

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE VARIEDADES DE MAMÃO COM INSUMOS BIOLÓGICOS

Felipe Leda da Silva¹, Francisco Duarte Eurich de Medeiros², Júlio César Gubert Piovesan³
Mateus Formentini Rosa³, Evelynne Urzêdo Leão⁴

RESUMO:

O mamão (*Carica papaya* L.) é uma frutífera cultivada em regiões tropicais e subtropicais de rápido crescimento, e com produção durante o ano todo. A utilização de microrganismos como promotores de crescimento em frutíferas é uma estratégia promissora para incrementar a produtividade da cultura. Avaliar o desenvolvimento inicial de variedades de mamão com insumos biológicos. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 2 x 6, sendo duas variedades de mamão (Formosa e Papaya), seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: testemunha, Nemax Ultra® (substâncias húmicas e *Trichoderma* sp.); Biomaphos® (*Bacillus subtilis* e *B. megaterium*); 0,5% Nemax Ultra®+ Biomaphos®; 1% Nemax Ultra®+ Biomaphos®; 2% Nemax Ultra®+ Biomaphos®. As variáveis analisadas foram número total de folha, diâmetro do caule, comprimento do caule e da raiz e altura da parte aérea. Avaliou-se também a massa fresca total da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e da raiz. Os resultados obtidos demonstram que, na interação entre as variedades e os tratamentos com insumos biológicos, as variedades dentro das possibilidades de uso dos insumos biológicos influenciaram, significativamente, as variáveis altura de planta, comprimento do caule e comprimento da raiz. As variações observadas nos resultados das variáveis massa fresca da parte aérea e da raiz, bem como massa seca da parte aérea e da raiz, foram notavelmente elevadas, o que inviabilizou a apresentação dos dados obtidos. A utilização de insumos biológicos, de forma combinada, na produção de mudas de mamão contribuiu para o incremento das características morfológicas da fruteira.

Palavras-chave: Bioinsumos, *Carica papaya*, Microrganismos, Promoção de crescimento.

¹Bacharelado em Agronomia. Universidade Estadual do Tocantins-UNITINS, Palmas-TO; <https://orcid.org/0009-0001-6531-0144>;

²Bacharel em Agronomia. Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, Balsas-MA; <https://orcid.org/0009-0000-3536-9180>;

³Bacharelado em Agronomia. Universidade Federal do Tocantins-UFT, Gurupi-TO; <https://orcid.org/0009-0003-9346-9763>;

⁴Professora Doutora da Universidade Estadual do Tocantins, evelynne.ul@unitins.br, <https://orcid.org/0000-0002-1974-6043>.

INITIAL DEVELOPMENT OF PAPAYA VARIETIES WITH BIOLOGICAL INPUTS

ABSTRACT:

Papaya (*Carica papaya* L.) is a fruit cultivated in rapidly growing tropical and subtropical regions, with year-round production. The use of microorganisms as growth promoters in fruit crops is a promising strategy to increase productivity. This study aimed to assess the initial development of papaya varieties using biological inputs. A completely randomized design was used in a 2 x 6 factorial scheme, with two papaya varieties (Formosa and Papaya), six treatments, and five replicates. The treatments included: control, Nemax Ultra® (humic substances and *Trichoderma* sp.); Biomaphos® (*Bacillus subtilis* and *B. megaterium*); 0.5% Nemax Ultra® + Biomaphos®; 1% Nemax Ultra® + Biomaphos®; 2% Nemax Ultra® + Biomaphos®. The variables analyzed included the total number of leaves, stem diameter, stem and root length, and above-ground height. Total fresh weight of the above-ground and root parts, as well as dry weight of the above-ground and root parts, were also evaluated. The results showed that the interaction between the varieties and the use of biological inputs significantly influenced plant height, stem length, and root length. Variations observed in the results of fresh weight of the above-ground and root parts, as well as dry weight of the above-ground and root parts, were notably high, making it impractical to present the obtained data. The combined use of biological inputs in papaya seedling production contributes to enhancing the morphological characteristics of the fruit tree.

Keywords: Bioinputs, *Carica papaya*, Microorganisms, Growth promotion.

O mamão (*Carica papaya* L.) é uma frutífera cultivada em regiões tropicais e subtropicais de rápido crescimento, capaz de produzir durante o ano todo (Anandan et al., 2010). A maior parte da produção desta cultura está concentrada no norte do Estado do Espírito Santo e sul da Bahia (EMBRAPA, 2018), sendo nos plantios comerciais brasileiros, o método de propagação mais utilizado é via sementes (Oliveira e Trindade, 2000).

Sendo a semente um dos principais métodos de propagação do mamão, a qualidade das mudas produzidas constitui-se em importante fator para a melhoria das produções agrícolas, tendo relação direta com a competitividade na produção, consequentemente desenvolvendo a exportação do setor desta fruteira (Posse, 2005). Para a produção das mudas, a semeadura normalmente é realizada em diversos tipos de recipientes e substratos. O substrato, entretanto, exerce grande influência no crescimento das plantas e a qualidade da muda (Pio et al., 2004). A adição de materiais orgânicos ao substrato, favorece as características químicas, físicas e biológicas, de modo a criar um ambiente mais adequado para o desenvolvimento das raízes e da planta como um todo (Posse, 2005).

A incorporação de microrganismos tem sido uma alternativa em estudo e aplicação, quando combinada com materiais orgânicos em substratos de produção de mudas. Fungos do gênero *Trichoderma* estão entre os microrganismos mais comumente estudados, pelos seus diversos mecanismos de ação, sendo um excelente microrganismo multifuncional que além de ser agente de biocontrole, atua também como promotor de crescimento das plantas (Santos et al., 2010). Já as bactérias do gênero *Bacillus* também são eficientes agente de controle biológico e também é conhecido como rizobactéria promotora do crescimento de plantas (RPCPs), pela sua capacidade de solubilização de nutrientes, síntese de fitohormônios, além de influenciar melhorias nas condições do solo e na taxa de germinação e crescimento das plantas (Silva, 2017).

Apesar da excelente contribuição dos gêneros *Trichoderma* e *Bacillus* em culturas agrícolas, poucos trabalhos têm sido realizados envolvendo a utilização de microrganismos em espécies frutíferas como promotores de crescimento. Considerando-se a potencialidade que é conferida ao cultivo do mamoeiro para o país, o objetivo deste estudo é avaliar o potencial de insumos biológicos na promoção de crescimento desta fruteira.

Sementes de mamão foram adquiridas no comércio local no início dos meses de agosto e setembro de 2021. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 2 x 6, sendo duas variedades de mamão (Papaya e Formosa) e seis tratamentos com insumos biológicos com cinco plantas, correspondendo ao total de 60 plantas. Os tratamentos foram: testemunha; suspensão a 1% do insumo biológico de Nemax Ultra® (a base de substâncias húmicas e *Trichoderma* sp.); suspensão a 1% do insumo biológico de Biomaphos® (a base de *B. subtilis* (BRM034840) e *B. megaterium* (CNPMS B119)); combinação dos insumos biológicos Biomaphos® + Nemax Ultra® a 0,5% cada; combinação Biomaphos® e Nemax Ultra® a 1 % cada; combinação Biomaphos® + Nemax Ultra® a 2%.

As unidades experimentais foram compostas por vasos com quatro sementes de cada variedade em cada vaso, com capacidade de 3,0 litros, os quais foram preenchidos com substrato na proporção solo e areia 3:1. Procedeu-se o desbaste após 27 dias após a semeadura, deixando apenas as duas plântulas maiores.

Os tratamentos, com os insumos biológicos, foram preparados conforme a recomendação do fabricante. Após o preparo das soluções, os tratamentos foram aplicados com uma seringa de 10 ml diretamente ao substrato na base da planta após 10 dias da germinação. Não foi realizada adubação de base ou cobertura devido ao solo de barranco utilizado na composição do substrato. As mudas foram irrigadas diariamente de forma manual, e foram realizadas limpeza dos vasos para evitar a infestação de plantas daninhas. Não foram feitas aplicações de fungicidas ou inseticidas nas mudas durante a condução do experimento.

As avaliações foram realizadas aos 32 dias após a aplicação dos tratamentos, avaliando: número total de folha (unid), diâmetro do caule com o auxílio de um paquímetro (cm), comprimento do caule (cm), raiz (cm) e altura da parte aérea (cm) com auxílio de uma régua, massa fresca total da parte aérea e da raiz (g), massa seca da parte aérea total e da raiz (g).

Para massa fresca, foi realizada a pesagem da parte aérea e das raízes em uma balança de precisão. Para massa seca, as amostras correspondentes a cada tratamento foram identificadas e colocadas em sacos de papel para então ser levados para secagem em estufa de ar de circulação constante. As amostras ficaram por um período de 48 horas a 60 ° C. Após a

secagem completa do material, as amostras foram pesadas e os dados tabelados.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias quando possível comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o software estatístico SISVAR.

O resumo da análise de variância (Tabela 1) demonstram que, na interação entre as variedades e os tratamentos com insumos biológicos, as variedades dentro das possibilidades de uso dos insumos biológicos influenciaram, significativamente, as variáveis altura de planta, comprimento do caule e comprimento da raiz.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do número de folhas (NF), altura da parte aérea (ALT), diâmetro do caule (DIA), comprimento do caule e raiz das mudas de mamão var. papaya e formosa submetidos a diferentes tratamentos. Unitins, Palmas, TO, 2022.

FV	QM					
	GL	NF	ALT	DIA	Comp.Caule	Comp. Raiz
Variedades	1	16,05 ^{ns}	530,83 ^{**}	0,000086 ^{ns}	666,12 ^{**}	364,50 ^{**}
Tratamentos	5	2,86 ^{ns}	36,35 ^{**}	0,0554 ^{ns}	33,24 ^{**}	48,19 ^{**}
Interação	5	1,38 ^{ns}	16,52	0,047 ^{ns}	26,53 ^{**}	108,79 ^{**}
CV(%)		16,93	24,08	29,8	27,41	24,61

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$);

^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$)

As variações observadas nos resultados das variáveis massa fresca da parte aérea e da raiz, bem como massa seca da parte aérea e da raiz, foram notavelmente elevadas, o que inviabilizou a apresentação dos dados obtidos.

Em relação ao número de folhas das variedades de mamão em função dos tratamentos com insumos biológicos, não foi observada diferença significativa. Na variedade Papaya o número de folhas variou de 9,5 na testemunha a 10,3 no tratamento com a combinação dos insumos Nemax Ultra® + Biomaphos® a 2%. Já a variedade Formosa, o número de folhas variou de 8,1 no tratamento com o Biomaphos® a 10,2 na combinação Nemax Ultra® + Biomaphos® a 0,5% (Tabela 2).

Para a variável altura da planta, dentro da variedade Papaya, os tratamentos com os insumos Biomaphos® isolado (20,58 cm) e em combinação com o NemaxUltra® nas concentrações de 1% (19,5 cm) e 2% (21,0 cm) foram superiores aos demais tratamentos. Na variedade Formosa, os tratamentos não diferiram entre si, sendo as maiores médias observadas com o uso da combinação Nemax Ultra® + Biomaphos® a 2% (14,83 cm) e menor média observada na testemunha (10,91 cm). Independente do tratamento, para a variável em questão, a variedade Papaya foi superior à Formosa, entretanto, na testemunha (10,91 cm) e no tratamento com a combinação NemaxUltra® + Biomaphos® a 0,5%

(13,33 cm) os valores médios da altura de planta não diferiram entre as variedades (Tabela 2).

Diferença significativa para a variável diâmetro do caule foi observada entre os tratamentos, nas mudas de mamão variedade Papaya, sendo maiores valores proporcionados pelo tratamento com o NemaxUltra® (0,58 cm) seguido pela combinação NemaxUltra® + Biomaphos® a 1% (0,51 cm) (Tabela 2). Já na variedade Formosa, os tratamentos diferiram significativamente da testemunha. As medidas do diâmetro dentro dos tratamentos variaram de 0,64 cm a 0,50 cm. Para o diâmetro do caule, a variedade Formosa apresentou maiores médias, diferindo estatisticamente da variedade Papaya no tratamento com a combinação Nemax Ultra® + Biomaphos® a 0,5 %.

Com relação ao comprimento do caule, na variedade Papaya, maiores médias foram observadas na combinação Nemax Ultra® + Biomaphos® a 2% (19,5 cm), no tratamento com o Biomaphos® isolado (19,08 cm), na combinação Nemax Ultra® + Biomaphos® a 1% (18,00 cm) e Nemax Ultra® isolado (16,5 cm). O comprimento do caule, na variedade Formosa, variou de 12,41 cm no tratamento com a combinação Nemax Ultra® + Biomaphos® a 0,5% a 8,91 cm na testemunha, não havendo diferença estatística entre eles. Ainda, independente do tratamento aplicado, para a variável comprimento do caule, as mudas de Papaya apresentaram-se superior à da variedade Formosa, entretanto, na

testemunha (8,91 cm) e no tratamento com a combinação Nemax Ultra® + Biomaphos® a 0,5% (12,41 cm) os valores médios do comprimento do caule não diferiram estatisticamente entre as variedades, sendo respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Média do número de folhas, altura da parte aérea, diâmetro do caule, comprimento do caule e raiz das mudas de mamão var. Papaya e Formosa submetidos a diferentes tratamentos. Unitins, Palmas, TO, 2022.

Variedades	Tratamentos ¹					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Número de Folhas						
“Papaya”	9,5	9,6	10,0	9,8	9,6	10,3
“Formosa”	9,0	8,6	8,1	10,2	9,5	8,6
Altura da planta (cm)						
“Papaya”	14,58Ab	18,0Ab	20,58Aa	17,0Ab	19,5Aa	21,0Aa
“Formosa”	10,91Aa	12,08Ba	12,66Ba	13,33Aa	12,25Ba	14,83Ba
Diâmetro (cm)						
“Papaya”	0,37Ab	0,58Aa	0,50Aa	0,43Bb	0,51Aa	0,48Aa
“Formosa”	0,38Aa	0,50Aa	0,60Aa	0,64Aa	0,56Aa	0,61Aa
Comprimento do caule (cm)						
“Papaya”	13,08Ab	16,5Aa	19,08Aa	14,08Ab	18,00Aa	19,50Aa
“Formosa”	8,91Aa	9,91Ba	8,58Ba	12,41Aa	11,58Ba	12,33Ba
Comprimento da raiz (cm)						
“Papaya”	32,91Aa	27,33Aa	33,58Aa	31,50Aa	30,66Aa	37,00Aa
“Formosa”	23,75Ba	29,50Ba	22,08Ba	29,75Aa	32,58Aa	28,33Ba

¹ T1: testemunha; T2: suspensão a 1% do insumo biológico de Nemax Ultra® (a base de substâncias húmicas e *Trichoderma* sp.); T3: suspensão a 1% do insumo biológico de Biomaphos® (a base de *B. subtilis* (BRM034840) e *B. megaterium* (CNPMS B119).); T4: combinação dos insumos biológicos Biomaphos® + Nemax Ultra® a 0,5% cada; T5: combinação Biomaphos® e Nemax Ultra® a 1 % cada; T6: combinação Biomaphos® + Nemax Ultra® a 2%. *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si para as variedades; Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si para os tratamentos.

Na Tabela 2 pode-se observar que o comprimento da raiz, nas mudas da variedade Papaya, não foram influenciados pelos tratamentos. A maior média observada foi com a combinação Nemax Ultra® + Biomaphos® a 2% (37,0 cm) e a menor média observada no NemaxUltra® isolado (27,33 cm). Na variedade Formosa, os tratamentos não influenciaram no comprimento da raiz, sendo a maior média observada na combinação Nemax Ultra® + Biomaphos® a 1% (32,58 cm) e a menor no Biomaphos® (22,08 cm). A variedade Papaya apresentou desenvolvimento superior à variedade Formosa quando submetida aos tratamentos com os insumos biológicos Nemax Ultra® e Biomaphos® isolados, e também comparando as testemunhas.

Embora os resultados terem demonstrado uma singela contribuição dos tratamentos para o desenvolvimento das mudas de mamão, nas diferentes variedades, vale destacar que os insumos

biológicos empregados possuem na sua composição microorganismos multifuncionais que desempenham importante papel no aumento da colonização radicular e podem atuar no estímulo ao desenvolvimento vegetal. O Nemax Ultra® é um bioativador da microbiota do solo composto por substâncias húmicas e *Trichoderma* sp. Já o Biomaphos® é um insumo a base de duas espécies de *Bacillus* sp. selecionados pela capacidade de solubilizar fosfato nos solos.

É notório que espécies do gênero *Trichoderma* são amplamente utilizadas na produção de plantas, tanto para o controle de doenças quanto para o aumento da produção (Harman, 2006). Este antagonista possui múltiplos mecanismos que melhoram a resistência das plantas às doenças, bem como o crescimento e a produtividade das plantas (Vinale et al., 2008). Além disso, espécies do gênero *Trichoderma* podem produzir metabólitos com

atividades análogas aos hormônios vegetais (Morales et al., 2004; Gravel et al., 2006), contribuindo com o desenvolvimento das vegetativo de plantas, como o mamão.

Morales-Payan & Stall (2004) avaliando o efeito de um estimulador de plantas à base de *Trichoderma* no crescimento de mudas de mamão, verificaram que a utilização destes produtos pode ser útil para aumentar várias características de crescimento e acelerar a produção de mudas de mamão para transplante.

Em outro estudo, Sánchez-Rangel et al., (2016) ao avaliar a eficácia de cepas nativas de *Trichoderma* spp. isoladas da rizosfera de mamão no controle da incidência do tombamento em mudas de mamão, observaram que a aplicação da cepa Trico-SP6 não apenas reduziu a doença, mas também teve um impacto positivo no crescimento das mudas de mamão. As mudas tratadas com Trico-SP6 apresentaram maior altura e diâmetro do caule em comparação com aquelas tratadas com fungicidas. Sugerindo que o uso de Trico-SP6 como agente de controle biológico não apenas ajuda no manejo de doenças, mas também promove um crescimento mais saudável e vigoroso das mudas de mamão.

Já o *Bacillus subtilis* é uma das rizobactérias mais amplamente estudadas no que diz respeito à promoção do crescimento das plantas. Ela é capaz de promover o crescimento das plantas, assim como controlar patógenos por meio de diversos mecanismos, incluindo a melhoria da disponibilidade de nutrientes e a síntese de fito-hormônios, bem como a produção de agentes antimicrobianos e a indução de resistência sistêmica induzida (BLAKE, et al., 2021). Cepas desta rizobactéria estão presentes no insumo biológico empregado neste estudo, o Biomaphos®.

Rivarez et al., (2021) avaliando a influência das bactérias endofíticas nativas, no crescimento e na tolerância à podridão bacteriana da coroa do mamoeiro observaram que além da ação como antagonistas aos patógenos, a promoção do crescimento das plantas contribuiu na redução da doença por meio dos metabólitos produzidos por estas bactérias endofíticas nativas, sugerindo sua contribuição para o aumento da aptidão do mamoeiro e sua tolerância à doença podridão bacteriana.

Ao analisar os dados obtidos neste estudo, pôde-se perceber que a inoculação combinada dos dois insumos biológicos foi capaz de induzir efeitos benéficos nos parâmetros de desenvolvimento das mudas de mamão. Estes microrganismos têm

habilidades complementares que, quando combinadas, podem ser mais eficazes do que quando atuam separadamente (COSTA, 2022).

A utilização de insumos biológicos, de forma combinada, na produção de mudas de mamão contribuiu para o incremento das características morfológicas da fruteira.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anandan, R.; Phan Dinh Phap, Soorianathasundaram, K., Kumar, N., Thirugnanakumar, S., Sudhakar, D.; Balasubramanian, P. (2010). Somatic embryogenesis in *Carica papaya* through zygotic embryo-derived callus culture. **Acta Hort.**, 851, 201-208. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.851.29.

Blake, C.; Christensen, M.N.; Kovács, Á.T. (2021). Molecular Aspects of Plant Growth Promotion and Protection by *Bacillus subtilis*. **Molecular plant-microbe interactions: MPMI**, 34(1), 15–25. <https://doi.org/10.1094/MPMI-08-20-0225-CR>

Costa, S.D.A.C. (2022). ***Bacillus subtilis* associado a *Trichoderma asperellum* e seus efeitos na morfometria, uso dos nutrientes e fisiologia de capim Marandu**: tese de doutorado. (Tese de Doutorado), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2022. 80 f.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). (2018). **Produção Brasileira de Mamão em 2017**. Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Gravel, V.; Antoun, H.; Tweddell, R. J. (2007). Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: Possible role of indole acetic acid (IAA). **Soil Biology and Biochemistry**, 39(8), 1968-1977.

Morales, J.M.P.; Stall, W.M. (2004). Papaya (*Carica Papaya*) transplant growth is affected by a trichoderma-based stimulator. **Proc.Fla.State Hort.Soc.** 117.227-231

Morales-Payan, J.P.; Stall, W. (2004). Papaya (*Carica papaya*) transplant growth is affected by a Trichoderma-based stimulator. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, 117, 227-231.

- Oliveira, J.R.P.; Trindade, A.V. (2000). **Propagação e formação do pomar**. In A. V. Trindade (Ed.), *Mamão. Produção: aspectos técnicos* (pp. 20-25). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia.
- Pio, R.; Gontijo, T.C.A.; Ramos, J.D.; Carrijo, E. P.; Toledo, M.; Visioli, E. L.; Tomasetto, F. (2004). Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Agrociência**, 10(4), 523-525.
- Posse, S.C.P. (2005). **Produção de mudas de mamoeiro: tratamento da semente, recipiente, substrato e condicionamento mecânico**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro–UENF.
- Rivarez, M.P.S. et al. (2021). Influence of native endophytic bacteria on the growth and bacterial crown rot tolerance of papaya (*Carica papaya*). PREPRINT (Versão 1). Disponível em **Research Square**: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-559032/v1>
- Sánchez-Rangel, J.C.; Jurado-Gómez, C.; Manzo-Sánchez, G.; Torres, M.Á.B.; Molina-Ochoa, J.; Chan-Cupul, W. (2016). **Biocontrol of damping-off diseases in *Carica papaya* (Linnaeus) seedlings under greenhouse conditions using *Trichoderma* spp.** Em 3rd Biotechnology Summit 2016, Ciudad Obregón, Sonora, México, 24 - 28 de outubro de 2016 (pp. 127-132).
- Santos, H.A.; Mello, S.C.M.; Peixoto, J.R. (2010). Associação de isolados de *Trichoderma* spp. e Ácido Indol-3-Butírico (Aib) na promoção de enraizamento de estacas e crescimento de maracujazeiro. **Bioscience Journal**, 26(6), 966-972.