

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA

Trichoderma sp. **COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO NA
CULTURA DA PITAYA**

**Jean D` Carlos
Victor José de Sales**

**ANÁPOLIS-GO
2025**

**JEAN D` CARLOS
VICTOR JOSÉ DE SALES**

***Trichoderma sp.* COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO NA
CULTURA DA PITAYA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Evangélica de Goiás -
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Microbiologia
Orientadora: Profª. Drª. Klênia Rodrigues
Pacheco Sá

**ANÁPOLIS-GO
2025**

D' Carlos, Jean / Sales, Victor José de
Trichoderma sp como promotor de crescimento na cultura da pitaya / Jean D' Carlos / Victor José de Sales– Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.
23 p.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Klênia Rodrigues Pacheco Sá
Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.

1. Microrganismo 2. *Hylocereus* spp 3. Fungos benéficos I. Jean D'Carlos. II. Victor José de Sales.
III. *Trichoderma* sp Como Promotores de Crescimento na Cultura da Pitaya

CDU 504

**JEAN D' CARLOS
VICTOR JOSÉ DE SALES**

***Trichoderma sp* COMO PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA CULTURA
DA PITAYA**

Monografia apresentada à Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Microbiologia

Aprovada em: _____

Banca examinadora

Banca examinadora

Klênia Pacheco Sá

Prof.^a. Dr.^a. Klênia Rodrigues Pacheco Sá

João Darós

Prof. Dr.^o João Darós

Murilo Gonçalves Júnior

Prof.. Dr.^o Murilo Gonçalves Júnior

Dedicado aos nossos pais que sempre esteve
fazendo seu máximo esforço para que tenhamos
chegado até aqui!

AGRADECIMENTOS

Eu, Jean D'Carlos venho agradecer a cada um que esteve presente durante toda essa jornada, pois cheguei no fim de algo que está apenas começando, que é a conclusão do curso, a realização de um sonho, me tornar um engenheiro agrônomo, venho agradecer também principalmente minha mãe que sempre esteve ao meu lado me apoiando e me incentivando a nunca desistir, agradeço também aos professores que sempre estiveram presentes para que aprendêssemos da melhor forma possível.

Primeiramente, gostaríamos de agradecer à Deus por nós proporcionar sabedoria, força e paciência ao longo dessa jornada e de modo especial aos nossos familiares, que sempre estiveram ao nosso lado. Seu amor incondicional, apoio inabalável e crença em nosso potencial foram pilares essenciais para que eu persistisse nessa jornada. Agradecemos a nossa Orientadora Profª. Drª. Klênia Rodrigues Pacheco Sá Agradecimento pela orientação e suporte essenciais, destacando sua experiência, sabedoria e dedicação ao longo do processo de elaboração da pesquisa.

Professores durante a graduação Reconhecimento pelas aulas inspiradoras, rigor intelectual e incentivo ao pensamento crítico que contribuíram para o amadurecimento acadêmico e pessoal.

Amigos e colegas de classe Gratidão pela parceria nos desafios e conquistas, pelas discussões, trocas de ideias e momentos de descontração que tornaram a jornada mais leve e prazerosa.

Participantes diretos e indiretos do trabalho agradecemos a todos que participaram de alguma forma na realização deste trabalho.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia”.

Robert Collier.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1. A CULTURA DA PITAYA	9
2.2. PROMOTORES DE CRESCIMENTO.....	12
2.2.1. <i>Trichoderma sp.</i>	12
2.3. INTERAÇÃO <i>Trichoderma</i> VERSUS PLANTA	13
3. MATERIAL E METODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÃO.....	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

RESUMO

A pitaya, cultura agrícola de alto valor comercial e nutricional, busca alternativas para o cultivo sustentável, sendo o microrganismo benéfico *Trichoderma* spp. uma opção promissora como promotor de crescimento e agente de biocontrole. Diante disso, presente trabalho teve como objetivo verificar a promoção de crescimento da parte aérea e radicular da cultura da pitaya na fase inicial com o uso de *Trichoderma* sp. O experimento foi conduzido na Fazenda Ponte Alta, zona rural de Silvânia – GO, em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, cada repetição composta por uma muda de pitaya com 20 dias de enraizamento. Os tratamentos foram: T1 – testemunha; T2 – aplicação de *Trichoderma asperellum* na concentração de 1 L para 100 L de água; T3 – aplicação na concentração de 2 L para 100 L de água; T4 – aplicação de 1 L para 100 L de água, associada a uma aplicação via régua de 100 mL ha⁻¹ sete dias após o plantio. As mudas foram imersas nas soluções por 10 minutos e transplantadas para sacos plásticos (25 x 35 cm) com terra e substrato. Após 30 dias, foram medidos comprimento da raiz e parte aérea. Os resultados demonstram que a aplicação de *Trichoderma asperellum* promoveu um desenvolvimento significativamente superior da pitaya, em comparação com a testemunha. O efeito bioestimulante do fungo foi evidente na altura da parte aérea, que, na avaliação final, apresentou ganhos de até 85,5% (T3) em relação ao controle, e na produção de brotos, onde o incremento alcançou 135,7% (T4). Além disso, o tratamento T3 se destacou no sistema radicular, promovendo um ganho de 39,4% no comprimento da raiz. O *Trichoderma asperellum* revelou um grande potencial para impulsionar a promoção de crescimento lateral e no vigor vegetativo da pitaya. O tratamento T1(Testemunha) resultou em uma quantidade menor de brotos, enquanto o T4 demonstrou um aumento de 135,7% em relação a testemunha. A ausência de diferença estatística entre os tratamentos T2, T3 e T4 mostra que o *Trichoderma* é uma ótima fonte capaz de estimular a brotação. Conclui-se que o uso de *Trichoderma asperellum*, em diferentes concentrações e estratégias de aplicação, é uma alternativa biológica altamente eficaz para a fase inicial da cultura, promovendo o crescimento vigoroso da pitaya e contribuindo para a sustentabilidade e qualidade da produção de mudas.

Palavras-chave: Microrganismo, *Hylocereus* spp, Fungos benéficos.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha um papel fundamental na produção de alimentos e no desenvolvimento econômico de diversas regiões. Dentro desse contexto, a fruticultura tem se destacado tanto no mercado nacional quanto internacional, impulsionada pela demanda por alimentos saudáveis e pelo crescente interesse em frutas exóticas. Entre essas, a pitaya (*Hylocereus* spp.) tem se mostrado uma cultura promissora devido ao seu alto valor comercial, suas propriedades nutricionais e sua adaptabilidade a diferentes condições climáticas. Originária da América Central, a pitaya tem conquistado mercados exigentes, como os Estados Unidos e a Europa, além de apresentar grande potencial de expansão no Brasil (SILVA, 2020).

Em contrapartida, áreas agrícolas já utilizadas intensivamente podem sofrer com a degradação do solo e desequilíbrios microbiológicos, tornando o cultivo mais desafiador. No entanto, para garantir um manejo sustentável, é essencial adotar práticas agrícolas que preservem a qualidade do solo e minimizem a necessidade do uso excessivo de defensivos químicos (COSTA; ALMEIDA, 2021).

O manejo fitossanitário é um dos desafios da agricultura moderna, mesmo em solos férteis. O uso de microrganismos benéficos, como o fungo *Trichoderma* spp., tem sido amplamente estudado como uma alternativa viável para promover a saúde do solo e proteger as plantas contra agentes patogênicos. Estudos indicam que *Trichoderma* spp. atua como um agente de biocontrole natural, utilizando mecanismos como confrontação direta e produção de compostos voláteis para inibir o crescimento de fitopatógenos (REBELO et al., 2018).

Diferentes isolados de *Trichoderma* spp. demonstraram eficácia no controle de fungos patogênicos, como *Colletotrichum musae*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Fusarium* sp., reduzindo significativamente a incidência dessas doenças nas plantas (SANTOS et al., 2022). Além do controle biológico, o *Trichoderma* é um importante agente promotor de crescimento de plantas, tanto da parte aérea como de raiz. A influência de microrganismos sobre o desenvolvimento das plantas é ampla, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência de plântulas, crescimento e produtividade de grãos.

A utilização de promotores de crescimento de plantas para o aumento da produção agrícola será provavelmente uma das táticas mais importantes para a atualidade no mundo. Isso se deve à demanda emergente para a diminuição da dependência de fertilizantes minerais e da necessidade para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável (MACHADO et al., 2012).

Fungos do gênero *Trichoderma* são uns dos principais microrganismos de importância para o aumento do crescimento vegetal. Este fungo pode influenciar positivamente no desenvolvimento e rendimento da cultura devido, também, à produção de substâncias promotoras de crescimento e melhoria na nutrição das plantas, principalmente pela solubilização de fósforo (OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2012) e síntese de ácido indol acético (OLIVEIRA et al., 2012; CHAGAS et al., 2016).

Tendo grande importância econômica para a agricultura, também, por serem capazes de atuarem como agentes de controle de doenças de várias plantas cultivadas e indutores de resistência de doenças nas plantas (CONTRERAS-CORNEJO et al., 2009; SANTOS et al., 2012; SILVA et al., 2012; ASUMING-BREMPONG, 2013).

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo verificar a promoção de crescimento da parte aérea e radicular da cultura da pitaya na fase inicial com o uso de *Trichoderma* sp.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CULTURA DA PITAYA

As principais espécies cultivadas de pitaya pertencem aos gêneros *Hylocereus* e *Selenicereus*, com destaque para *Hylocereus undatus* (polpa branca), *Hylocereus costaricensis* (polpa vermelha) e *Hylocereus megalanthus* (casca amarela e polpa branca). Trata-se de uma planta cactácea, perene, trepadeira e de hábito escandente, adaptada a climas quentes e secos, com metabolismo fotossintético do tipo CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), que permite maior eficiência no uso da água (SOUZA et al., 2020).

Originária de países da América Central como México, Costa Rica, Guatemala e El Salvador, a pitaya é uma planta perene pertencente à família das cactáceas. Foi introduzida para o cultivo no Brasil a partir da década de 1990 no estado de São Paulo, e entre os gêneros mais comercializadas estão principalmente a de casca vermelha *Hylocereus undatus* e a de casca amarela *Selenicereus megalanthus*, em que o primeiro gênero apresenta cerca de vinte e cinco outras espécies (WATANABE; OLIVEIRA, 2014). Pitaya é nome comum dado a cactos eretos de hábitos hemiepífitos pertencentes à família Cactácea, e entre as diversas espécies dessa família está o gênero *Hylocereus*, em que as espécies *H. costaricensis* e *H. undatus* são as mais consumidas no Brasil. São consideradas frutas exóticas por serem pouco conhecidas entre os consumidores, são utilizadas principalmente como alimento e também como planta ornamental, devido à aparência de seus frutos, caule e de suas flores (EMBRAPA, 2022).^A

Suas raízes são do tipo fasciculada, ramificadas e bem distribuídas na superfície do solo, podem atingir profundidades por volta de quinze centímetros dependendo do tipo de solo a ser cultivada. Também desenvolvem raízes grampiformes ao longo dos cladódios, das quais servem principalmente para fixar suas estruturas em superfícies e serem capazes de absorver água e nutrientes, embora não seja sua função principal. A presença das raízes grampiformes demonstra grande importância na reprodução vegetativa da espécie, facilitando sua propagação assexuada em diversos tipos de ambientes (CAVALCANTE, 2008; DICAS, 2022).

O cultivo da pitaya tem se expandido em diversos países tropicais e subtropicais, incluindo o Brasil, onde a fruta encontra condições edafoclimáticas favoráveis. Estados como São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Pará vêm se destacando na produção nacional. A planta apresenta rusticidade, baixo requerimento hídrico e tolerância a pragas e doenças, características que favorecem sua inserção em sistemas de cultivo sustentável. A propagação é predominantemente vegetativa, por estacas, permitindo maior uniformidade e rapidez na formação dos pomares (SANTOS et al., 2021).

A pitaya é considerada uma fruta de alta densidade nutricional. Possui baixo teor calórico e é rica em fibras alimentares, vitaminas (como a vitamina C), minerais (ferro, fósforo, cálcio) e compostos bioativos, como antocianinas, betalaínas, fenólicos e carotenoides. Esses componentes conferem à fruta propriedades antioxidantes importantes, que podem auxiliar na prevenção de doenças crônicas, como diabetes, hipertensão e câncer (FERREIRA et al., 2019).

Em relação aos frutos, uma das características em destaque é a sua aparência escamosa, surgindo assim o nome popular fruta-do-dragão ou pitaya. Sua aparência é de formato globoso ou subgloboso, variando de tamanho de acordo com a espécie e a cultivar. São frutos do tipo baga e possuem grande quantidade de sementes, medindo cerca de dois milímetros, que poderão ser utilizadas para a produção de mudas ou também consumidas juntamente com o fruto. A época de produção desses frutos ocorre entre os meses de dezembro e junho, e se divide em quatro floradas, sendo as duas primeiras as mais produtivas. Seus frutos apresentam coloração verde quando imaturos e podendo variar de cor após atingir a maturação, levando em média de trinta a quarenta dias até o ponto de colheita (DONADIO, 2009).

Após o desenvolvimento, os frutos maiores e mais bonitos são aceitos de forma imediata no mercado varejista, obtendo melhores preços em relação aos frutos menores. Dessa forma, os produtores tendem a escoar os produtos de menor tamanho e menor aceitação no mercado para indústria ou mesmo processá-los em sua propriedade, a fim de agregar mais valor à fruta (EMBRAPA, 2022).^B

Dentre as espécies cultivadas no mundo, as mais conhecidas são *H. undatus*, *H. megalanthus* e *H. costaricensis*. A espécie *undatus* é notada comercialmente pela sua alta caixa produtiva e frutos de tamanho grande, e a espécie *megalanthus* por produzir frutos com casca de coloração amarela, além de sabor mais adocicado em relação às demais. Já a espécie *costariensis* se destaca principalmente por sua coloração contrastante vermelho-arroxeadas e por ser rica em compostos benéficos à saúde (EMBRAPA, 2022).

Estudos recentes destacam o potencial terapêutico da pitaya, especialmente por sua capacidade antioxidante, anti-inflamatória e hipoglicemiante. A ingestão regular da fruta pode contribuir para o controle glicêmico, redução dos níveis de colesterol e proteção hepática. Tais benefícios são atribuídos aos seus compostos bioativos, que atuam na modulação de processos celulares e inflamatórios (MARTINS et al., 2022).

Além do consumo in natura, a pitaya apresenta grande potencial de exploração industrial. A fruta pode ser processada para a produção de sucos, geleias, sorvetes, vinhos, licores, suplementos alimentares e corantes naturais. Sua aparência exótica e apelo saudável

também aumentam seu valor de mercado, principalmente em nichos voltados à alimentação funcional e produtos orgânicos. O cultivo da pitaya representa uma alternativa rentável para pequenos e médios produtores, incentivando a diversificação agrícola e a agregação de valor (COSTA et al., 2021).

Apesar do cenário promissor, ainda existem entraves no desenvolvimento da cadeia produtiva da pitaya, como a ausência de cultivares melhoradas, limitações no manejo pós-colheita e carência de tecnologias específicas de processamento. A pesquisa científica e o investimento em inovação são fundamentais para superar esses desafios e consolidar a cultura no mercado nacional e internacional (OLIVEIRA et al., 2023).

A pitaya se destaca como uma fruta promissora, tanto do ponto de vista agronômico quanto nutricional e econômico. Seu cultivo sustentável, aliado às propriedades funcionais e ao crescente interesse dos consumidores por alimentos saudáveis, posiciona a pitaya como um importante ativo na fruticultura moderna. O fortalecimento da pesquisa, o incentivo à produção e a estruturação da cadeia produtiva são estratégias fundamentais para ampliar sua inserção no mercado e contribuir com a saúde e a economia (MARTINS et al., 2022).

2.2. PROMOTORES DE CRESCIMENTO

2.2.1. *Trichoderma* sp.

Fungos do gênero *Trichoderma* estão entre os microrganismos mais comumente estudados como agentes de biocontrole de doenças e apresentam, também, atividade como promotores de crescimento de plantas (ALTOMARE, 1999). Muitas dessas espécies possuem a capacidade de se associar às raízes, formando uma interação interespecífica de simbiose, por mecanismos similares àqueles de fungos micorrízicos (BENÍTEZ, 2004).

O gênero *Trichoderma* está amplamente distribuído por todo o mundo e ocorre em quase todos os tipos de solos e ambientes naturais, principalmente naqueles que possuem matéria orgânica. Várias espécies do gênero são também encontradas na rizosfera de muitas plantas. O fato das espécies do gênero se desenvolverem em um amplo espectro de substratos e condições ambientais torna este grupo de bastante interesse biotecnológico (ESPOSITO; SILVA, 1998).

Uma característica que se destaca nesse gênero é a capacidade de se associar às raízes de plantas, e essa simbiose ocorre por mecanismos similares aos fungos micorrízicos. Essa interação se inicia com a colonização da superfície externa das raízes, e pode ser restrita ou ocorrer por todo o rizoplano, seguida da produção de celulases e da invasão da primeira ou da

segunda camada de células da epiderme pelas hifas, com a produção de hidrofobinas, que são proteínas que permitem a adesão a superfícies hidrofóbicas (BENÍTEZ, 2004).

Além de serem utilizados em controle de patógenos, os fungos do gênero *Trichoderma* são também utilizados como agentes promotores de crescimento. Esse mecanismo se refere ao desenvolvimento das plantas de forma geral, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência e desenvolvimento das plântulas, e produção de grãos e frutos. Os nutrientes solubilizados tornam-se disponíveis para absorção pelas raízes, dessa forma, reduz-se a necessidade de adubação, fenômeno que vem despertando o interesse para pesquisas (ALTOMARE, 1999; HARMAN, 2000).

O gênero *Trichoderma* destaca-se por apresentar um excelente potencial para aplicação em diversas áreas de interesse agrícola, ambiental e industrial. Portanto, tornam-se necessários mais estudos visando ampliar o conhecimento da taxonomia, da definição de espécies, bem como, sobre o ciclo de vida, formas de reprodução e recombinação entre as espécies, para um melhor aproveitamento do potencial destes fungos nas diversas áreas de interesse (ESPOSITO; SILVA, 1998).

Diferentes isolados de *Trichoderma* têm levado a aumentos significativos na porcentagem e precocidade de germinação, além de ocasionar aumento no crescimento e produtividade de culturas agrícolas inoculadas com esse bioagente, como tem sido observado em milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), ervilha (*Pisum sativum*), grão-de-bico (*Cicer arietinum*), pepino (*Cucumis sativus*), pimentão (*Capsicum annum*), rabanete (*Raphanus sativus*), tomate (*Solanum lycopersicum*), alface (*Lactuca sativa*), cenoura (*Daucus carota*) e algodão (*Gossypium* sp.), entre outras (JYOTSNA, 2008; HOYOS-CARVAJAL, 2009).

No entanto, alguns cuidados devem ser tomados, pelo fato dos produtos serem formulados com esporos vivos do fungo, tornando-se importante o seu armazenamento, o qual deve ser refrigerado ou em local com temperaturas, preferencialmente, inferiores a 28°C. As aplicações devem ser feitas à tarde em condições de alta umidade relativa. Quando em cultivo protegido, as exigências são menores, devido à menor incidência dos raios ultravioleta, que são prejudiciais ao fungo, e às condições mais favoráveis de umidade e temperatura (POMELLA; RIBEIRO, 2009).

2.4. INTERAÇÃO *Trichoderma* VERSUS PLANTA

Os fungos endofíticos são microrganismos que vivem assintomaticamente no interior dos tecidos de suas plantas hospedeiras (SAIKONNEN, 1998). Esses fungos são diversos, principalmente nas regiões tropicais, e ocorrem em todas as espécies vegetais estudadas. Além disso, o número e a composição de espécies endofíticas variam de acordo com a idade do tecido vegetal, estação do ano e localização geográfica. Esses microrganismos ter um papel importante na mediação das interações planta-herbívoros, planta-patógenos e planta-ambiente, uma vez que esses endofíticos podem produzir substâncias (por exemplo, substâncias secundárias), que conferem resistência à planta hospedeira contra herbívoros patógenos e às condições inóspitas do ambiente (CLAY, 2004).

Grande número das espécies fúngicas vive associado aos vegetais, seja na superfície, no interior dos tecidos, ou na rizosfera, estabelecendo interações que podem variar do mutualismo ao parasitismo, e, acredita-se que todas as espécies de plantas que vivem em ecossistemas naturais estabelecem algum tipo de associação simbiótica com fungos. Nas relações mutualísticas, os fungos podem conferir diversos benefícios à planta, como tolerância à seca, tolerância a metais pesados, resistência a doenças, promoção de crescimento e aumento na aquisição de nutrientes (READ, 1999).

A capacidade de formar associações com fungos e outros microrganismos é uma das estratégias mais bem sucedidas que as plantas adotaram para adaptação às adversidades do ambiente terrestre. Em alguns casos, algumas espécies de plantas não são capazes de superar estresses de ambientes naturais na ausência desses simbiontes (REDMAN et al., 2002).

Além dos fungos micorrízicos, a rizosfera também abriga outros fungos benéficos às plantas, os quais contribuem de diferentes maneiras, em geral sinergísticas, para a proteção, nutrição e desenvolvimento das mesmas. Entretanto, os benefícios desses fungos serão reconhecidos há muito menos tempo que os das micorrizas e, por isso, pouco se conhece sobre a interação desses fungos com as plantas (HARVEY, 2002).

É sabido que uma grande variedade de espécies fúngicas é capaz de atuar como agente de controle biológico de fitopatógenos, sendo que os fungos do gênero *Trichoderma* apresentam grande destaque nessa função (WHIPPS; LUMSDEN, 2001). *Trichoderma* exibe também outras formas de contribuir com o desenvolvimento e saúde da planta, pois também é capaz de promover crescimento vegetal, induzir respostas de defesa e atuar como biorremediadores (HARMAN, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na Fazenda Ponte Alta, localizada na zona rural do município de Silvânia, Goiás. coordenadas geográficas 16,70122° S ,48,78129° O. e 727 m de altitude. O solo predominante é o Latossolo Vermelho, já o clima, é Tropical de savana AW – quente e úmido no verão com temperatura média anual de 22,5°C e precipitação de 1.370mm por ano.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos com cinco repetições. Cada repetição foi constituída por uma muda de pitaya com 20 dias em processo de enraizamento. Os tratamentos foram: T1 – Testemunha (sem aplicação de *Trichoderma*); T2 – aplicação de *Trichoderma asperellum* na concentração de 1 L para 100 L de água; T3 – aplicação de *Trichoderma asperellum* na concentração de 2 L para 100 L de água; e T4 – aplicação de *Trichoderma asperellum* na concentração de 1 L para 100 L de água, associada à aplicação via rega de 100 mL ha⁻¹, realizada sete dias após o plantio.

O experimento foi conduzido em sacos plásticos com dimensões de 25 x 35 cm. Inicialmente, as mudas foram imersas nas soluções correspondentes a cada tratamento por um período de 10 minutos e, posteriormente, transplantadas para os sacos contendo terra misturada com substrato. A adubação das mudas de pitaya foi realizada de acordo com a fase de desenvolvimento das plantas e com base na análise de solo. Foi recomendada a adubação orgânica, utilizando esterco bovino e cama de frango, associada à adubação química com NPK 20-00-20, aplicando-se a dose de 150 g por planta, fracionada em três vezes ao longo do período chuvoso.

Após 30 dias do início do enraizamento, as mudas foram retiradas dos sacos plásticos e lavadas com água corrente, de modo a expor toda a estrutura vegetal. Em seguida, foi realizada a medição do comprimento da raiz e da parte aérea (cm), com o auxílio de uma régua milimetrada graduada até 30 cm.

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando identificadas diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey, utilizando-se o software estatístico ASSISTAT, versão 7.7 Beta.

4. RESULTADOS E DISCUSSAO

Em relação a primeira avaliação de altura de planta observou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, indicando que, neste estágio inicial, o efeito do microrganismo ainda não foi evidente. No entanto, na segunda avaliação, observou-se que o tratamento T4 diferiu da testemunha e dos demais tratamentos, com um incremento de 61% em comparação com a testemunha, sendo seguidos pelo tratamento T3 e T4 (Tabela 1).

TABELA 1 - Avaliação dos tratamentos com diferentes concentrações da aplicação do *Trichoderma asperellum* no crescimento da parte aérea (altura/cm), do sistema radicular (raiz/cm) e produção de brotos em mudas de pitaya em fase inicial.

Tratamento	ALTURA					Raiz	Broto
	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação	4 ^a Avaliação	5 ^a Avaliação		
T1	41,0 a ¹	23,6 c	23,5 c	25,18 b	27,5 b	16,0 b	2,8 b
T2	42,0 a	31,0 b	33,6 b	41,0 a	47,0 a	20,5 a	5,0 a
T3	40,9 a	31,3 b	34,8 b	40,9 a	51,0 a	22,3 a	5,6 a
T4	42,0 a	38,1 a	40,2 a	45,0 a	49,7 a	18,2ab	6,6 a
CV% ²	21,6	25,86	31,61	28,31	31,96	64,93	28,56

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Tukey a 5% de probabilidade. ² CV% - Coeficiente de variação.

Na 3^a avaliação, o comportamento dos tratamentos manteve-se similar ao da 2^a avaliação. O tratamento T4 diferiu estatisticamente dos demais tratamentos e da Testemunha, evidenciando um incremento na altura de 71% em comparação com o controle. A diferença estatística entre a Testemunha e os demais tratamentos reforça que o fungo atuou consistentemente, promovendo um desenvolvimento mais vigoroso da parte aérea nas mudas de pitaya.

Na 4^a avaliação, observou-se que os tratamentos T2, T3 e T4 tornaram-se estatisticamente semelhantes entre si, diferenciando-se da Testemunha (T1) com incremento de 62% a 79% de crescimento da parte aérea em relação a testemunha. Isso demonstra que o fungo *Trichoderma* neste estágio indica que o microrganismo alcançou sua eficácia máxima de promoção de crescimento, independente da dose testada.

Em relação a 5^a avaliação observou-se que manteve o mesmo comportamento em relação a 4^a avaliação. Os tratamentos T2, T3 e T4 tornaram-se estatisticamente semelhantes entre si, diferenciando-se da Testemunha (T1) com incremento de 70% a 85% de crescimento da parte

aérea em relação a testemunha. Esse comportamento ao longo do tempo, observa-se que o *Trichoderma asperellum* como bioestimulante se demonstra altamente eficaz, indicando que o benefício máximo de promoção de crescimento foi estabelecido, independentemente da concentração ou da estratégia de aplicação utilizada.

De maneira semelhante, Yao et al. (2023) e Rigo Belo et al. (2024) ressaltam que a utilização de *Trichoderma* pode resultar em maior vigor, aumento da área foliar e melhoria na absorção de nutrientes, resultando em plantas mais robustas e produtivas.

Já em relação ao comprimento da raiz que foi realizada ao final do experimento observou-se que o tratamento T1 (Testemunha) apresentou o menor comprimento radicular sendo estatisticamente inferior aos tratamentos T2 e T3. Os tratamentos T3 e T2 alcançaram os maiores comprimentos, demonstrando ganhos de 39,4% e 28,1%, respectivamente, em relação ao controle. Assim, é um indicativo da capacidade do *Trichoderma* de colonizar a rizosfera, solubilizar nutrientes e, potencialmente, produzir ácido indolacético (AIA), favorecendo uma arquitetura radicular mais robusta e eficiente para a absorção de água e nutrientes.

A produção de ácido indolacético (AIA) por microrganismos do solo e da rizosfera, incluindo *Trichoderma spp.*, tem sido relacionado com a promoção do crescimento das plantas, mediante a modificação da arquitetura da raiz, crescimento e aumento dos pelos radiculares, resultando no aumento da biomassa radicular e consequentemente, maior absorção de água e nutrientes pelas plantas (ContrerasCornejo et al., 2009; Nieto-Jacobs et al., 2017; Bader et al., 2020; Abdenaceur et al., 2022). No entanto, diferenças contrastantes são observadas em experimentos de promoção de crescimento com *Trichoderma* produtores de AIA, com efeitos negativos, neutros e positivos no crescimento das plantas, sugerindo que os mecanismos envolvidos são multivariáveis e dependentes das condições ambientais (NIETO-JACOBO et al., 2017).

A avaliação do número de brotos demonstrou o potencial expressivo do *Trichoderma asperellum* na promoção de crescimento lateral e no vigor vegetativo da pitaya. O tratamento T1 (Testemunha) observou a menor produção de brotos sendo estatisticamente inferior a todos os demais tratamentos. O tratamento T4 embora não tenha diferenciado da testemunha em relação a raiz, para brotos observou-se um incremento de 135,7% em relação a testemunha. A ausência de diferença estatística entre os tratamentos fúngicos (T2, T3 e T4) indica que o *Trichoderma* é um forte indutor de brotação. Essa elevada taxa de brotamento é agronomicamente vantajosa, pois está associada à melhoria na qualidade da muda e à rápida

formação da parte aérea, um efeito que pode ser atribuído à capacidade do fungo de modular os níveis hormonais da planta, favorecendo o desenvolvimento de gemas laterais.

Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2010) onde concluíram que o uso de *Trichoderma* spp. proporcionou resultados positivos no incremento de massa fresca e seca de plantas de maracujá oriundas de estacas. Carvalho et al. (2011) avaliaram a inoculação de isolados *Trichoderma* na promoção do crescimento inicial de feijoeiro comum. Jesus et al. (2011) ressaltaram o potencial de *T. asperellum* como condicionador de substrato para a produção de mudas de café, evidenciando o efeito positivo no aumento da biomassa da raiz, da parte aérea e total, bem como o aumento da eficiência da absorção de fósforo.

Vale ressaltar que a's espécies de *Trichoderma* são fungos naturais do solo que colonizam as raízes e estimulam o crescimento das plantas. Tais fungos têm sido aplicados a uma ampla gama de espécies de plantas com o objetivo de melhorar o crescimento, com um efeito positivo no peso das plantas, rendimentos das culturas e controle de doenças. Seu uso agrícola poderia ser expandido se os mecanismos de aprimoramento do crescimento fossem conhecidos. Vários mecanismos para a promoção do crescimento das plantas por *Trichoderma* foram propostos (Harman et al., 2004a). Entre estes, a interação fúngica com a sinalização da auxina não foi examinada, apesar da auxina ser uma substância reguladora do crescimento central das plantas.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o tratamento T4 observou-se eficiência na promoção do crescimento da pitaya, apresentando os maiores incrementos na altura das plantas e na emissão de brotos. Os tratamentos T2 e T3 também demonstraram desempenho expressivo, especialmente no desenvolvimento radicular, evidenciando que o *Trichoderma asperellum* foi eficaz em todas as doses testadas, com destaque para o tratamento T4 como o mais promissor para a produção de mudas vigorosas e de alta qualidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDENACEUR, R.; FARIDA, B.; MOURAD, D.; RIMA, H.; ZAHIA, O.; FATMA, S. Effective biofertilizer *Trichoderma* spp. isolates with enzymatic activity and metabolites enhancing plant growth. **International Microbiology**, pp. 817-829, 2022. Doi: 10.1007/s10123-022-00263-8

AHMAD, J. S.; BAKER, R. Competitive saprophytic Ability and Celullolytic Activit of Rhizosphere-Compnente Mutants of *Trichoderma harzianum*. **Phytopatology**, v.77, p.358, 1987.

ALTOMARE, C.; NORVELL, W. A.; BJORKMAN, T.; HARMAN G. E. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant growth promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai. **Applied andEnvironmental Microbiology**, v. 65, n. 7, p. 2926-2933, 1999.

ASUMING-BREMONG, S. Phosphate solubilizing microorganisms and their ability to influence yield of rice. **Agricultural Science Research Journal**, Legon, v. 3, n. 12, p. 379-386, 2013.

BADER, A.; SALERMO, G.; COVACEVICH, F.; CONSOLO, V. Native *Trichoderma harzianum* strains from Argentina produce indole-3-acetic acid and phosphorus solubilization, promote growth and control wtl disease on tomato (*Solanum Lycopersicum L.*). **Journal of King Saud Universtiy - Science**, pp. 867-873, 2020. Doi: 10.1016/j.jksus.2019.04.002

BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODÓN, A. C. Biocontrol, Mechanisms of *Trichoderma* Strains. **International Microbiology**, v. 7, p. 249-260. 2004.

BONONI, L.; MORALES, M. B.; CARVALHO, A. C. Efeito de *Trichoderma* spp. no Crescimento de Plantas e Controle Biológico de Patógenos do Solo. **Revista Brasileira de Microbiologia**, v. 51, n. 2, p. 625-638, 2020.

CAVALCANTE, Ítalo Herbert Lucena. Pitaya: propagação e crescimento de plantas. 2008. 94 f. **Tese** (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008.

CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JUNIOR, M.; GERALDINE, A. M. Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 46, n. 8, p. 822-828, 2011.

CHAGAS, L. F. B.; CASTRO, H. G.; COLONIA, B. S. O.; CARVALHO FILHO, M. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS JUNIOR, A. F. Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo-SP, v. 38, n. 4, p. 1-11, 2016.

- CLAY, K. 2004. Fungi and the food of the gods. *Nature*. 427: 401-402.
- CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; MACÍAS-RODRÍGUES, L.; CORTÉS-PENAGOS, C.; LÓPEZ-BUCIO, J. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. **Plant Physiology, United States**, v. 149, n. 3, p. 1579–1592, 2009.
- CONTRERAS-CORNEJO, H.; MACÍAS-RODRIGUEZ, L.; CORTÉS-PENAGOS, C.; LÓPEZ-BUCIO, J. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, pp. 1579-1593, 2009. Doi:10.1104/pp.108.130369
- COSTA, A. P.; ALMEIDA, R. S. Sustentabilidade e Manejo do Solo em Sistemas Agrícolas Intensivos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 2, p. 88-101, 2021.
- COSTA, L. M. da; ALMEIDA, R. S.; FERREIRA, J. A. Potencial econômico da pitaya: oportunidades e desafios para o agronegócio brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 2, p. 1–10, 2021.
- DICAS. **Pitaya, a fruta do dragão (parte II)**. Disponível em:
<https://dica.madeira.gov.pt/index.php/producao-vegetal/fruticultura/3033-pitaia-afruta-do-dragao-parte-ii>. Acesso em 25 mar. 2022.
- DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 3, n. 3, 2009.
- EMBRAPA. **A Pitaya: informações e instruções para obtenção de mudas**. Disponível em
<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produtoservico/3503/pitaya---informacoes-e-instrucoes-para-producao-de-mudas>. Acesso em 23 mar. 2022.
- EMBRAPA.B. **Pitaya: uma alternativa frutífera**. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1140650/pitaya-umaalternativa-frutifera>. Acesso em 10 out. 2022.
- ESPOSITO, E; SILVA, M. M. Systematics and environmental applications of the genus *Trichoderma*. **Critical Reviews in Microbiology**, v.24, n.2, p.89-98, 1998.
- FERREIRA, D. M. et al. Compostos bioativos e atividade antioxidante de diferentes espécies de pitaia (*Hylocereus* spp.). *Ciência Rural, Santa Maria*, v. 49, n. 3, p. 1–7, 2019
- HARMAN GE, HOWELL CR, VITERBO A, CHET | E LORITO M (2004a) Espécies de *Trichoderma*: simbiontes de plantas oportunistas e avirulentas. *Nat Rev Microbiol* 2: 43-56.
- HARMAN, G.E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. **Phytopathology**, v.96, p.190-194, 2006.
- HARVEY, P.J.; CAMPANELLA, B. F.; CASTRO, P. M.; HARM, H.; LICHTFOUSE, E.; SHAFFNER, A. R.; SMRCEK, S.; WERCK REICHHART, D. Phytoremediation of polyaromatic, anilines and phenols. **Environmental Science and Pollution Research International**, v.9, p.29-47, 2002.

JESUS, E. P.; SOUZA, C. H. E.; POMELLA, A. W. V.; COSTA, R. L.; SEIXAS, L.; SILVA, R. B. Avaliação do potencial de *Trichoderma asperellum* como condicionador de substrato para a produção de mudas de café. **Cerrado Agrociência**, Patos de Minas-MG, v. 2, n.2, p. 7-19, 2011.

JYOTSNA, A. S.; SRIVASTAVA, A.; SINGH, R. P.; SRIVASTAVA, A. K.; SAXENA, A. K.; ARORA, D. K. Growth promotion and charcoal rot management in chickpea by *Trichoderma harzianum*. **Journal of Plant Protection Research**, v.48, n.1, p.81-91, 2008.

MACHADO; D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MARTINS, E. F.; GOMES, L. B.; RIBEIRO, A. C. Potencial farmacológico da pitaya: uma revisão integrativa. **Revista de Ciências da Saúde**, v. 16, n. 1, p. 23–34, 2022.

MELO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L., (Ed.). **Controle biológico. Jaguariúna: Embrapa**, 1998. v.1. p.17-60.

NIETO-JACOBO, M.; STEYAERT, J.; SALAZAR-BADILLO, F.; VI NGUYEN, D.; ROSTÁS, M.; BRAITWAITE, M; DE SOUZA, J.; JIMENEZ-BREMONT, J.; OHKURA, M.; STEWART, A.; MENDOZA-MENDOZA, A. Environmental Growth Conditions of *Trichoderma* spp. Affects Indole Acetic Acid Derivatives, Volatile Organic Compounds, and Plant Growth Promotion. **Frontiers in Plant Science**, pp. 1-18, 2017. Doi: 10.3389/fpls.2017.00102

OLIVEIRA, A. G.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; SANTOS, G. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012.

OLIVEIRA, G. H.; FERREIRA, A. L.; BARROS, E. J. Manejo Sustentável e Estratégias de Cultivo da Pitaya em Regiões Tropicais. **Revista de Agricultura e Meio Ambiente**, v. 10, n. 4, p. 203-219, 2020.

OLIVEIRA, M. C. et al. Desafios do cultivo da pitaia no Brasil: panorama atual e perspectivas. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 18, n. 1, p. 45–53, 2023.

PITAYA DO BRASIL. **Sobre a pitaya**. Disponível em:
<https://www.pitayadobrasil.com.br/sobre-a-piatya/>. Acesso em 25 mar. 2022.

POMELLA; A. W. V.; RIBEIRO, R. T. S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas uma visão empresarial. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 239-244.

READ, D. J. Mycorrhiza-The state of art In: VARMA, A.; HOCK, B (Ed). **Mycorrhiza**. Berlin: Springer-Verlag, p.3-34, 1999

REBELO, L. M.; SOUZA, T. F.; PEREIRA, J. P. *Trichoderma* spp. como Agente de Biocontrole na Agricultura Sustentável. **Pesquisa em Fitopatologia**, v. 25, n. 3, p. 55-69, 2018.

REDMAN, R. S.; SHEEHAN, K. B.; STOUT, R. G.; RODRIGUEZ, R. J.; HENSON, J. M. Thermotolerance conferred to plant host an fungal endophyte during mutualistic, symbiosis. **Science**, v. 298, p. 1581, 2002.

RIGO BELO, E. C. et al. Effects of *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* on plant growth and associated microbiota. **Frontiers in Plant Science**, 2024.

SAIKKONEM, K.; FAETH, S. R.; HELANDER, M.; SULLIVEN, T. J. Fungal endophytes a continuum of interactions with host plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** 29:319-343, 1998.

SANTOS, H. A.; MELLO, S. C. M.; PEIXOTO, J. R. Associação de isolados de *Trichoderma* spp. e ácido indol-3butírico (AIB) na promoção de enraizamento de estacas e crescimento de maracujazeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 26, n. 6, p. 966-972, 2010.

SANTOS, M. R.; CARVALHO, P. N.; LIMA, F. O. Eficiência de *Trichoderma* spp. no Controle de Doenças Fúngicas em Fruticultura Tropical. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 112-124, 2022.

SANTOS, V. H. dos; OLIVEIRA, F. R.; MOURA, C. A. Cultivo da pitaya: aspectos agronômicos e adaptação às regiões brasileiras. **Agropecuária Técnica**, v. 42, n. 1, p. 22–29, 2021.

SILVA, J. C.; TORRES, D. B.; LUSTOSA, D. C.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém-PA, v. 55, n. 4, p. 243-250, 2012.

SILVA, M. C. et al. O mercado internacional de frutas exóticas: desafios e oportunidades para a pitaya. **Revista de Comércio Exterior**, v. 55, n. 4, p. 23-39, 2020.

SOUZA, L. A. de; BARBOSA, R. T.; MENEZES, J. M. Ecofisiologia da pitaya: adaptação ao metabolismo CAM e tolerância hídrica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 14, n. 4, p. 350–360, 2020.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. Comercialização de frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 23-38, mar. 2014.

WHIPPS, J. M.; LUMSDEN, R. D. Commercial use of fungi as plant disease biological control agents status and prospects. In: BUTT, T.; JACKSON, C.; MAGAN, N. (Ed). *Fungal Biocontrol Agents; Progress, problems and potential*. Wallingford:CABI Publishing, p. 9-22, 2001.

YAO, X. et al. *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal diseases and promotion of plant growth. **Frontiers in Microbiology**, 2023.