

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E BIOESTIMULANTES NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DA CULTURA DO MAMOEIRO FORMOSA CV. BELA NOVA**

**FRANCYELLI BECKER LESCANO
LEANDRO SANTOS VALENSUELA**

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2025**

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E BIOESTIMULANTES NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DA CULTURA DO MAMOEIRO FORMOSA CV. BELA NOVA**

Francyelli Becker Lescano
Leandro Santos Valensuela

Orientador(a): Prof. Dra. Silvia Correa Santos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal da Grande Dourados,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V153a Valensuela, Leandro Santos ADUBAÇÃO ORGÂNICA, BIOESTIMULANTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MAMOEIRO FORMOSA CV. BELA NOVA [recurso eletrônico] / Leandro Santos Valensuela, Francyelli Becker Lescano. -- 2025. Arquivo em formato pdf. Orientadora: Silvia Correa Santos. TCC (Graduação em Agronomia) -Universidade Federal da Grande Dourados, 2025. Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio> 1. Bioinsumos. 2. Produção orgânica. 3. Fruticultura Tropical. 4. *Carica papaya*. 5. Resíduos orgânicos. I. Becker Lescano, Francyelli. II. Santos, Silvia Correa. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a). ©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E BIOESTIMULANTES NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DA CULTURA DO MAMOEIRO FORMOSA CV. BELA NOVA**

Por

Francyelli Becker Lescano
Leandro Santos Valensuela

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos
para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovado em:

Documento assinado digitalmente
 SILVIA CORREA SANTOS
Data: 05/12/2025 07:56:54-0300
Verifique em <https://validar.itи.gov.br>

Orientador(a): Prof. Dra. Silvia Correa Santos
Orientador – UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 ELISSANDRA PACITO TORALES
Data: 05/12/2025 17:03:27-0300
Verifique em <https://validar.itи.gov.br>

Prof. Dr. Elissandra Pacito Torales
Membro da banca – UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 BRUNO LENHART PINHEIRO
Data: 05/12/2025 17:17:11-0300
Verifique em <https://validar.itи.gov.br>

MSc. Bruno Lenhart Pinheiro
Membro da banca – UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradecemos a Deus, que nos concedeu forças e sabedoria, possibilitando a concretização de nossos objetivos ao longo desta trajetória acadêmica.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), pelos recursos disponibilizados e pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico proporcionada durante a realização deste trabalho.

Aos nossos pais e irmãos, pelo incentivo e apoio, enquanto nos dedicávamos à está esta jornada.

À professora Silvia Correa Santos, nossa orientadora, pelo desempenho dessa função com dedicação, competência e amizade.

Aos amigos, que estiveram ao nosso lado, pela amizade constante e pelo apoio oferecido durante todo o período de dedicação a este trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial ao Rafael Lima de Carvalho e Bruno Lenhart Pinheiro, pelo aprendizado compartilhado e pelo companheirismo demonstrado.

Manifestamos nossa gratidão à banca examinadora pela disponibilidade, pelas contribuições relevantes e pelas considerações enriquecedoras oferecidas durante a defesa deste trabalho de conclusão de curso.

"A persistência é o caminho do êxito"

(Charles Chaplin)

LESCANO, FRANCYELLI; VALENSUELA, LEANDRO. **Adubação orgânica e bioestimulantes no desenvolvimento inicial da cultura do mamoeiro formosa cv. Bela Nova** 2025. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agronômica) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2025

RESUMO

O mamoeiro (*Carica papaya L.*) é uma das principais frutíferas tropicais cultivadas no Brasil, destacando-se pela expressiva importância econômica e social. A utilização de microrganismos como promotores de crescimento em frutíferas, aliados aos resíduos orgânicos podem incrementar a produtividade da cultura, e gerar multibenefícios em sistemas orgânicos. Neste estudo, buscou-se avaliar como diferentes resíduos orgânicos e bioestimulantes influenciam o desenvolvimento inicial do mamoeiro Formosa cv. Bela Nova. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, utilizando quatro tipos de resíduos orgânicos — bovino, ovino, cama de frango e Organogreen onde foi utilizado 5kg de um dos resíduos por cova, associados a três bioestimulantes: *Bacillus subtilis* doses de 10 ml/planta., *Trichoderma harzianum* doses de 20ml/planta e *Chlorella sp* 5 ml/ planta. Foram analisados os seguintes indicadores: crescimento como altura das plantas, número de folhas, diâmetro do caule e índice de clorofila (SPAD), além do acompanhamento do florescimento e da frutificação. De modo geral, observou-se que a combinação entre resíduos orgânicos e bioestimulantes proporcionou ganhos expressivos no vigor e no crescimento das plantas. Os melhores resultados de altura foram obtidos com os resíduos bovino (78 cm), ovino (75 cm) e Organogreen (77,24 cm), enquanto a cama de frango apresentou o menor desempenho (68 cm). Entre os bioestimulantes, a *Chlorella sp.* (82 cm) e o *Trichoderma* (76 cm) promoveram os maiores incrementos em altura. O número de folhas foi superior nos tratamentos com resíduo bovino (28 folhas) e Organogreen (27 folhas), e o diâmetro do caule foi maior com o uso de resíduo ovino (3,8 cm). O índice SPAD, que indica o teor de clorofila, foi mais elevado nos tratamentos com resíduo bovino (48) e Organogreen (47), e com o bioestimulante *Chlorella sp.* (49). Além disso, essa prática estimula o uso racional de recursos naturais e contribui para uma agricultura mais equilibrada e ambientalmente responsável.

Palavras-chave: bioinsumos, produção agroecológica, fruticultura tropical, *Carica papaya*, resíduos orgânicos.

ABSTRACT

The papaya tree (*Carica papaya L.*) is one of the main tropical fruit crops grown in Brazil, standing out for its significant economic and social importance. The use of microorganisms as growth promoters in fruit crops, combined with organic residues, can enhance productivity and generate multiple benefits in organic production systems. In this study, the objective was to evaluate how different organic residues and biostimulants influence the initial development of the Formosa papaya cultivar Bela Nova. The experiment was conducted in a randomized block design, using four types of organic residues — cattle manure, sheep manure, poultry litter, and Organogreen, with 5 kg of one residue applied per planting hole — combined with three biostimulants: *Bacillus subtilis* at 10 mL per plant, *Trichoderma harzianum* at 20 mL per plant, and *Chlorella sp.* at 5 mL per plant. The following indicators were analyzed: plant height, number of leaves, stem diameter, and chlorophyll index (SPAD), in addition to monitoring flowering and fruit set. Overall, the combination of organic residues and biostimulants resulted in expressive gains in plant vigor and growth. The best height results were obtained with cattle manure (78 cm), sheep manure (75 cm), and Organogreen (77.24 cm), while poultry litter showed the lowest performance (68 cm). Among the biostimulants, *Chlorella sp.* (82 cm) and *Trichoderma* (76 cm) promoted the greatest increases in height. The number of leaves was higher in treatments with cattle manure (28 leaves) and Organogreen (27 leaves), while stem diameter was greater with the use of sheep manure (3.8 cm). The SPAD index, which indicates chlorophyll content, was highest in treatments with cattle manure (48) and Organogreen (47), and with the *Chlorella sp.* biostimulant (49). Furthermore, this practice promotes the rational use of natural resources and contributes to a more balanced and environmentally responsible agriculture.

Keywords: bioinputs, agroecological production, tropical fruit crops, *Carica papaya*, organic residues.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Dados de temperaturas máximas, médias, mínimas, e precipitações registradas no período do experimento, em Dourados-MS, 2025.....	25
Figura 2-Altura de plantas do mamoeiro Formosa em função do tempo (0, 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio). Dourados-MS, 2025.....	30
Figura 3Altura média de plantas de mamoeiro Formosa cultivadas com diferentes resíduos orgânicos (bovino, Organogreen (Faeca), cama de frango e ovino), Dourados-MS, 2025.....	31
Figura 4-Altura média de plantas de mamoeiro Formosa cultivadas com diferentes bioestimulantes (Bacillus, Chlorella e Trichoderma), com e sem aplicação. Dourados-MS, 2025.(As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si).....	32
Figura 5-Número de folhas de plantas de mamoeiro Formosa em função do tempo (0, 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio). Dourados-MS, 2025	33
Figura 6-Número médio de folhas de plantas de mamoeiro Formosa cultivadas em diferentes resíduos orgânicos (bovino, Organogreen (Faeca), cama de frango e ovino).	34
Figura 7-Número médio de folhas de plantas de mamoeiro Formosa cultivadas sob diferentes bioestimulantes (Bacillus, Chlorella e Trichoderma). Dourados-MS, 2025 . (As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si).....	35
Figura 8-Diâmetro médio do caule de plantas de mamoeiro Formosa em função do tempo (0, 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio). Dourados-MS, 2025	36
Figura 9-Diâmetro do caule (cm) de plantas de mamoeiro Formosa cultivadas em diferentes resíduos orgânicos. Dourados-MS, 2025	36
Figura 10-Diâmetro do caule (cm) de mudas de mamoeiro formosa submetidas a diferentes bioestimulantes (Microalga, Bacillus e Trichoderma). Dourados-MS, 2025.	38
Figura 11-Variação do índice SPAD em folhas de mamoeiro formosa em função do tempo (dias). Dourados-MS, 2025	38

Figura 12-Índice SPAD de mudas de mamoeiro formosa cultivadas em diferentes resíduos orgânicos (bovino, Organogreen (Faeca), cama de frango e ovino). Dourados-MS, 2025.....	40
Figura 13-Índice SPAD de mudas de mamoeiro formosa submetidas a diferentes bioestimulantes (Chlorella, Bacillus e Trichoderma). (Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade).....	41
Figura 14-Número de flores de mamoeiro formosa em função do tempo (dias), Dourados-MS, 2025.....	42
Figura 15-Número de flores do mamoeiro formosa cultivadas com diferentes resíduos (bovino, Organogreen (Faeca), cama de frango e ovino). Dourados-MS, 2025	43
Figura 16-Número de frutos em mudas de mamoeiro formosa ao longo do tempo (dias). Dourados-MS, 2025.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Atributos químicos do solo antes do plantio da cultura do mamoeiro cv. Bela Nova. UFGD, Dourados – MS, 2025.....	26
Tabela 2-Valores médios do índice SPAD em plantas de mamoeiro ‘Formosa’ submetidas à aplicação de diferentes bioestimulantes em distintos resíduos orgânicos. Dourados-MS, 2025	39

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1- Fases (1, 2, 3, 4) do experimento de mamoeiro cv. Bela Nova submetidos à aplicação de diferentes resíduos orgânicos e bioestimulantes. Dourados-MS, 2025.	49
--	----

SUMÁRIO

1	Introdução	12
2	Revisão Bibliográfica	14
2.1.	Aspectos econômicos	14
2.2.	Aspectos botânicos e importância da cultura do mamoeiro	14
2.3.	Uso de bioestimulantes na agricultura	15
2.3.1.	Uso do fungo <i>trichoderma</i> na agricultura	17
2.3.2.	Uso de microalgas (<i>chlorella</i> sp.)	18
2.3.3.	Uso de <i>bacillus</i> sp.	19
2.4.	Adubação orgânica em frutíferas	21
3.	Material e métodos	25
3.2.	Avaliações	28
4.	Resultados e discussão	29
5.	Conclusões	44
6.	Referências bibliográficas	45

1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya L.*) é uma frutífera cultivada em regiões tropicais e subtropicais de rápido crescimento, com produção durante o ano todo. O comércio internacional de frutos do mamoeiro é intenso, com boa aceitação e lucratividade, o que representa uma excelente oportunidade para os países produtores. O mamoeiro está entre as frutas mais exportadas pelo Brasil. O Espírito Santo continua sendo o maior exportador dessa fruta, em sua maioria para países da União Europeia (FAOSTAT, 2023; INCAPER, 2025).

Apesar da produção de mamoeiro ocorrer em diversos estados brasileiros, o Espírito Santo e a Bahia são os principais produtores, representando juntos cerca de 68,3% da produção nacional. O Ceará ocupa o terceiro lugar na produção, seguido pelo Rio Grande do Norte, fortalecendo a região Nordeste como principal produtora de mamoeiro. O Espírito Santo foi o maior produtor, com 403.278 toneladas e uma produtividade média de 58.667 kg/ha, responsável por 41,9% das exportações brasileiras, com um valor de US\$ 21.301.823 (BRASIL, 2023).

O mamoeiro é uma planta herbácea, tropical, nativa do noroeste da América do Sul, que possui crescimento rápido e ciclo de vida perene (GUERRA, 2020). É uma cultivar de clima quente, se adequando bem a temperaturas de 22 a 26 °C, e solos com textura areno-argilosas. Exige grande demanda hídrica ao longo do seu desenvolvimento e produção, com um consumo médio anual entre 1.200 e 3.125 mm, sendo necessária irrigação em regiões com baixa pluviosidade (FARIA et al. 2009). As flores são relativamente pequenas, afuniladas e com coloração que varia de banca a creme, podendo ser encontradas solitárias ou formando inflorescências, estaminadas, pistiladas ou hermafroditas. As superfícies dos estigmas são esverdeadas e os estames amarelos (COTRUT, et al.,2017).

O processo de decomposição da matéria orgânica transforma resíduos orgânicos em um composto rico em nutrientes, chamados de biofertilizantes. É uma prática antiga utilizada para o gerenciamento sustentável dos resíduos orgânicos, como uma forma de fertilizar o solo de maneira natural. Além de ser uma prática sustentável, proporciona benefícios, que podem ser utilizados, como adubo para enriquecer o solo, melhorar sua estrutura, aumentar a capacidade de retenção de água e fornecer nutrientes essenciais para as plantas, influenciando na

produtividade agrícola e reduzindo o uso de fertilizantes químicos (BOUWMAN et al., 2019).

Durante a fase de produção de mudas, produtos foram desenvolvidos e utilizados com potencial para promover o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Calvo et al. (2014) relatam que a utilização de bioestimulantes auxiliam na formação de um bom sistema radicular, desenvolvimento e produção das mudas, além de aumentar a tolerância a estresses bióticos e abióticos. Os bioestimulantes, como as bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCPs), podem promover benefícios às plantas por meio da colonização das raízes (HALDAR; SENGUPTA, 2015), ciclagem, solubilização e absorção de nutrientes, síntese de vitaminas, aminoácidos, sideróforos e hormônios promotores do crescimento (CHAUDHARY e SINDHU, 2016).

Neste contexto, alguns microrganismos destacam-se como bioinsumos de grande potencial, sendo os principais o *Bacillus subtilis*., que atua como BPCP e agente de biocontrole por sua capacidade de solubilizar nutrientes; o fungo *Trichoderma harzianum*, reconhecido por promover o crescimento vegetal e proteger contra patógenos; e a microalga *Chlorella* sp., utilizada como bioestimulante rico em fitohormônios e vitaminas.

O objetivo do trabalho é avaliar a associação entre microrganismos promotores de crescimento e resíduos orgânicos como estratégia para incrementar a produtividade do mamoeiro e promover múltiplos benefícios em sistemas orgânicos de cultivo.

2. HIPÓTESE

A utilização de resíduos orgânicos associados a *Bacillus* sp., *Trichoderma harzianum*, e *Chlorella* sp., como bioestimulantes, promoverão um impacto positivo no desenvolvimento inicial de mudas de qualidade do mamoeiro formosa.

3. OBJETIVO

Objetivou-se com este estudo avaliar a influência da associação de bioestimulantes e resíduos orgânicos no desenvolvimento inicial do mamoeiro Formosa cv. Bela Nova nas condições bioclimáticas do sul do Centro-Oeste.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ASPECTOS ECONÔMICOS

O Brasil apresenta grande destaque no que tange a produção do mamoeiro, encontrando-se na segunda posição em relação aos principais países produtores, ficando atrás somente da Índia (EMBRAPA,2023). O mamoeiro tem sido cultivado em todas as regiões do Brasil, com destaque para as regiões Sudoeste e Nordeste, alcançando uma área de 28.495ha^{-1} , e uma produtividade média de $44,10\text{t.ha}^{-1}$. No estado de Rondônia a cultura ocupou uma área de 262ha^{-1} , produção média de 4.224 toneladas, sendo que, o rendimento médio da fruta ficou abaixo da média nacional, $16,12\text{t.ha}^{-1}$ (IBGE, 2022).

Além de produzir para o mercado interno, o Brasil também exporta a fruta para outros países. Os principais importadores são os países da União Europeia, consumindo cerca de 90% das exportações. No ranking de exportações de frutas brasileiras, o mamoeiro ocupa a sétima posição (IBGE, 2021; EMBRAPA 2021).

Além da importância econômica da cultura, o cultivo do mamoeiro também possui valor social, pois viabiliza a geração de empregos e renda durante o ano inteiro, por necessitar de mão de obra de quantidade para a realização de manejos desde o plantio até a comercialização. Outro fator que auxilia o aumento da geração de empregos é a renovação de pomar, que ocorre, normalmente, a cada 2, 3 ou 4 anos, no máximo, em função da diminuição da produção e da qualidade dos frutos, garantindo assim a permanência do homem no campo e contribuindo para a redução do êxodo rural (GUERRA, 2020; EMBRAPA, 2021).

2.2. ASPECTOS BOTÂNICOS E IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MAMOEIRO

O mamoeiro é uma espécie frutífera originária do noroeste da América do Sul, que possui grande relevância econômica para o Brasil. No Brasil, o Nordeste se

destaca como o maior produtor, principalmente por ter características de solo e clima favoráveis para o cultivo do mamoeiro (GUERRA, 2020).

O mamoeiro é uma planta de porte herbáceo que apresenta crescimento rápido, podendo atingir até 8 metros de altura. Suas folhas têm pecíolos longos, chegando a setenta centímetros, e conforme a planta cresce, as folhas envelhecem e geralmente se desprendem da planta. O período de florescimento inicia-se a partir do terceiro mês após a germinação, e por apresentar polinização cruzada, pode ocorrer também a autopolinização. A primeira colheita pode ser realizada, em geral, a partir do oitavo mês após a germinação (GUERRA, 2020).

O desenvolvimento do mamoeiro pode ser influenciado pelas condições climáticas e do solo em que é cultivado. Para o cultivo do mamoeiro, o solo deve ter textura areno-argilosa, com pH entre 5,5 e 6,7. A região de cultivo precisa oferecer alta insolação, com temperaturas entre 22 °C e 26 °C, e precipitação de 1.800 a 2.000 mm por ano. Em condições adversas, a qualidade dos frutos pode ser comprometida (FARIA, 2009).

Trata-se de uma cultura com importância social, econômica e nutricional. O fruto tem sabor e aroma agradáveis, sendo rico em açúcares, carotenoides e vitamina C, o que desperta grande interesse dos consumidores, favorecendo o aumento da produção. Consequentemente, a necessidade de mão de obra torna-se constante, gerando emprego e renda e contribuindo para a redução do êxodo rural (EMBRAPA, 2023).

2.3. USO DE BIOESTIMULANTES NA AGRICULTURA

A utilização de biofertilizantes na agricultura podem beneficiar tanto ao meio ambiente quanto ao produtor rural, visto que este produto pode conter alguns dos nutrientes essenciais (nitrogênio, fósforo e potássio) para o desenvolvimento das plantas, proporcionar a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de diminuir a utilização de agroquímicos (SALES et al., 2020; AZEVEDO et al., 2020).

As fontes para a fabricação dos biofertilizantes são diversas e podem variar tanto quanto a composição, a origem e o meio de produção, no entanto os estercos de animais comumente utilizados podem fornecer nutrientes como fósforo e

potássio, apresentando maior disponibilidade em comparação a outras fontes adubo de mineral (BOTELHO et al., 2020).

Os biofertilizantes apresentam ações nutricionais e hormonais, podendo também exercer ações fungísticas e bacteriostáticas sobre fitopatógenos. Assim, os biofertilizantes promovem as atividades fisiológicas e estimulam o desenvolvimento de plantas atuando sobre a floração, a ação foliar, o enraizamento e a atividade da germinação das sementes, podendo também se destacar no meio agrícola por ser rico em macro e em micronutrientes. São fertilizantes que se caracterizam pela incorporação facilitada ao solo, compostos por materiais em decomposição ou em forma líquida, podendo contribuir como biodefensivo (ROCHA e al., 2020).

O uso de bioestimulantes vegetais é uma estratégia para reduzir a dependência dos fertilizantes e seus impactos negativos à medida que otimiza o uso destes insumos. São produtos à base de substâncias e/ou microrganismos que aumentam a eficiência nutricional, a tolerância ao estresse abiótico e/ou a qualidade dos cultivos, com efeitos dissociados do teor nutricional dos produtos (DU JARDIN, 2015).

Tais microrganismos têm sido utilizados principalmente para biocontrole (SANTOS-TORRES et al., 2021), no entanto, a presença da enzima ACC deaminase que é produzida por bactérias, mostrou conferir características promotoras de crescimento (SANTOYO et al., 2019) e protetoras de plantas em resposta a estresse abiótico, como salinidade e déficit hídrico (KUMARI, 2016). Ferraz et al, (2014) observaram que os hormônios contidos em 12 bioestimulantes são moléculas sinalizadoras, presentes naturalmente nas plantas em pequenas concentrações, responsáveis por efeitos marcantes no desenvolvimento vegetal. Esta substância pode aumentar a absorção de água e nutrientes, devido ao crescimento do sistema radicular, além de favorecer o equilíbrio hormonal.

As rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCV) são definidas como bactérias que habitam a rizosfera de plantas realizando funções que promovem o crescimento vegetal e são beneficiadas pelos exsudados das raízes (AHEMAD & KIBRET, 2014). De acordo com Singh et al. (2017), essas rizobactérias exercem efeitos benéficos sobre as plantas por diferentes mecanismos de ação, sendo diretos (fixação biológica de nitrogênio, solubilização do fosfato, produção de fitormônios) ou indiretos (produção de sideróforos e biofilme).

Vários gêneros de bactérias (*Acetobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* e *Serratia*) foram relatados como capazes de promover o crescimento das plantas, incrementos na produtividade de grãos, aumento na emergência de sementes, biomassa vegetal e rendimento da colheita; e resistência às doenças (KANG et al., 2019).

2.3.1. USO DO FUNGO *Trichoderma* NA AGRICULTURA

O uso de microrganismos na produção de mudas tem se mostrado uma alternativa interessante e cada vez mais explorada, especialmente quando são combinados com materiais orgânicos nos substratos. Entre os mais estudados, os fungos do gênero *Trichoderma* se destacam por sua versatilidade. *Trichoderma*, um fungo biológico amplamente utilizado para controle de pragas de plantas, existe principalmente no solo, ar, superfície de plantas e outros ambientes ecológicos e pode controlar efetivamente uma variedade de doenças de plantas (HAOUHACH et al., 2020; ZHENG et al., 2021; WANG R. et al., 2022).

Fungos do gênero *Trichoderma* podem ser encontrados em regiões de clima tropical e temperado, habitando tanto a matéria orgânica do solo quanto a rizosfera das plantas. São conhecidos por formar colônias com micélio branco e apresentar crescimento rápido, com grandes quantidades de conídios de cor verde cobrindo as colônias (ABREU, PFENNING, 2019).

São capazes de estabelecer uma relação direta com o patógeno fúngico, inibindo seu crescimento e disseminação. Além disso, há uma indução indireta da resistência local ou sistêmica da planta, que ocorre através da liberação de produtos pelas paredes celulares das plantas hospedeiras e dos microrganismos infectantes. Essa interação complexa entre o microrganismo antagonista, o patógeno fúngico e a planta hospedeira é fundamental para a caracterização da cepa fúngica de *Trichoderma* (COPPOLA et al., 2019).

Podem ter ação bioestimulante, com mecanismos que resultam principalmente, na promoção do crescimento vegetal e/ou na redução dos efeitos de estresses abióticos. Tais mecanismos abrangem: a produção de compostos rizosféricos e indução da produção de fitohormônios, que beneficiam o desenvolvimento radicular; a disponibilidade de nutrientes, produção de sideróforos e aceleração da mineralização da matéria orgânica e; a indução de tolerância

sistêmica e modulação dos mecanismos de defesa das plantas (KUPPUSAMY et al., 2019). Na cultura da banana, o *Trichoderma* promove o crescimento vegetal e reduz a incidência de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* (QIN et al., 2017; TARIBUKA et al., 2017).

Trichoderma é capaz de produzir metabólitos com diversas atividades, sendo as mais interessantes para o campo agrícola a capacidade de promover o crescimento de plantas, bem como a capacidade de inibir o crescimento de fitopatógenos, seja por uma ação direta ou por uma indução de resistência sistêmica nas plantas hospedeiras (POVEDA, 2020).

Outros metabólitos também foram mencionados por Vinale et al. (2020) que apresentam efeito positivo no desenvolvimento das plantas, como Koninginins C, 6-Pentyl-A-Pyrone, Trichocaranes A - D, Harzianopiridona, Ciclonerodiol, Harzianolida e Ácido Harzianico.

Além desses, outros metabólitos podem modular a expressão de genes relacionados ao crescimento radicular e resistência ao estresse, como Trichocaranos A, B, C e D, Tricoconina VI (Tk VI), β-Mirceno, cis- e trans -β-ocimeno, além de Ácido Harziânico, C 8 compostos derivados de oxilipina: 3-octanol, 1-octen-3-ol e 2-octanona, que atuam como regulador de crescimento e modulam a defesa da planta (MACÍAS & RODRÍGUEZ et al, 2020)

2.3.2. USO DE MICROALGAS (*Chlorella* sp.)

As microalgas formam um grupo diverso de organismos fotossintetizantes, de origem polifilética, que inclui tanto organismos eucarióticos quanto cianobactérias, que são procariontes. Esses microrganismos chamam atenção por suas características únicas, como o rápido crescimento, o cultivo relativamente simples, o baixo custo operacional e a capacidade de se adaptar a diferentes condições ambientais. Por conta dessas qualidades, é possível cultivá-los mesmo em áreas pequenas ou em locais normalmente inadequados para a agricultura convencional (ODJADJARE et al., 2017).

Nos últimos anos, a procura por produtos provenientes de cultivos que causem menores impactos adversos ao meio ambiente tem se intensificado, já que os consumidores estão optando por produtos com menor necessidade de insumos que deixam resíduos (VENDRUSCOLO et al., 2018). O uso de microalgas na

agricultura tem se mostrado uma alternativa promissora, especialmente por oferecer uma forma mais sustentável de substituir ou reduzir a dependência de insumos químicos não renováveis, sem prejudicar a produtividade das lavouras (DAGNAISSE, 2023; FERREIRA et al., 2021).

Atualmente, cresce o interesse em utilizar microalgas na formulação de produtos agrícolas como biofertilizantes, bioestimulantes e biopesticidas, contribuindo para sistemas de cultivo mais ecológicos e eficientes (DAGNAISSE, 2023; FERNÁNDEZ et al., 2021).

Apesar do potencial, o principal desafio ainda é transformar os avanços obtidos em laboratório em soluções viáveis em escala industrial, o que exige investimentos e desenvolvimento tecnológico (DAGNAISSE, 2023; FERNÁNDEZ et al., 2021). A fabricação e uso de algas marinhas em produtos dermatológicos, medicamentos e cosméticos são bem conhecidos. Os benefícios da utilização são ainda mais substanciais e atualmente estão presentes também na agricultura. Produtores compartilham o uso de tecnologias compostas por algas como respostas a lavouras mais eficazes e sustentáveis (PUGLIESI et al., 2016).

As espécies de microalgas e macroalgas (MARTINI et al., 2021) são caracterizadas como sendo de fácil cultivo, rápido desenvolvimento, além de serem consideradas ecologicamente corretas (SHAIMA et al., 2021).

A biomassa das algas apresenta alto potencial com efeitos bioestimulantes, principalmente as produzidas nas condições de clima tropical, devido aos altos níveis de aminoácidos livres, proteínas, carboidratos, lipídios (GUEDES et al., 2018) e nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (GONZÁLEZ PÉREZ et al., 2022). São também consideradas bioestimulantes, pois são produtos capazes de atuar nos processos fisiológicos das plantas, melhorando a produtividade e a qualidade do cultivo (XU; GEELEN, 2018; LI et al., 2021), auxiliando na formação do sistema radicular, e consequentemente, no desenvolvimento das mudas (CALVO et al., 2014).

Além da utilização como biofertilizantes, Onias et al. (2018) afirmam que as microalgas são alternativas empregadas para o revestimento de frutas com o objetivo de conservação e redução de perdas pós-colheita, especialmente para mercados de exportação e consumo.

Barone et al. (2018), ao investigarem o uso de bioestimulantes à base de extratos das microalgas *Chlorella vulgaris* e *Scenedesmus quadricauda* aplicados

via solo na cultura da beterraba (*Beta vulgaris L.*), observaram efeitos positivos nas características radiculares e na expressão de genes relacionados à absorção de nutrientes, resultando em melhorias significativas no crescimento e vigor das plantas.

2.3.3. USO DE *Bacillus* sp.

As bactérias do gênero *Bacillus* são agentes eficientes no controle biológico e conhecida 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).

O *Bacillus subtilis* é uma das rizobactérias comumente 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).

O gênero *Bacillus* comprehende 191 espécies e quatro subespécies, que estão presentes naturalmente no ar, solo e água. O seu potencial promotor de crescimento e biocontrole já foi evidenciado por diversos estudos (MELO,2015)

As bactérias do gênero *Bacillus* possuem algumas vantagens em relação às outras, uma vez que são resistentes à dessecação, produzem endósporo de resistência, possuem capacidade de sobrevivência quando formuladas com polímeros e inertes, além de apresentarem mecanismos antagônicos (MELO,2015).

Além dos efeitos sobre o crescimento e rendimento, o gênero *Bacillus* tem se mostrado eficaz no controle de doenças foliares em frutíferas. Wang et al. (2023) avaliaram uma cepa endofítica de *Bacillus subtilis* GUCC4 em maracujá (*Passiflora edulis*), demonstrando que essa bactéria reduziu significativamente a severidade da podridão foliar causada por *Nigrospora sphaerica*, ao mesmo tempo em que promoveu maior crescimento da planta, com incremento de área foliar e massa seca, em comparação ao controle. Esse efeito combinado de promoção de crescimento e controle de patógenos destaca o potencial do gênero *Bacillus* como ferramenta biotecnológica sustentável em fruticultura.

De forma semelhante, estudos com videira (*Vitis vinifera*) demonstraram resultados promissores. A cepa *Bacillus velezensis* GUMT319 apresentou efeito benéfico no controle de patógenos e melhoria das características físico-químicas dos frutos. As plantas tratadas mostraram aumento no comprimento e diâmetro dos frutos, maior firmeza e peso médio superior em relação às plantas controle (LI et al., 2022). O tratamento com *B. velezensis* influenciou positivamente a qualidade do solo e a diversidade microbiana na rizosfera, contribuindo para o equilíbrio do ecossistema radicular e consequentemente, para a produtividade da cultura.

2.4. ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM MAMOEIRO

Os adubos podem ser classificados em sintéticos minerais (químicos) e orgânicos, de acordo com sua composição. Os minerais, também denominados fertilizantes químicos, são obtidos pela extração e processamento de minerais, constituindo-se em misturas de sais que fornecem os principais nutrientes exigidos pelas plantas. Em contraste, os adubos orgânicos são oriundos de materiais de origem animal ou vegetal em decomposição, resultantes de processos físicos, químicos e biológicos mediados por microrganismos (SOUZA et al., 2018). Esses adubos apresentam elevada eficiência no fornecimento de nutrientes, promovem a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, aumentam a produtividade das culturas e contribuem para a reciclagem de resíduos orgânicos, reduzindo riscos de contaminação ambiental e auxiliando na mitigação de impactos climáticos adversos (TIMSINA, 2018).

O uso de fertilizantes, tanto orgânicos quanto minerais, desempenha um papel fundamental na agricultura, pois contribui diretamente para o aumento da produtividade e para a melhoria da qualidade das culturas. Com o objetivo de promover um solo mais saudável para as plantas e reduzir os impactos ambientais, a aplicação de adubos de origem orgânica tem ganhado cada vez mais espaço nas propriedades rurais. Essa prática é especialmente valorizada em locais onde é possível reaproveitar resíduos orgânicos gerados na própria produção, transformando-os em insumos úteis para o cultivo (SANTOS et al., 2019).

Barbosa et al. (2023) afirmam que diversos resíduos de origem orgânica podem ser utilizados para a construção de substratos para mudas. Dentre estes resíduos orgânicos, destacam-se a casca de arroz carbonizada, o esterco bovino e a

turfa. 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. O esterco bovino é um tipo de composto que reduz a perda de nitrogênio e retém o fósforo no solo. Além disso, pode estimular o crescimento das plantas, retendo mais água e equilibrando a temperatura do solo ao longo do dia (CARNEIRO E VIEIRA, 2020).

O esterco de bovinos e de frangos são resíduos orgânicos amplamente utilizados na agricultura desde a antiguidade para melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, devido à sua riqueza em carbono e nutrientes. Eles ajudam a aumentar o teor de matéria orgânica (MO) e manter a microbiota do solo (SILVA et al., 2014). A adição de diferentes doses e fontes de esterco ao solo contribui para o desenvolvimento das raízes das plantas, devido ao seu efeito como condicionador do solo, ampliando a área de exploração radicular e aumentando a eficiência do sistema radicular (SOARES et al., 2015).

A maioria dos nutrientes presentes em adubos orgânicos encontra-se associada à fração orgânica da matriz, e é imprescindível compreender os processos de decomposição e mineralização microbiana responsáveis pela liberação gradativa desses elementos ao solo. O conhecimento das taxas e cinéticas de mineralização permite sincronizar a liberação de nutrientes com as demandas fenológicas das culturas, otimizando a disponibilidade de N, P e K no momento de maior extração pela planta e reduzindo a necessidade de insumos minerais suplementares (ISLAM et al., 2021; ALLAM et al., 2022).

Além disso, o manejo adequado das fontes orgânicas, considerando sua origem, relação C:N, maturidade e as condições edafoclimáticas contribui para minimizar perdas por lixiviação e emissões de gases, promovendo maior eficiência do esterco e dos compostos orgânicos, reduzindo impactos ambientais associados ao uso inadequado dessas fontes (ISLAM et al., 2021; ALLAM et al., 2022).

A aplicação de cama de frango tem sido amplamente estudada em fruticultura por seu elevado teor de matéria orgânica e nutrientes (N, P, K), bem como por sua capacidade de melhorar propriedades físicas e biológicas do solo, refletindo em aumento de produção e qualidade dos frutos quando manejada adequadamente. Estudos demonstraram que doses e formas de aplicação (esterco fresco, compostado ou combinado com N mineral) influenciam a disponibilidade de N e a qualidade do fruto, sendo muitas vezes possível reduzir parte da adubação

mineral quando se utiliza cama de frango bem estabilizada, sem prejuízo da produção. Contudo, recomenda-se avaliar a maturidade do material e o risco de salinização e de disponibilização rápida de N, ajustando taxa e época de aplicação para sincronizar a mineralização orgânica com a demanda fenológica da cultura (TAO et al., 2022; NING et al., 2022).

A utilização de fertilizantes orgânicos derivados de aves tem mostrado respostas positivas na produtividade e na fertilidade do solo quando integrada a práticas de manejo adequadas. Metanálises recentes indicam que a aplicação racional de esterco de aves e outros adubos orgânicos pode aumentar significativamente a produção de hortaliças (A fertilização orgânica aumentou a produtividade das hortaliças em média 44,11% em comparação ao controle sem fertilizante orgânico), sobretudo quando consideradas características do adubo (C:N, fração de N orgânico), textura do solo e duração dos ensaios. A substituição parcial do N mineral por cama de frango é uma estratégia viável para reduzir insumos minerais e melhorar atributos de qualidade, desde que sejam avaliadas as taxas de mineralização e eventuais efeitos a longo prazo sobre pH e acúmulo de sais. (XIANG et al., 2022).

O esterco ovino, isoladamente ou em compostagem/vermicompostagem com resíduos vegetais, apresenta bom potencial como fonte nutritiva para fruteiras e hortaliças, contribuindo para o incremento do carbono orgânico do solo, maior retenção hídrica e melhora na qualidade de produtos hortícolas. Ensaios com vermicomposto e compostos à base de esterco ovino apontam ganhos em crescimento e qualidade de folhas/frutos, além de benefícios microbiológicos no rizosfera; entretanto, o efeito depende fortemente do processo de estabilização (compostagem x fresco), dose aplicada e características edáficas locais. Assim, recomenda-se a pré-estabilização (compostagem/vermicompostagem) do esterco ovino e ensaios locais de doseamento para otimizar a sincronização entre mineralização e demanda da planta, minimizando riscos ambientais (ZHA et al., 2024; MUPAMBWA et al., 2024).

Como a maior parte dos nutrientes nos adubos orgânicos está presente na forma orgânica, é essencial entender como ocorre a decomposição e a liberação desses nutrientes no solo. Ter esse conhecimento ajuda a planejar melhor o uso do adubo, garantindo que os nutrientes estejam disponíveis no momento certo para as plantas. Além disso, esse cuidado contribui para evitar impactos ambientais

indesejados e permite um aproveitamento mais eficiente do esterco como fonte nutritiva (CARNEIRO E VIEIRA, 2020).

Portanto, espera-se também que esses adubos possam contribuir para o aumento da disponibilidade de nutrientes, capacidade de troca de cátions, aeração e retenção de umidade do solo, resultando em maior uniformidade das plantas e incremento na produtividade

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na área Experimental de Irrigação na Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, localizada a uma altitude média: 411,75 m com uma latitude: 22°13'52,4495"S e sua longitude: 54°59'10,5372"W, no período de setembro de 2024 a julho 2025, em Dourados-MS, Brasil.

As condições climáticas da cidade de Dourados, de acordo com a denominação de Köppen, é do tipo Am (Tropical Monçônico), com seus verões quentes e invernos secos, as temperaturas elevadas observadas nos meses de dezembro e janeiro e temperaturas menores entre maio e agosto, acontecendo com chuvas excessivas na primavera/verão e déficit hídrico no outono/inverno (FIETZ et al., 2017). O solo da área do experimento é classificado como um Latossolo Vermelho Distroférrico.

Na Figura 1 estão os dados climáticos que compreendem o período do experimento no campo.

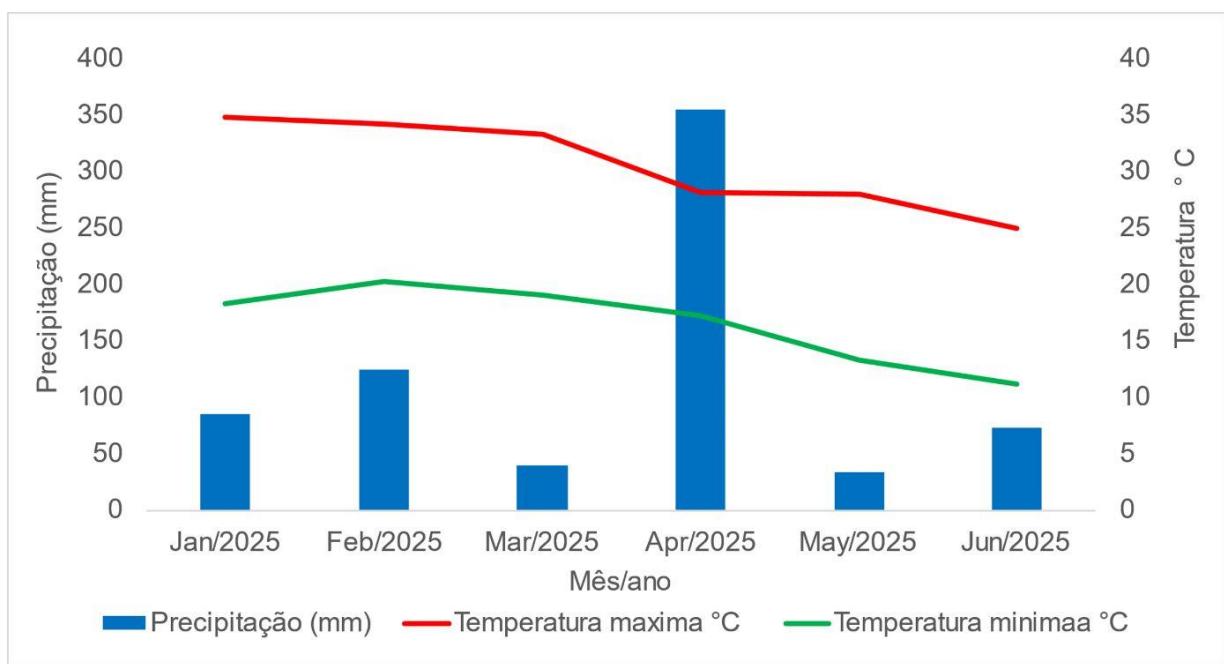


Figura 1. Dados de temperaturas máximas, médias, mínimas, e precipitações registradas no período do experimento no campo, em Dourados-MS, 2025.

As mudas de mamoeiro formosa (*Carica papaya L. cv. Bela Nova*) foram cultivadas em tubetes plásticos, utilizando substrato comercial previamente umedecido para garantir aeração e retenção de água.

O fornecimento hídrico foi realizado diariamente, de modo a manter a umidade adequada ao desenvolvimento radicular e ao crescimento vegetativo das plantas. Ao atingirem cerca de 15 cm de altura, as mudas foram consideradas aptas para o plantio e, posteriormente, transferidas para o campo permanecendo em viveiro por 135 dias até o transplante para o campo, que ocorreu no início de janeiro de 2025.

Foram utilizadas mudas de híbridos da variedade mamoeiro formosa que foram transplantadas para a condição de campo, em espaçamento 3x2m, em arranjo triangular.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro blocos, utilizando os seguintes tratamentos: a) quatro resíduos orgânicos - esterco bovino, o resíduo Organogreen (Faeca), cama de frango e esterco ovino; e b) três bioestimulantes (*Bacillus* sp., *Trichoderma harzianum*, *Chlorella* sp.), com e sem aplicação.

O solo da área é Latossolo Vermelho Distroférrico de textura argilosa. Amostras do solo foram coletadas nas profundidades de 0-20 cm, e 20-40 cm, para determinação das características químicas da área (Tabela 1). De acordo com a análise, não foi necessária a calagem na área do experimento.

Tabela 1. Atributos químicos do solo antes do plantio da cultura do mamoeiro cv. Bela Nova. UFGD, Dourados – MS, 2025.

PROF.(CM)	PH CaCl ₂	P (mg/dm ³)	K (cmolc/dm ³)	Al (cmolc/dm ³)	Ca (cmolc/dm ³)	Mg (cmolc/dm ³)	H+Al (cmolc/dm ³)	pH SMP	SB (cmolc/dm ³)	T (cmolc/dm ³)	V% (g/dm ³)	MO
0-20	5,05	21,94	0,238	0,00	8,9555	7,8218	4,16	6,27	17,02	21,18	80,3	30,1458
20-40	5,02	17,22	0,114	0,00	4,8306	2,3396	4,07	6,29	7,28	11,36	64,1	25,5782
0-20	5,04	12,94	0,096	0,00	5,046	2,4119	3,91	6,33	7,55	11,46	65,9	22,453
20-40	5,08	19,50	0,29	0,00	6,471	3,9318	4,12	6,28	10,69	14,81	72,2	28,9438
0-20	5,11	28,79	0,43	0,00	5,5735	2,0668	4,03	6,3	8,87	12,90	68,7	30,1458
20-40	5,21	17,36	0,11	0,00	4,7113	2,5475	3,40	6,46	7,37	10,77	68,4	24,6166

As mudas de mamoeiro formosa (*Carica papaya L. cv. Bela Nova*) foram produzidas em setembro de 2024, permanecendo em viveiro até dezembro de 2024.

As mudas foram cultivadas em tubetes plásticos, utilizando substrato comercial previamente umedecido para garantir aeração e retenção de água.

O fornecimento hídrico foi realizado diariamente, de modo a manter a umidade adequada ao desenvolvimento radicular e ao crescimento vegetativo das plantas. Ao atingirem cerca de 15 cm de altura, as mudas foram consideradas aptas para o plantio e, posteriormente, transferidas para o campo no início de janeiro de 2025, onde se iniciou a condução do experimento.

Para o plantio, foram preparadas 96 covas com dimensões de $0,50 \times 0,50 \times 0,50$ m, onde foram instaladas as mudas conforme o delineamento experimental. A adubação de plantio consistiu na aplicação de 5 kg de resíduos orgânicos por cova, utilizando-se esterco bovino, resíduo Organogreen (Faeca), cama de frango ou esterco ovino, de acordo com cada tratamento. Também foram aplicados N3 YURIN ($107,38 \text{ g cova}^{-1}$) e POTASIL YURIN ($100,78 \text{ g cova}^{-1}$) no momento do plantio. Posteriormente, foram realizadas reaplicações aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio. Aos 30 dias, aplicaram-se novamente $107,38 \text{ g cova}^{-1}$ de N3 YURIN e $100,78 \text{ g cova}^{-1}$ de POTASIL YURIN; e aos 60, 90 e 120 dias aplicaram-se $80,00 \text{ g cova}^{-1}$ de N3 YURIN e $80,00 \text{ g cova}^{-1}$ de POTASIL YURIN em cada intervalo.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, avaliando-se quatro resíduos/substratos (R1, R2, R3 e R4) combinados com seis subtratamentos (MI \odot , MI(s), TI \odot , TI(s), Bacillus \odot e Bacillus(s)), totalizando 24 tratamentos (4×6). Cada tratamento foi repetido quatro vezes, resultando em 96 unidades experimentais. Cada parcela foi composta por seis plantas, com arranjo de 12 metros lineares por parcela, sendo quatro resíduos por linha, totalizando 48 metros e 24 plantas por linha experimental.

As aplicações dos bioestimulantes foram realizadas em três parcelamentos, aos 0, 15 e 30 dias após o plantio das mudas de mamoeiro, visando favorecer o desenvolvimento inicial das plantas e a colonização do sistema radicular. Foram utilizados os produtos BioAction Power, HarziPlus e *Chlorella* sp. (Biotrop). O BioAction Power, à base de *Bacillus* sp., foi aplicado na dose total de 10 mL/planta, diluído em 1 litro de água/planta, correspondendo a 3,33 mL/planta em cada uma das três aplicações, totalizando 960 mL do produto. O HarziPlus, contendo *Trichoderma harzianum*, foi aplicado na dose total de 20 mL/planta, equivalente a 6,67 mL/planta por aplicação, totalizando 1,92 L/planta. Já o bioestimulante

Chlorella sp. (Biotrop), foi aplicado na dose total de 5 mL/ planta, fracionada igualmente em três aplicações de 1,67 mL/planta.

As aplicações foram realizadas de forma individual, utilizando seringa graduada para a medição precisa das doses e um bêquer para a diluição e homogeneização das soluções, as quais foram aplicadas manualmente no coletor das plantas, próximo à região radicular, sempre nas primeiras horas da manhã, evitando períodos de alta radiação solar.

O manejo fitossanitário foi conduzido de forma preventiva e corretiva, de acordo com a ocorrência de pragas durante o período experimental. Observou-se a presença de pulgões (*Aphis spp.*), mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e cochonilhas (*Pseudococcidae*), pragas recorrentes na cultura do mamoeiro e favorecidas por condições de temperatura e umidade elevadas. Além dessas, registrou-se a incidência de lagartas mastigadoras, destacando-se a lagarta-mandorová (*Erinnyis ello*), proveniente de áreas próximas cultivadas com mandioca, e a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*), originária de talhões de soja adjacentes ao experimento. A densidade observada foi de aproximadamente três a quatro lagartas a cada 30 plantas avaliadas, com ocorrência pontual de até seis indivíduos de lagarta-mandorová.

Para o controle dessas pragas foram adotadas medidas integradas, incluindo a aplicação do inseticida Connect® (Imidacloprido) para as lagartas, seguindo as recomendações técnicas do fabricante, e o uso de óleo essencial de Neem (*Azadirachta indica*) em formulações comerciais registradas, empregado no manejo alternativo de pulgões, mosca-branca e cochonilhas.

Complementarmente, foram executadas capinas manuais e roçadeira sempre que necessário, visando ao controle de plantas espontâneas e à manutenção das condições adequadas de sanidade e desenvolvimento do experimento. O monitoramento contínuo das pragas e doenças foi essencial para assegurar o equilíbrio fitossanitário da área experimental e prevenir perdas produtivas.

A irrigação foi realizada de forma localizada, por gotejamento (Petroísa, modelo Manari), com mangueiras espaçadas a 3,0 m entre si e gotejadores posicionados a cada 2,0 m. O sistema era constituído por linhas laterais de polietileno dotadas de emissores autocompensantes com vazão nominal de 2 L h⁻¹, instalados próximos à zona radicular de cada planta. O manejo hídrico foi conduzido

com acionamento diário do sistema por duas horas contínuas, resultando em uma aplicação média de 4 L planta m^{-1} dia^{-1} , correspondente a uma lâmina bruta de aproximadamente 0,67 mm dia $^{-1}$. Considerando uma eficiência média de 90%, a lâmina líquida efetivamente aplicada foi de 0,6 mm dia $^{-1}$, o que representa cerca de 10 a 15% da evapotranspiração da cultura (ETc) do mamoeiro em fase reprodutiva.

Esse regime de irrigação foi adotado com o objetivo de manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo, assegurando condições hídricas adequadas ao desenvolvimento fisiológico das plantas e prevenindo o estresse hídrico ao longo do período experimental.

3.2. AVALIAÇÕES

As avaliações de desenvolvimento vegetativo foram realizadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio. Inicialmente foi feita avaliação do estabelecimento das mudas, e a taxa de sobrevivência.

Foram avaliados os seguintes indicadores morfológicos:

- a) **Altura de plantas** - AP (cm), determinada pela distância do coleto até a inflexão da folha mais alta, com o auxílio de régua e trena;
- b) **Diâmetro do coleto** - DC, a 1,0 cm acima do nível do substrato, como uso de paquímetro digital,
- c) **Número de folhas; Índice de clorofila** - utilizando o clorofilômetro SPAD-502 (Konica-Minolta, Tokyo, Japan). Foram realizadas entre as 8 e 10 horas da manhã, sempre no primeiro par de folhas, com medições nas mesmas folhas.
- d) **Contagem do número de flores e frutos** - foi realizada de forma manual e visual, considerando-se as estruturas reprodutivas presentes em cada planta dentro das parcelas experimentais. As avaliações foram efetuadas aos 90 dias, contabilizando-se separadamente o número de flores abertas e de frutos já formados, visando acompanhar a dinâmica reprodutiva e o potencial produtivo das plantas ao longo do ciclo.

As avaliações também forneceram dados ao longo do tempo para as análises de regressão.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2019), aplicando-se análise de variância (ANOVA) e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, $p \leq 0,05$ de

probabilidade. As médias das características avaliadas no tempo, quando significativas (teste F), foram submetidas à análise de regressão ($P \leq 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas apresentou crescimento progressivo ao longo do tempo, ajustando-se a modelo quadrático com elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,97$). O incremento foi mais acentuado entre 30 e 90 dias, fase correspondente ao intenso crescimento vegetativo, caracterizado por maior expansão foliar e acúmulo de biomassa (Figura 2).

Esse comportamento reflete o aumento da atividade fotossintética e a mobilização de reservas para o crescimento do caule, comum em frutíferas de rápido estabelecimento inicial (SILVA et al., 2024). Estudos em bananeira e mamoeiro confirmam que a curva de crescimento em altura segue padrão exponencial até a fase de diferenciação floral, estabilizando-se posteriormente (Couto et al., 2022).

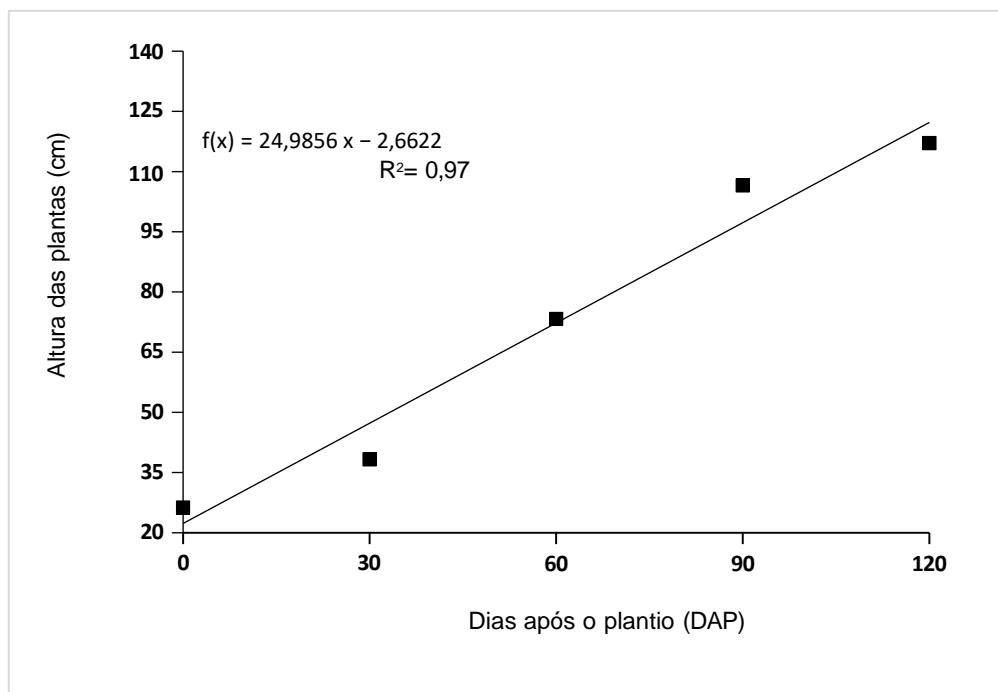


Figura 2. Altura de plantas do mamoeiro Formosa em função do tempo (DAP). Dourados-MS, 2025.

A altura das plantas foi influenciada significativamente pelos substratos (Figura 3) e bioinsumos (Figura 4) de forma isolada. Os tratamentos com esterco bovino (78 cm), Organogreen (77,24 cm) e ovino (74 cm) não diferiram

estatisticamente entre si e apresentaram os maiores valores médios, enquanto que com cama de frango, houve menor incremento em altura (59,98 cm).

O melhor desempenho nos substratos bovino, Organogreen ovino estão provavelmente associados à maior disponibilidade e equilíbrio de nutrientes, em especial N e P, fundamentais para a expansão celular e o alongamento caulinar (NAWAZ et al., 2023). Em contraste, a cama de frango a alta mineralização pode ter comprometido a permanência e a eficiência fisiológica dos microrganismos no solo, reduzindo sua função como microrganismo promotor de crescimento. Isso pode resultar em menor solubilização de nutrientes, menor produção de fitohormônios e menor proteção radicular, afetando o desenvolvimento inicial da planta. (Silva et al., 2024).

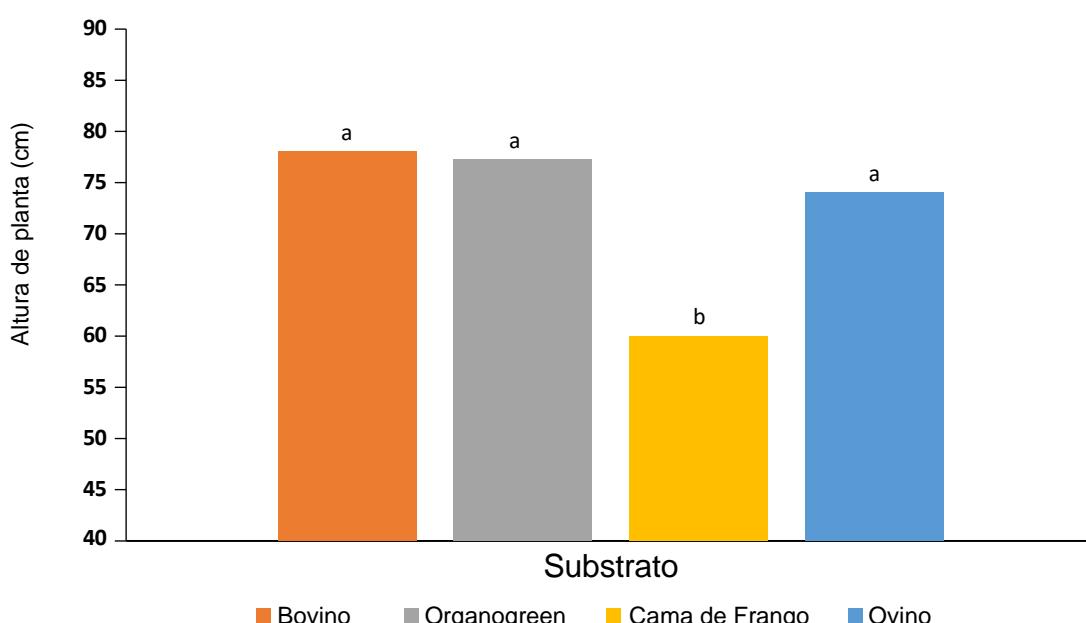


Figura 3. Altura média de plantas de mamoeiro Formosa cultivadas com diferentes resíduos orgânicos (bovino, Organogreen, cama de frango e ovino), Dourados-MS, 2025. (As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si).

A altura das plantas foi significativamente influenciada pelos bioestimulantes (Figura 4). Os tratamentos com microalga (76,36 cm), sem *Bacillus* (77,06 cm) e com *Trichoderma* (76,9 cm) apresentaram maiores médias e compuseram o grupo estatístico superior (Scott-Knott, $p \leq 0,05$). Em contraste, os tratamentos com *Bacillus* (65,84 cm) e sem *Trichoderma* (66,07 cm) apresentaram os menores valores.

O incremento obtido com a aplicação de microalgas e *Trichoderma* pode ser atribuído à presença de fitormônios e metabólitos bioativos que estimulam divisão celular, elongação e maior eficiência na absorção de nutrientes (Moraes et al.,

2024). Além disso, *Trichoderma* spp. tem efeito conhecido na promoção do crescimento radicular, o que potencializa a absorção hídrica e nutricional, refletindo no desenvolvimento da parte aérea (Souza et al., 2022). Por outro lado, o menor desempenho observado nos tratamentos com *Bacillus* e sem *Trichoderma* indica que a ausência de estímulo fisiológico reduziu a capacidade de crescimento inicial das plantas. Esse resultado pode explicado por não existir uma dose e forma de aplicação específica de bioestimulantes como o *Bacillus* e o *Trichoderma* para a cultura do mamão. Isso implica que a dosagem e a forma de aplicação utilizadas podem não ter sido as mais eficientes para promover o crescimento nos estágios iniciais, levando a um desempenho inferior nos tratamentos.

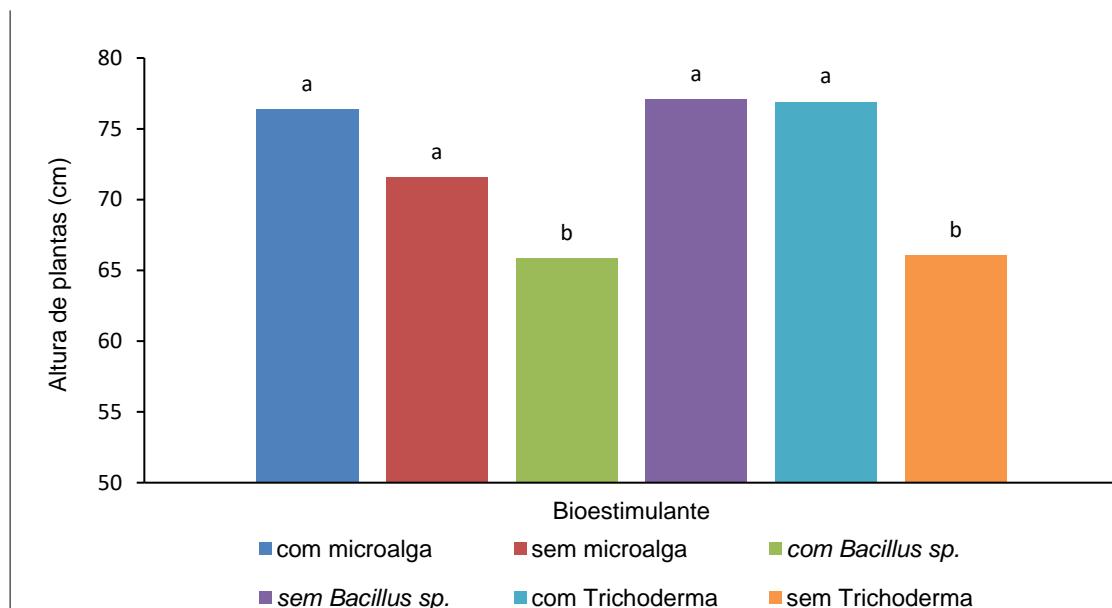


Figura 4. Altura média de plantas de mamoeiro Formosa cultivadas com diferentes bioestimulantes (*Bacillus*, *Chlorella* e *Trichoderma*), com e sem aplicação. Dourados-MS, 2025. (As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si).

O número de folhas em mamoeiro Formosa ajustou-se a modelo quadrático positivo, com coeficiente de determinação de 0,90 (Figura 5). Observou-se crescimento inicial lento até 30 dias após o plantio, seguido por incremento progressivo a partir de 60 dias, com maior intensidade entre 90 e 120 dias, quando as plantas alcançaram em média 72 folhas.

Esse padrão de resposta está associado à fase de estabelecimento e expansão vegetativa, em que ocorre intensificação da atividade fotossintética e maior demanda por assimilados. O aumento do número de folhas é determinante para a interceptação de radiação e produção de fotoassimilados, sendo um dos principais indicadores de vigor em frutíferas tropicais (SILVA et al., 2024).

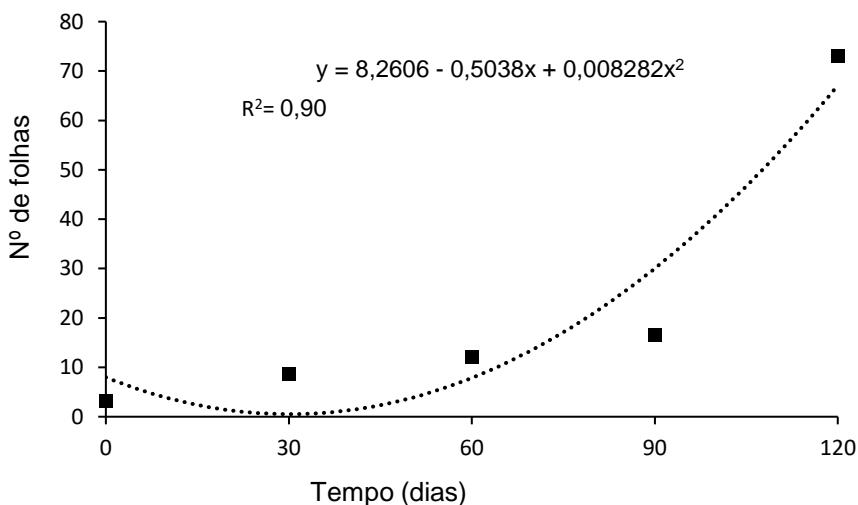


Figura 5. Número de folhas de plantas de mamoeiro Formosa em função do tempo (DAP). Dourados-MS, 2025 (Os pontos representam as médias observadas e a linha pontilhada corresponde ao modelo quadrático ajustado).

O número de folhas foi significativamente influenciado pelos resíduos orgânicos (Figura 6). Os tratamentos com esterco bovino (24,5), Organogreen (24,0) e ovino (23,8) não diferiram estatisticamente entre si (Scott-Knott, $p \leq 0,05$), apresentando os maiores valores médios. Em contraste, a cama de frango (19,5) resultou em menor emissão foliar.

O maior número de folhas utilizando os resíduos bovino, Organogreen e ovino pode ser explicado pelo fornecimento mais equilibrado de nutrientes, principalmente nitrogênio, essencial para a síntese de proteínas e clorofila, e fósforo, associado ao metabolismo energético (NAWAZ et al., 2023). Esses nutrientes favorecem a emissão e manutenção de folhas funcionais, fundamentais para a interceptação luminosa e produção de fotoassimilados em frutíferas tropicais.

No entanto, é fundamental ressaltar que uma afirmação categórica sobre o "equilíbrio" desses nutrientes em comparação com os demais tratamentos (incluindo a cama de frango, que possui finalidade fertilizante similar) depende da determinação precisa da composição química. O projeto encontra-se em fase de

execução, e a análise química detalhada de todos os substratos ainda está pendente. A expectativa é que essa análise, quando concluída, revele variações nas quantidades e biodisponibilidade dos nutrientes que justifiquem o maior desempenho dos tratamentos com resíduos bovino, Organogreen e ovino, fornecendo a base quantitativa necessária para robustecer esta discussão.

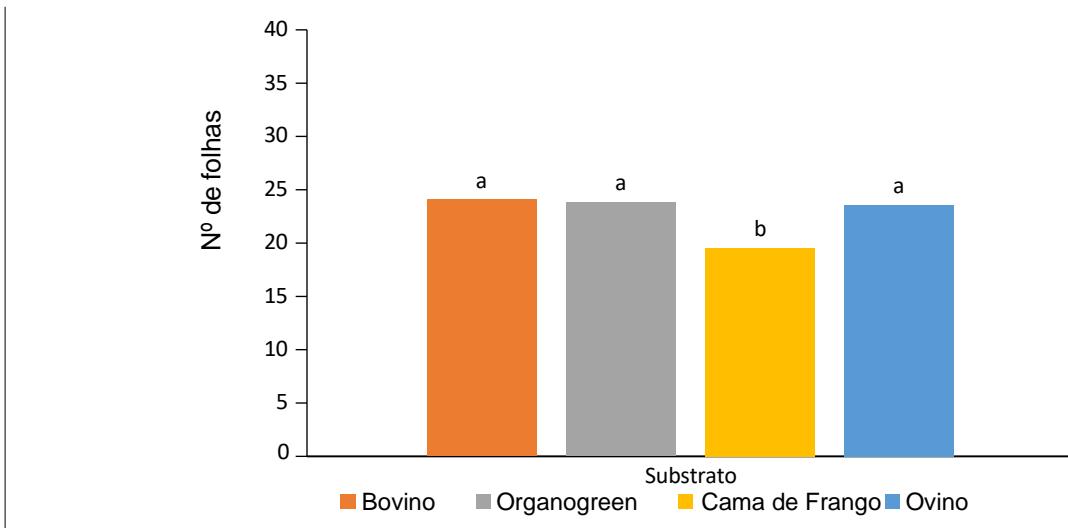


Figura 6. Número médio de folhas de plantas de mamoeiro Formosa cultivadas em diferentes resíduos orgânicos (bovino, Organogreen (Faeca), cama de frango e ovino). Dourados-MS, 2025. (As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si).

O número de folhas foi significativamente afetado pelos bioestimulantes (Figura 7). Os tratamentos com microalga (23,6), sem *Bacillus* (24,8) e com *Trichoderma* (25,0) apresentaram maiores médias e foram agrupados estatisticamente como superiores (Scott-Knott, $p \leq 0,05$). Em contrapartida, os tratamentos com *Bacillus* (19,6) e sem *Trichoderma* (20,7) exibiram menor emissão foliar.

O incremento no número de folhas observado com microalgas e *Trichoderma* pode ser atribuído ao aporte de metabólitos bioativos, incluindo fitormônios e aminoácidos, que modulam a divisão celular e favorecem o crescimento vegetativo. Gonçalves et al. (2023) demonstraram que microalgas aumentam o crescimento e a emissão foliar em diferentes espécies, devido ao aporte de compostos orgânicos e melhoria da nutrição nitrogenada. De forma semelhante, o efeito positivo de bioestimulantes na emissão de folhas em frutíferas foi relatado em goiabeira, onde o uso de extratos vegetais e microrganismos

aumentou significativamente o número de folhas e o vigor das plantas (GURJAR & SINGH, 2024).

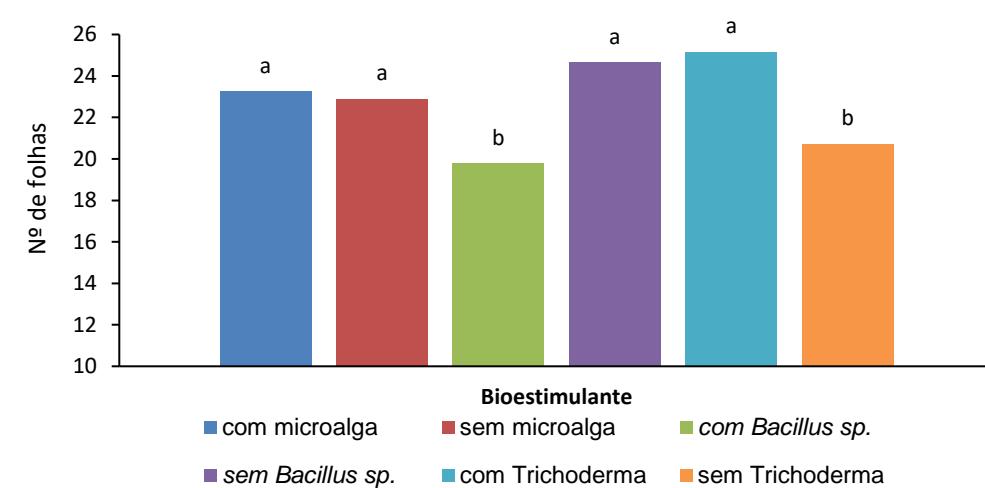


Figura 7. Número médio de folhas de plantas de mamoeiro Formosa cultivadas sob diferentes bioestimulantes (Bacillus, Chlorella e Trichoderma). Dourados-MS, 2025 . (As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si).

O diâmetro do caule do mamoeiro Formosa apresentou ajuste a modelo quadrático, com coeficiente de determinação de 0,55 (Figura 8). Observou-se incremento até aproximadamente 90 dias após o plantio, seguido de redução aos 120 dias. O comportamento sugere que a fase inicial de crescimento vegetativo foi marcada pela expansão do caule, enquanto a partir do florescimento houve redistribuição de fotoassimilados para órgãos reprodutivos, reduzindo o acúmulo no caule.

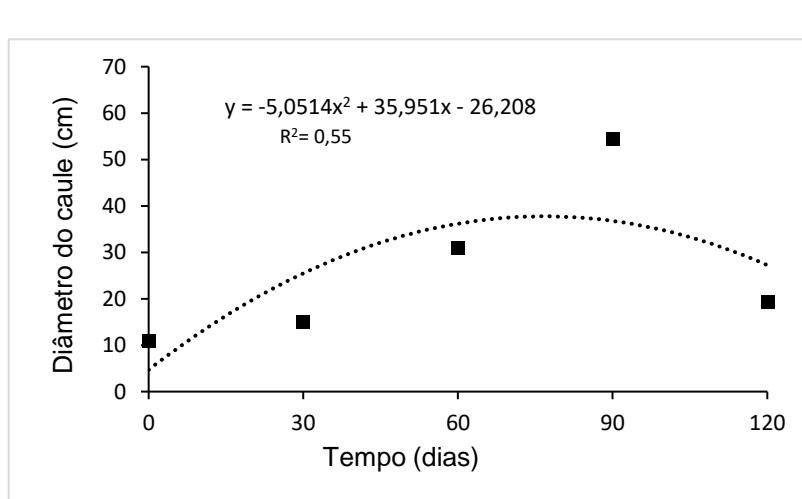


Figura 8. Diâmetro médio do caule de plantas de mamoeiro Formosa em função do tempo (0, 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio). Dourados-MS, 2025. (Os pontos representam as médias observadas e a linha pontilhada corresponde ao modelo quadrático ajustado).

Esse padrão é coerente com a fisiologia do mamoeiro, cuja transição do crescimento vegetativo para o reprodutivo altera a partição de assimilados, priorizando folhas e estruturas reprodutivas em detrimento do caule (SOUZA et al., 2021). Tendência semelhante foi relatada por Oliveira et al. (2023), que observaram redução no acúmulo de biomassa do caule em frutíferas tropicais a partir do início da fase reprodutiva.

O diâmetro do caule do mamoeiro Formosa variou de acordo com os resíduos orgânicos avaliados, apresentando diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($p<0,05$). Os maiores valores foram observados nos resíduos orgânicos bovino, ovino e Organogreen , que não diferiram entre si, enquanto a cama de frango apresentou o menor desempenho (Figura 9). Esses resultados evidenciam que a qualidade e a composição química do resíduo orgânico influenciam diretamente o desenvolvimento caulinar da cultura.

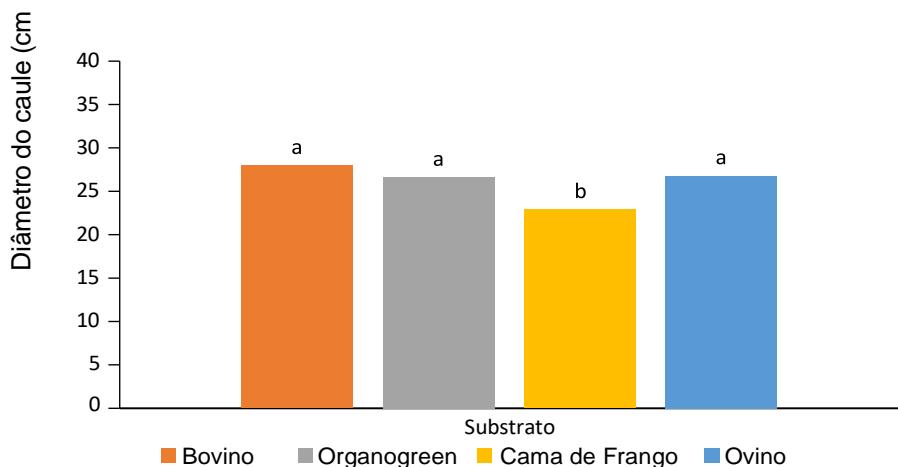


Figura 9. Diâmetro do caule (cm) de plantas de mamoeiro Formosa cultivadas em diferentes resíduos orgânicos. Dourados-MS, 2025. (Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade).

O melhor desempenho nos resíduos bovino, ovino e Organogreen pode estar relacionado ao fornecimento mais equilibrado de nutrientes, especialmente nitrogênio e potássio, que favorecem a expansão celular e o espessamento dos tecidos de sustentação. Estudos com papaya demonstraram que resíduos orgânicos ou resíduos, como biochar de cama de aves aplicado em substrato, promovem aumento no diâmetro do caule e vigor nas mudas (SILVA & GUERRA, 2021).

Carvalho et al. (2022), por outro lado, observaram que a menor resposta da cama de frango pode decorrer da volatilização de nitrogênio, assim como de

disponibilização menor de nutrientes, reduzindo o crescimento do caule. Em experimento com extrato de microalgas em formas enriquecidas, verificou-se que sob níveis altos de estresse salino, o diâmetro do caule foi significativamente menor, indicando limitação nutricional aguda (Nascimento et. al, 2024).

O diâmetro do caule de mudas de mamoeiro Formosa foi significativamente influenciado pelos diferentes bioestimulantes (Figura 10). Os tratamentos com aplicação de microalgas e *Trichoderma* (e ausência de *Bacillus*) apresentaram os maiores valores médios, agrupados na mesma classe estatística, diferindo dos tratamentos com *Bacillus* e ausência de *Trichoderma*, que exibiram os menores diâmetros. Isso indica uma sinergia eficiente entre os micro-organismos promotores de crescimento na arquitetura estrutural das mudas.

O maior diâmetro é impulsionado pelos efeitos específicos desses bioinsumos: as microalgas são notáveis fornecedoras de fitormônios (como auxinas e citocininas), compostos que agem diretamente na divisão e alongamento celular no câmbio vascular, processo essencial para o crescimento secundário do caule. Simultaneamente, o fungo *Trichoderma* spp. suplementa esta ação, não só por sua capacidade de produzir auxinas endógenas, mas também por otimizar a absorção de nutrientes (como o fósforo), fornecendo a energia metabólica necessária para a intensa divisão celular.

Essa ação conjunta de estímulo hormonal e nutricional resulta em uma maior robustez estrutural da muda, que se manifesta em um aumento da área seccional dos vasos condutores (xilema e floema). O caule mais grosso não apenas confere maior resistência mecânica, mas também otimiza o transporte de água, nutrientes e fotoassimilados, sendo um indicador crucial da qualidade da muda antes do transplantio. Resultados semelhantes, que destacam o incremento no crescimento vegetativo em frutíferas sob uso de bioinsumos, foram relatados por Silva et al. (2022)., ao observar incremento no crescimento vegetativo em frutíferas sob uso de bioinsumos.

O efeito observado pode estar associado ao aumento da disponibilidade de nutrientes e estímulo fisiológico ao crescimento celular, promovido por compostos bioativos presentes nas microalgas e pela atuação de *Trichoderma* como agente de promoção de crescimento e supressão de estresses.

Estudos recentes destacam que o uso integrado de bioestimulantes contribui para maior vigor das mudas e eficiência fotossintética, resultando em incremento no diâmetro do caule, parâmetro diretamente relacionado à qualidade do plantio (OLIVEIRA et al., 2023; SANTOS et al., 2024). Dessa forma, o uso combinado desses insumos se mostra estratégico para o desenvolvimento inicial do mamoeiro, reforçando sua relevância na produção sustentável.

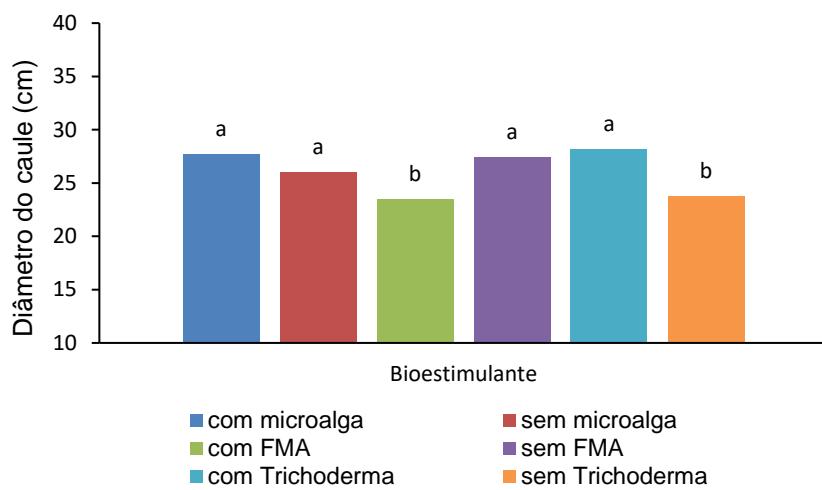


Figura 10. Diâmetro do caule (cm) de mudas de mamoeiro formosa submetidas a diferentes bioestimulantes (Microalga, Bacillus e Trichoderma). Dourados-MS, 2025.

(Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si).

O índice SPAD apresentou ajuste quadrático significativo em função do tempo, com coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,98$). Observou-se incremento progressivo da clorofila até aproximadamente 100 dias, seguido por tendência de estabilização (Figura 11). Esse padrão indica que, no mamoeiro formosa, há intensificação da atividade fotossintética no período inicial de crescimento, fundamental para o acúmulo de biomassa. Resultados semelhantes foram observados por Lima et al. (2021) em mudas de frutíferas tropicais, destacando o SPAD como indicador confiável da eficiência fisiológica.

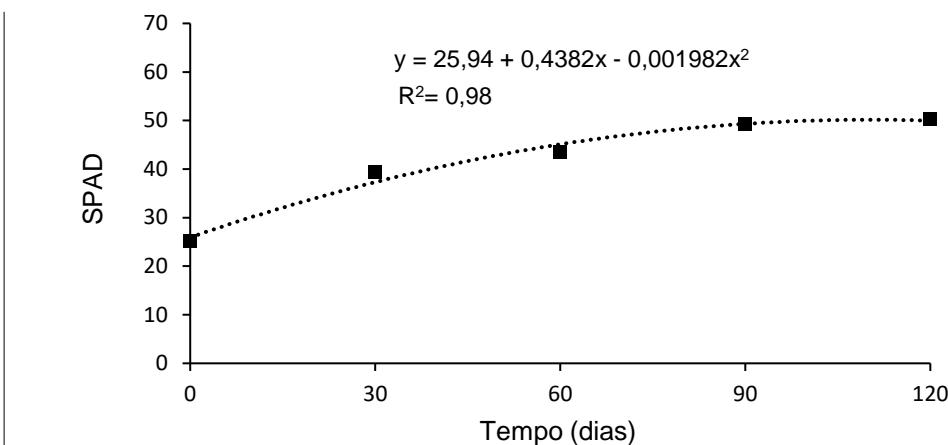


Figura 11. Variação do índice SPAD em folhas de mamoeiro formosa em função do tempo (dias). Dourados-MS, 2025.

A avaliação do índice SPAD nas folhas de mamoeiro Formosa evidenciou diferenças significativas entre os bioestimulantes e os resíduos orgânicos utilizados (Tabela 2). Observou-se que as aplicações de *Chlorella* e *Trichoderma* elevaram os valores de SPAD, principalmente nos resíduos orgânicos bovino e Organogreen, indicando maior teor de clorofila foliar e, consequentemente, potencial fotossintético superior. Em contrapartida, nos tratamentos sem aplicação de bioestimulantes, os valores de SPAD foram inferiores, sobretudo para cama de frango, sugerindo limitação nutricional na ausência de estímulo fisiológico.

Esses resultados corroboram com estudos recentes em milho e girassol, nos quais a pulverização foliar com *Trichoderma* elevou em até 19% o índice SPAD, promovendo incremento na eficiência fotossintética e no crescimento inicial das plantas (MORAES et al., 2024). De forma semelhante, a relação positiva entre SPAD e teor de nitrogênio foliar em frutíferas, como pêssego, já foi documentada, com coeficientes de correlação variando entre 0,65 e 0,77, o que reforça o uso do índice como indicador indireto da nutrição nitrogenada (SILVA et al., 2021).

A melhora do SPAD também pode ser atribuída ao efeito fisiológico dos bioestimulantes sobre a absorção de nutrientes e a modulação hormonal. O uso de *Trichoderma asperellum* tem sido associado ao aumento da biomassa aérea e radicular em diferentes culturas, como soja e milho, refletindo em maior acúmulo de pigmentos fotossintéticos e melhor eficiência de uso da luz (SOUZA et al., 2022).

No presente estudo, esse efeito foi mais evidente em resíduos orgânicos de maior aporte nutricional.

Tabela 2. Valores médios do índice SPAD em plantas de mamoeiro ‘Formosa’ submetidas à aplicação de diferentes bioestimulantes em distintos resíduos orgânicos. Dourados-MS, 2025.

Bioestimulante	Resíduos			
	Bovino*	Organogreen	Cama de Frango	Ovino
Com Chlorella	42,05 Aa	43,87 Aa	44,53 Aa	44,99 Aa
Sem Chlorella	42,52 Aa	45,80 Aa	24,79 Bb	46,96 Aa
Com Bacillus	40,84 Aa	36,80 Aa	35,20 Aa	36,77 Aa
Sem Bacillus	49,19 Aa	45,86 Aa	36,30 Aa	46,13 Aa
Com Trichoderma	43,84 Aa	45,64 Aa	45,28 Aa	44,78 Aa
Sem Trichoderma	44,37 Aa	47,32 Aa	26,73 Bb	36,25 Ab

*(Letras maiúsculas na coluna comparam a aplicação dos bioestimulantes em cada substrato, enquanto letras minúsculas na linha comparam os resíduos orgânicos dentro de cada bioestimulante, pelo teste de Scott-Knott ($p>0,05$)).

Além disso, o índice SPAD apresenta relação direta com parâmetros fotoquímicos, como a fluorescência máxima. Em mamoeiro, já foi comprovado que valores mais elevados de SPAD estão associados ao maior conteúdo de pigmentos fotossintéticos e maior eficiência da fotossíntese (OLIVEIRA et al., 2020). Assim, os resultados obtidos neste trabalho indicam que a aplicação de bioestimulantes, sobretudo *Trichoderma* em resíduos orgânicos equilibrados, contribui para a manutenção de maior capacidade fotossintética ao longo do desenvolvimento até o florescimento, condição essencial para sustentar o vigor vegetativo e o futuro ciclo de produção.

O índice SPAD das mudas de mamoeiro formosa variou em função do tipo de substrato utilizado. Os resíduos orgânicos, como bovino (43,8), ovino (42,64) e Organogreen (44,21) apresentaram os maiores valores de clorofila foliar (Figura 12), agrupados estatisticamente. Em contrapartida, a cama de frango (35,47) apresentou os menores valores de SPAD, diferindo dos demais tratamentos. Esses resultados indicam que resíduos orgânicos de origem bovina, ovina e Organogreen contribuíram para o suprimento de nutrientes essenciais, favorecendo o acúmulo de pigmentos fotossintéticos. Achados semelhantes foram relatados por Martins et al. (2021) em mudas de frutíferas, destacando que a composição química do substrato influencia diretamente o estado nutricional das plantas.

A análise do índice SPAD em função dos bioestimulantes revelou diferenças significativas. Os tratamentos com aplicação de *Chlorella*, ausência de *Bacillus* e presença de *Trichoderma* apresentaram os maiores valores médios de SPAD (Figura 13), agrupando-se estatisticamente, enquanto os tratamentos sem microalga, com *Bacillus* e sem *Trichoderma* apresentaram valores inferiores. Esse resultado demonstra que determinados bioestimulantes têm efeito positivo na manutenção da clorofila foliar, refletindo em maior eficiência fotossintética. Tendência semelhante foi observada por Silveira et al. (2021) em mudas frutíferas, onde a aplicação de bioinsumos promoveu incremento da atividade fisiológica.

O número de flores de mamoeiro formosa apresentou ajuste quadrático em função do tempo, com coeficiente de determinação satisfatório ($R^2 = 0,84$). Observou-se baixo florescimento até os 60 dias, seguido de incremento acentuado a partir dos 90 dias após a emergência (Figura 14), alcançando valores próximos a 6 flores por planta. Esse padrão indica que a fase reprodutiva do mamoeiro ocorre de forma tardia, em consonância com seu ciclo fenológico. Resultados semelhantes foram observados em outras frutíferas tropicais, onde o florescimento foi associado à maior acúmulo de biomassa e ao desenvolvimento fisiológico da planta (KIM & KIM, 2024).

O aumento progressivo do número de flores pode estar relacionado ao acúmulo de reservas fotossintéticas, aliado ao papel de bioestimulantes e microrganismos benéficos no estímulo da fase reprodutiva. Outros trabalhos destacam que a disponibilidade de nutrientes e o equilíbrio hormonal são determinantes para a indução floral, sendo o manejo adequado do crescimento inicial essencial para o florescimento eficiente (SOLOMON et al., 2023; YAO et al., 2023).

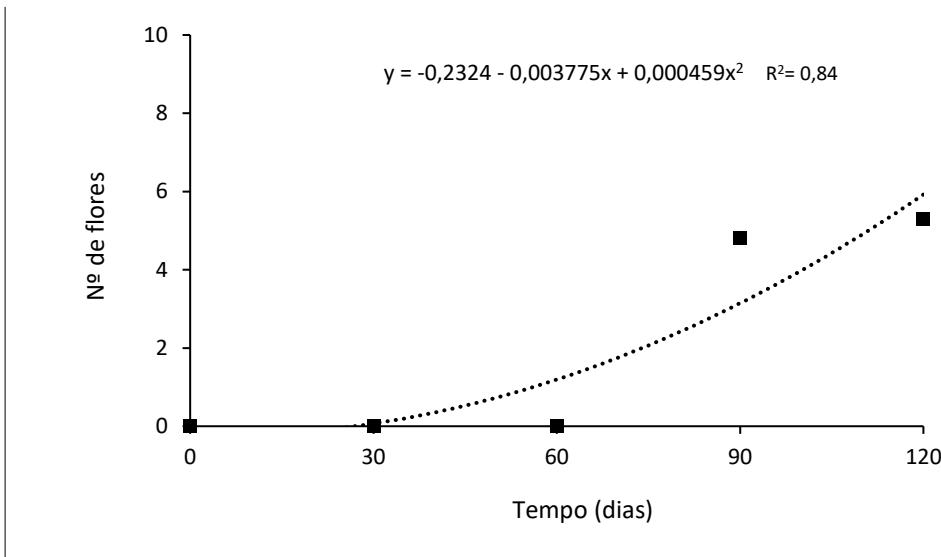


Figura 14. Número de flores de mamoeiro formosa em função do tempo (dias), Dourados-MS, 2025.

O número de flores de mamoeiro formosa foi significativamente influenciado pelo tipo de substrato utilizado. Observou-se que os resíduos orgânicos bovino, ovino e Organogreen apresentaram maior emissão floral, agrupando-se estatisticamente na mesma classe, enquanto a cama de frango resultou no menor número de flores (Figura 15). Esses resultados evidenciam que resíduos orgânicos com maior estabilidade química favorecem a indução reprodutiva, enquanto resíduos avícolas podem liberar sais ou compostos em excesso que reduzem o desempenho fisiológico. Tendência semelhante foi observada por Sant'Anna et al. (2024), que relataram efeito diferenciado de dejetos bovinos e cama de frango na dinâmica nutricional do solo e resposta vegetal.

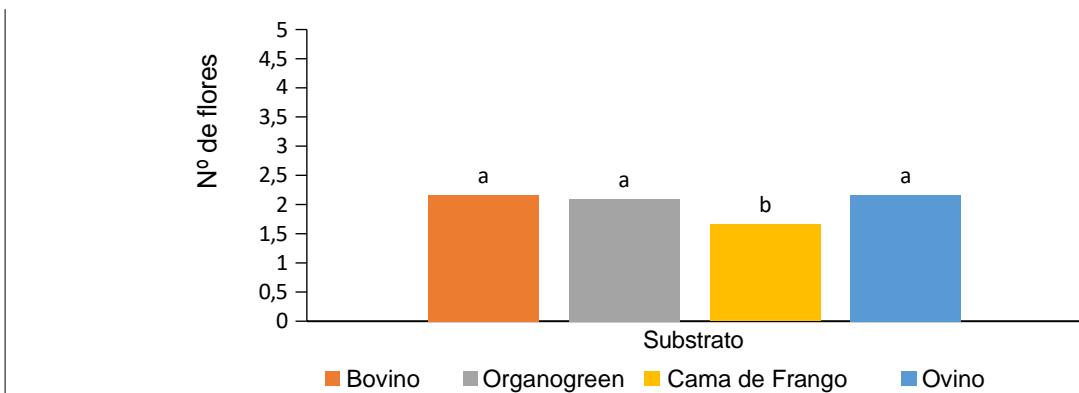


Figura 15. Número de flores do mamoeiro formosa cultivadas com diferentes resíduos (bovino, Organogreen, cama de frango e ovino). Dourados-MS, 2025 (Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade).

O número de frutos apresentou ajuste significativo ao modelo quadrático em função do tempo apresentando o maior valor aos 120 DAP (valor?), observa-se que até os 60 dias não houve produção de frutos, iniciando-se a frutificação somente após esse período (Figura 16). A partir dos 90 dias, verificou-se incremento expressivo, atingindo valores próximos a 5 frutos aos 120 dias. Esse padrão evidencia que a transição da fase vegetativa para a reprodutiva no mamoeiro formosa ocorre de maneira tardia, com concentração da frutificação no terço final do ciclo avaliado.

Adicionalmente, é crucial considerar a variável climática, visto que o mamoeiro é extremamente sensível ao frio. A ocorrência de períodos de baixa temperatura ou, em casos mais extremos, geadas, especialmente nas fases iniciais do ciclo (antes dos 60 DAP), pode ter retardado ou prejudicado a indução e o desenvolvimento dos primórdios florais, estendendo o período vegetativo. Tais estresses térmicos forçam a planta a canalizar energia para a sobrevivência em vez da reprodução, resultando na frutificação tardia e concentrada nos períodos subsequentes de temperaturas mais amenas ou ideais.

A dinâmica observada está diretamente relacionada à fisiologia reprodutiva da espécie, que depende do acúmulo de biomassa e reservas fotossintéticas para suportar a emissão e fixação dos frutos. Esse comportamento é coerente com os resultados encontrados para outras frutíferas tropicais, nas quais a frutificação tende a apresentar curva sigmoide, com fase inicial de latência seguida por aumento exponencial da produção (SOUZA et al., 2022; ROCHA et al., 2023).

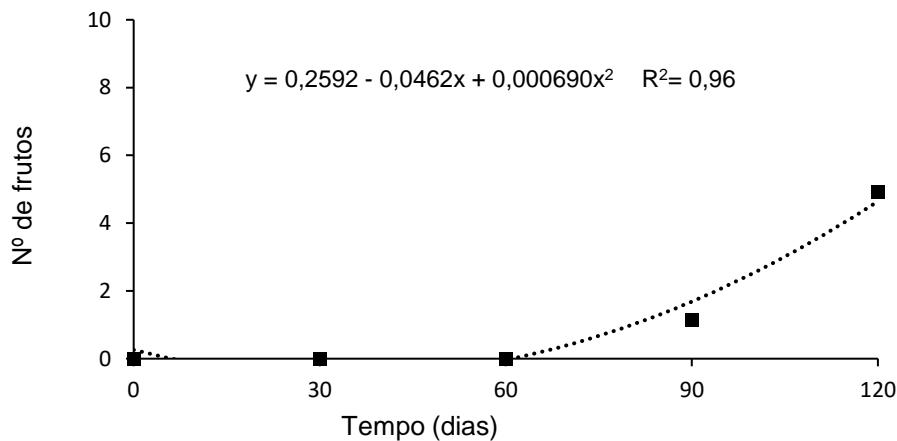


Figura 16 - Número de frutos em mudas de mamoeiro formosa ao longo do tempo (dias). Dourados-MS, 2025.

A continuidade de pesquisas sobre doses, combinações e modos de aplicação desses insumos pode ampliar ainda mais o conhecimento sobre seu efeito na fase produtiva da cultura e na manutenção da fertilidade do solo, consolidando o papel dos bioinsumos na agricultura sustentável.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

A utilização de substratos orgânicos associados a bioestimulantes contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento inicial do mamoeiro 'Formosa' cv. Bela Nova. Os resíduos bovino, Organogreen e ovino apresentaram melhor desempenho em parâmetros como altura de planta, número de folhas, diâmetro do caule e índice SPAD, evidenciando o papel desses resíduos no fornecimento equilibrado de nutrientes.

As aplicações de *Chlorella* sp. e *Trichoderma* favoreceram o vigor e melhor formação estrutural das mudas. Esses resultados reforçam o potencial do uso integrado de bioinsumos como alternativa sustentável ao manejo convencional, contribuindo para a redução do uso de fertilizantes químicos e para a promoção de práticas agrícolas mais ecológicas.

O emprego combinado de resíduos orgânicos de origem animal e bioestimulantes constitui uma estratégia eficiente para a produção de mudas de mamoeiro de alta qualidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAM, M., RADICETTI, E., QUINTARELLI, V., PETROSELLI, V., MARINARI, S., MANCINELLI, R. Influence of organic and mineral fertilizers on soil organic carbon and crop productivity under different tillage systems: a meta-analysis. *Agriculture*, v. 12, n. 4, p. 464, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12040464>
- ANDRADE, H. A. F. de; MACHADO, N. A. F.; OLIVEIRA, A. R. F.; SILVA-MATOS, R. R. Effect of substrate of carnauba residue with humic substances on seedling production of papaya cultivar 'Golden'. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 53, n. 7, p. 902-912, 2022. DOI: 10.1080/00103624.2022.2034846.
- BLAKE, C.; CHRISTENSEN, M. N.; KOVÁCS, Á. T. Molecular aspects of plant growth promotion and protection by *Bacillus subtilis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions: MPMI*, v. 34, n. 1, p. 5–25, 2021.
- COPPOLA, M., CASCONE, P., LELIO, I. D., WOO, S. L., LORITO, M., RAO, R., ... DIGILIO, M. C. *Trichoderma atroviride* P1 colonization of tomato plants enhances both direct and indirect defense barriers against insects. *Frontiers in Physiology*, v. 10, p. 813, 2019.
- DA SILVA, N. D. S., DA PAIXÃO MOURA, H. C., DA CONCEIÇÃO SILVA, T. M., CORTES, D. F. M., LUQUINE, L. S., DOS SANTOS, M. L. M., ... LEDO, C. A. S. Florescimento do mamoeiro como subsídio para o melhoramento genético da cultura: revisão de literatura. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 14, p. e174111436642, 2022.
- DE LIMA, J. G. P., MUNIZ, M. C., DA COSTA, M. E. A., DA SILVA, A. B. Compostagem: interface com o meio ambiente e agricultura. *Revista Interdisciplinar de Ensino e Educação*, v. 1, n. 3, p. 464-494, 2023.
- DOS SANTOS DIAS, A.; SANTOS, C. C. Bactérias promotoras de crescimento de plantas: conceitos e potencial de uso. [S.l.: s.n.], [s.d.].
- FAO. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Food wastage footprint: full-cost accounting – Final Report. Roma: FAO, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i3991e/i3991e.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- FAOSTAT. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database*. Crops database. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em: 25 jul. 2024.
- FARIA, A. R. N.; NORONHA, A. C. S.; OLIVEIRA, A. A. R.; OLIVEIRA, A. M. G.; CARDOSO, C. E. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; OLIVEIRA, E. J.; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H. P.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, J. R. P.; DANTAS, J. L. L.; SOUZA, L. D.; OLIVEIRA, M. A.; COELHO FILHO, M. A.; SANCHES, N. F.; MEISSNER FILHO, P. E.; MEDINA, V. M.; COROLEIRO, Z. J. M. A cultura do mamão. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 119 p. Coleção Plantar, n. 65. ISBN 978-85-7383-435-2.

- FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. O clima na região de Dourados, MS. 2^aed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017. 34p.
- GODOY, J. C. *Compostagem. Biomater*, 2016. Disponível em: <www.biomater.com.br>. Acesso em: 15 out. 2025.
- GONÇALVES, J.; FREITAS, J.; FERNANDES, I.; SILVA, P. Microalgae as biofertilizers: a sustainable way to improve soil fertility and plant growth. *Sustainability*, v. 15, n. 16, p. 12413, 2023. <https://doi.org/10.3390/su15161241>.
- GUERRA, A. G. *Cultivo do mamão (Carica papaya L.)*. v. 1. Clube de Autores, 2020.
- GURJAR, J.; SINGH, J. Assessing the impact of different bio-stimulant dosages on growth and development of guava (*Psidium guajava L.*) cv. Sardar. *Journal of Eco-friendly Agriculture*, v. 19, n. 2, p. 45–52, 2024.
- HAOUHACH, S., KARKACHI, N., OGUILBA, B., SIDAOUI, A., CHAMORRO, I., KIHAL, M., MONTE, E. Três novos relatos de *Trichoderma* na Argélia: *T. atrobrunneum* (Sul), *T. longibrachiatum* (Sul) e *T. afroharzianum* (Noroeste). *Microorganisms*, v. 8, p. 1455, 2020. DOI: 10.3390/microorganisms8101455.
- HALDAR, S.; SENGUPTA, S. Plant-microbe cross-talk in the rhizosphere: insight and biotechnological potential. *The Open Microbiology Journal*, Sharjah, v. 9, p. 1-7, 2015. DOI: \$10.2174/1874285801509010001\$.
- HIPPLER, F. W.; MOREIRA, M.; DIAS, N. M.; HERMANN, E. R. Fungos micorrízicos arbusculares nativos e doses de fósforo no desenvolvimento do amendoim RUNNER IAC 886. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 3, p. 605-610, 2011.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 out. 2023.
- INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/fruticultura-mamao>. Acesso em: 15 out. 2025.
- ISLAM, M. R., BILKIS, S., HOQUE, T. S., UDDIN, S., JAHIRUDDIN, M., RAHMAN, M. M., ... HOSSAIN, M. A. Mineralization of farm manures and slurries for successive release of carbon and nitrogen in incubated soils varying in moisture status under controlled laboratory conditions. *Agriculture*, v. 11, n. 9, p. 846, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11090846>
- KIM, T.-H.; KIM, S.-M. Effects of SPAD value variations according to nitrogen application levels on rice yield and its components. *Frontiers in Plant Science*, v. 15, p. 1437371, 2024. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1437371>.
- LAKSHMI, M.; REDDY, K.; ANITHA, K. Evaluation of bio-stimulants for active growth, yield and shelf life of papaya cv. Red Lady. *Journal of Experimental Agriculture International*, v. 46, n. 3, p. 12–21, 2024.
- CHEN, X., YANG, F., BAI, C., SHI, Q., HU, S., TANG, X., ... DING, H. *BACILLUS velezensis GUMT319 improves fruit quality and rhizosphere microbiome of grapevine (Vitis vinifera)*. *Postharvest Biology and Technology*, v. 194, 112101, 2022. DOI: [10.3390/biology11101486](https://doi.org/10.3390/biology11101486)
- LIMA, F. A.; SOARES, T. M.; ANDRADE, R. F. Índice SPAD como ferramenta para avaliação do crescimento de frutíferas tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 43, n. 2, e892, 2021.
- MONACO, V. L., ALFONSA, P., SILVA PAULA, L. I., HONORATO SALLA, P., RAMALHO HADDAD, I., SOUZA VIEIRA, G. H., ... MATTEDEI, LAGRICALURAL residues as substrates in the production of Formosa papaya seedlings. *Bioscience Journal*, v. 36, n. 6, 2020. DOI: 10.14393/BJ-v36n6a2020-55378.

- MARTINS, A. R.; LOPES, D. M.; SILVA, P. R. Substratos orgânicos no crescimento inicial de frutíferas tropicais. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 16, n. 4, e8793, 2021.
- MELO, I. S. de. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas: descrição e potencial de uso na agricultura. In: MELO, I. S. de; AZEVEDO, J. L. de (Eds.). *Ecologia microbiana*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015. p. 87–116.
- MORAES, F. C.; LIMA, J. R.; ANDRADE, M. S. Foliar spraying with endophytic *Trichoderma* biostimulant increases drought resilience of maize and sunflower. *Agriculture*, v. 14, n. 12, p. 2360, 2024. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122360>.
- AL-GAADI, K. A., TOLA, E., MADUGUNDU, R., ZEYADA, A. M., ALAMEEN, A. A., EDRRIS, M. K., ... MAHJOOP, OGOAT and sheep manure-based vermicompost and vermileachate as a nutrient source in drip-hydroponic tomatoes (*Solanum lycopersicum*) and Swiss chard (*Beta vulgaris*). *PLOS ONE*, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0293098.
- POUR-ABOUGHADAREH, A., KOOHKAN, S., ZALI, H., MARZOOGHIAN, A., GHOLIPOUR, A., KHEIRGO, MPHOSPHORUS nutrition modifies morphophysiological traits and optimizes specific leaf area under P stress. *Plants*, v. 12, n. 22, p. 3837, 2023. <https://doi.org/10.3390/plants12223837>.
- Nascimento, B. L. M., Stefanutti, R., de Oliveira, J. D., & Araújo, W. C. Produção de mudas de espécies usadas na recuperação de áreas degradadas utilizando substratos à base de lodo séptico, cama de frango e esterco bovino. *Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 12, e10615, 2024. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n12-124>.
- DO NASCIMENTO, I. R. S., SILVA, L. D. R., RODRIGUES, E. N. S., CRUZ, J. M. F. L., ARAÚJO, D. B., PEREIRA, C. D. S., ... FARIAS, O. R. Effect of calcium-enriched microalgae extract on mitigating saline stress in papaya seedlings. *Brazilian Journal of Biology*, v. 84, e283432, 2024. DOI: 10.1590/1519-6984.283432.
- NING, L., XU, X., ZHANG, Y., ZHAO, S., QIU, S., DING, W., ... HE, P. Effects of chicken manure substitution for mineral nitrogen fertilizer on crop yield and soil fertility in a reduced nitrogen input regime of North-Central China. *Frontiers in Plant Science*, v. 13, p. 1050179, dez. 2022. DOI: 10.3389/fpls.2022.1050179
- OLIVEIRA, J. P.; BARROS, L. M.; ALMEIDA, F. A. Portable chlorophyll meter for quantification of photosynthetic pigments in *Carica papaya* L. *Scientia Horticulturae*, v. 272, 109522, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109522>.
- OLIVEIRA, L. S.; RODRIGUES, J. C.; ALMEIDA, H. A. Growth dynamics and biomass allocation in tropical fruit trees during vegetative and reproductive phases. *Scientia Horticulturae*, v. 310, 111703, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111703>.
- ROCHA, A. C.; LIMA, F. S.; SILVA, G. P. Temporal patterns of flowering and fruiting in tropical fruit trees: implications for crop management. *Frontiers in Plant Science*, v. 14, 1157329, 2023. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1157329>.
- SILVA, A. A. R.; GUERRA, H. O. Growth of papaya seedlings on substrate consisting of poultry litter biochar. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 42, n. 6 (Supl. 2), p. 3721-3734, 2021. DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n6SUPL2p3721.
- SILVA, A. P.; COSTA, L. R.; MOREIRA, F. M. SPAD index as a diagnostic tool for leaf nitrogen in peach. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 43, n. 1, e013, 2021. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021013>.
- SILVA, M. J.; TEIXEIRA, G. F.; SANTOS, K. G. *Ascophyllum nodosum* extract enhances growth performance of tropical fruit crops. *Scientia Horticulturae*, v. 324, 112450, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.112450>.

- SOLOMON, W.; MUTUM, L.; JANDA, T.; MOLNÁR, Z. Potential benefit of microalgae and their interaction with bacteria to sustainable crop production. *Plant Growth Regulation*, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10725-023-01019-8>.
- SOUZA, F. M.; PEREIRA, A. C.; SILVA, G. F. Growth and assimilate partitioning in papaya under different management strategies. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 43, e52120, 2021. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.52120>.
- SOUZA, R. M.; PEREIRA, A. C.; GOMES, H. L. Efficiency of *Trichoderma asperellum* as a promoter of vegetable growth and soybean productivity. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 10, e29200, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i10.29200>.
- SOUZA, T. R.; DIAS, R. D.; CARVALHO, J. C. Growth and reproductive dynamics of papaya under different management practices. *Scientia Horticulturae*, v. 297, 110991, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scientia.2022.110991>.
- TAO, Y., LIU, T., WU, J., WU, Z., LIAO, D., SHAH, F., WU, W. Effect of combined application of chicken manure and inorganic nitrogen fertilizer on yield and quality of cherry tomato. *Agronomy*, v. 12, n. 7, p. 1574, 2022. DOI: 10.3390/agronomy12071574
- VAN LOON, L. C. Respostas de plantas a rizobactérias promotoras de crescimento de plantas. In: *Novas perspectivas e abordagens na pesquisa de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas*. p. 243–254, 2007.
- WANG, J., QIN, S., FAN, R., PENG, Q., HU, X., YANG, L., ... Cernava, T. *Plant Growth Promotion and Biocontrol of Leaf Blight Caused by Nigrospora sphaerica on Passion Fruit by Endophytic Bacillus subtilis Strain GUCC4*. *Journal of Fungi*, v. 9, n. 2, artigo 132, 2023. DOI: [10.3390/jof9020132](https://doi.org/10.3390/jof9020132)
- XIANG, Y.; LI, Y.; LUO, X.; et al. Manure properties, soil conditions and managerial factors regulate greenhouse vegetable yield with organic fertilizer application across China. *Frontiers in Plant Science*, v. 13, 2022. DOI: 10.3389/fpls.2022.1009631
- YAO, X., GUO, H., ZHANG, K., ZHAO, M., RUAN, J. CHEN, J. *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. *Frontiers in Microbiology*, v. 14, 1160551, 2023. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551>.
- ZHA, Y., LIU, A., LAI, W., WANG, J., LI, X., YU, H. XIAO, W. SHEEP manure organic fertilizer is an effective strategy to improve soil quality and strawberry production: evidence from pot experiments. *Frontiers in Environmental Science*, 2024. DOI: 10.3389/fenvs.2024.1414010.

7. ANEXOS



Anexo 1 - Fases (1, 2, 3, 4) do experimento de mamoeiro cv. Bela Nova submetidos à aplicação de diferentes resíduos orgânicos e bioestimulantes. Dourados-MS, 2025.