soil apresentou maior MSR que o Tropstrato HT nas doses de 2 e 8 kg m^{-3}, sem diferença entre os substratos nas doses de 0 e 4 kg m^{-3}. No Carolina Soil, a dose de 8 kg m^{-3} apresentou a maior MSR (0,1200 g), diferindo de 4 kg m^{-3} (0,0775 g), enquanto 0 e 2 kg m^{-3} foram intermediárias. No Tropstrato HT, não houve diferença entre doses. A resposta da massa seca radicular evidencia que o efeito do *Lithothamnium* sp. pode variar conforme as condições do substrato, como observado por Ramos *et al*. (2025) em mudas de mamoeiro 'Aliança'.

Quanto à MSPA, houve efeito significativo apenas do substrato, sendo superior no Carolina Soil (0,3394 g) em relação ao Tropstrato HT (0,2225 g). O IQD apresentou maior valor nas mudas cultivadas em Carolina Soil (0,0675), em comparação àquelas produzidas em Tropstrato HT (0,0469). A maior MSPA e o maior IQD observados no Carolina Soil reforçam a influência do substrato sobre a qualidade das mudas.

CONCLUSÃO

O substrato Carolina Soil favoreceu o desenvolvimento das mudas de mamoeiro, apresentando maiores valores de emergência, altura, MSPA, IQD e SPAD. O *Lithothamnium* sp. influenciou o IVE e o SPAD, enquanto o IVE e a MSR apresentaram respostas dependentes do substrato. A dose de 2 kg m^{-3} no Carolina Soil proporcionou o maior IVE, enquanto o tratamento sem *Lithothamnium* sp. apresentou o maior índice SPAD. Assim, o Carolina Soil mostrou-se mais favorável à formação das mudas, enquanto os efeitos do *Lithothamnium* sp. variaram conforme a característica avaliada.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro; e ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), pelo suporte institucional.

REFERÊNCIAS

AKTARUZZAMAN, M.; AFROZ, T.; LEE, Y.-G.; KIM, B.-S. Post-harvest anthracnose of papaya caused by *Colletotrichum truncatum* in Korea. **European Journal of Plant Pathology**, v. 150, n. 1, p. 259-265, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s10658-017-1265-y

COSTA, A.C.; MARTINS, G.F. Substrates containing agricultural residues provide better development of papaya seedlings. **Científica**, Dracena, SP, v. 46, n. 3, p. 299-306, 2018. DOI: https://doi.org/10.15361/1984-5529.2018v46n3p299-306

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960. DOI: https://doi.org/10.5558/tfc36010-

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001

KOUTSOUGERA, D.; ZAFEIRIOU, I.; GIANNAKOPOULOU, F.; IPSILANTIS, I.; KALDERIS, D.; GASPARATOS, D.; BILIAS, F. Biostimulants: an introduction. In: GILL, S.S.; TUTEJA, N.; KHAN, N.A.; GILL, R. (eds.). **Biostimulants in alleviation of metal toxicity in plants**: emerging trends and opportunities. Academic Press, 2023. p. 21-50. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99600-6.00007-4

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962. DOI: https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x

MATIAS, S.S.R.; DIAS, I.D.L.; CAMELO, Y.M.; SOUZA, I.S.; CASTELO, F.R.; AGUIAR, W.R.; FERREIRA, M.D.S. Quality of *Carica papaya* seedlings grown in an alternative substrate based on buriti wood (*Mauritia flexuosa* Lf). **Científica**, Dracena, SP, v. 47, n. 3, p. 337-343, 2019. DOI: https://doi.org/10.15361/1984-5529.2019v47n3p337-343

NASCENTE, A.S.; COBUCCI, T.; GOES DE ARAÚJO, M.A. *Lithothamnium* effects on soil attributes, phosphorus

utilization efficiency, and grain yield of soybeans, corn, and common bean. **International Journal of Agronomy**, v. 2024, 7817281, p. 1-13, 2024. DOI: https://doi.org/10.1155/2024/7817281

RAMOS, E.P.; BORGES DE AGUIAR, D.; MOTA BARBOSA, A.K.; DE SOUZA OLIVEIRA, V.; DE OLIVEIRA ARANTES, L.; ROMAIS SCHMILDT, E.; RALPH FALQUETO, A.; ALVES FERNANDES, A.; DOUSSEAU-ARANTES, S. Production of 'Aliança' papaya seedlings under different dosages and sources of *Lithothamnion* sp. **Frontiers in Plant Science**, v. 16, 1630560, 2025. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1630560

RIBEIRO JÚNIOR, W.A.; DE PAULA, J.C.B.; SHIMIZU, G.D.; RIBEIRO, L.T.M.; DIAS, J.P.; CASTILHO, Í.M.; GUARIZ, H.R.; DE FARIA, R.T. Substratos na produção inicial de mudas de *Carica papaya* L. e *Passiflora edulis* Sims. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 8, p. 76775-76789, 2021. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv7n8-073