



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO –  
CAMPUS GUANAMBI

JOSÉ LUIZ DOS SANTOS SILVA

**POTENCIAL DE BIOCONTROLE DE ISOLADOS DE *Trichoderma* spp. SOBRE  
FUSARIOSE DO ABACAXIZEIRO ‘PÉROLA’**

GUANAMBI  
BAHIA – BRASIL



2021

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO –  
CAMPUS GUANAMBI  
MESTRADO PROFISSIONAL DE PRODUÇÃO VEGETAL NO SEMIÁRIDO

JOSÉ LUIZ DOS SANTOS SILVA

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional em Produção Vegetal no Semiárido.

**POTENCIAL DE BIOCONTROLE DE ISOLADOS DE *Trichoderma* spp. SOBRE FUSARIOSE DO ABACAXIZEIRO ‘PÉROLA’ CULTIVADO NO SEMIÁRIDO BAIANO**

GUANAMBI  
BAHIA – BRASIL

2021

Catálogo: Roberta Pinheiro Ferraz - CRB-5/1596, IF Baiano,  
Campus Guanambi

S586p Silva, José Luiz dos Santos

Potencial de biocontrole de isolados de *Trichoderma spp.*  
sobre fusariose do abacaxizeiro 'pérola' cultivado no semiárido  
baiano. / José Luiz dos Santos Silva.– Guanambi, Ba., 2021.

58f.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no  
Semiárido) – Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano, Campus Guanambi.

Orientador: Alessandro de Magalhães Arantes.

Coorientador: Rafael Oliva Trocoli.

1. Abacaxi. 2. Controle biológico. 3. Antagonismo  
biológico. 4. Semiárido baiano. I. Título.

CDU: 634.774



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO

## Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido

### POTENCIAL DE *TRICHODERMA* spp. NO BIOCONTROLE DA FUSARIOSE DO ABACAXIZEIRO

por

José Luiz dos Santos Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado às 14 horas, do dia 04 de novembro de 2021 como requisito para a conclusão do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

***Prof. Dr. Rafael Oliva Trocoli***

Membro

***Prof. Dra. Suane Coutinho Cardoso***

Membro

***Prof. Dra. Joice Andrade Bonfim***

*Membro*

***Prof. Dr. Alessandro de Magalhães Arantes***

Orientador

Documento assinado eletronicamente por:

- **Joice Andrade Bonfim, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** em 12/11/2021 14:08:54.
- **Rafael Oliva Trocoli, PRO-REITOR - CD0002 - RET-PROEX** em 09/11/2021 11:09:11.
- **Suane Coutinho Cardoso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** em 09/11/2021 08:50:33.
- **Alessandro de Magalhaes Arantes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** em 08/11/2021 08:35:15.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/11/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifbaiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

**Código Verificador:** 256308  
**Código de** 319aa9a27c  
**Autenticação:**



## **DEDICATÓRIA**

Aos meus filhos, Benício Luiz e Breno, meus maiores tesouros, dedico.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por tudo que proporciona em minha vida. À minha mãe, um dos meus pilares; ao meu pai, por ser minha maior referência como pessoa; aos meus irmãos, por serem pessoas dignas, e aos meus avós, nortes de humildade e dignidade. À memória de Renato Pereira de Souza, meu tio, e Benício Lopes da Silva, pela exímia importância que tiveram em minha vida, como figuras paternas, exemplo de integridade e nobreza.

Aos colegas do curso do programa de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido (MPPVS), pelo apoio e acolhimento. Aos colegas do laboratório de microbiologia do IF Baiano – *Campus* Senhor do Bonfim, pela parceria no processo de execução deste trabalho.

Aos professores orientadores D.Sc. Alessandro de Magalhães Arantes e D.Sc. Rafael Oliva Trocoli, pelo compromisso científico e competência profissional, pela paciência e colaboração neste processo de minha aprendizagem. Obrigado mestres, por tudo!

Aos docentes do Instituto Federal Baiano – *Campus* Guanambi que colaboraram no processo de ensino e aprendizagem.

## EPÍGRAFE

*Enquanto houver vontade de lutar haverá esperança de vencer.*

Santo Agostinho

## RESUMO

SILVA, J. L. S. **Potencial de biocontrole de isolados de *Trichoderma* spp. sobre fusariose do abacaxizeiro ‘Pérola’ cultivado no semiárido baiano.** Dissertação de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi. Guanambi – BA, 2021. Orientador: Alessandro de Magalhães Arantes. Coorientador: Rafael Oliva Trocoli.

A diminuição da produtividade e da qualidade dos frutos de abacaxi devido à fusariose (*Fusarium guttiforme*), causa prejuízos aos produtores. Entretanto, o controle biológico pode prevenir e remediar de forma segura, numa abordagem economicamente viável para evitar os problemas relacionados a infecções fúngicas que afetam as lavouras. Objetivou-se, com este estudo, avaliar o potencial de inibição de isolados de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de *F. guttiforme*, por pareamento direto *in vitro* e *in vivo*, em discos de talos da planta e coinoculação em mudas de abacaxizeiro cv. Pérola, cultivadas no semiárido baiano. Foram três ensaios: A – plaqueamento de 72 isolados em tratamentos pareados com *F. guttiforme*; B – coinoculação de 34 isolados do agente de biocontrole com *F. guttiforme* em discos de talo de abacaxizeiros ‘Pérola’; e C – coinoculação de mudas de abacaxi, pré-infectadas por *F. guttiforme*, com 10 isolados de *Trichoderma* spp., cultivadas em casa de vegetação. Em todos os bioensaios, os tratamentos foram dispostos em triplicata, em delineamento inteiramente casualizado. Avaliou-se, aos sete dias após a inoculação, o crescimento micelial, no ensaio A, e o crescimento radial, no ensaio B, do patógeno, bem como o percentual de inibição, a classificar o desempenho de supressão antagonista por escalas de notas, a partir de observação visual e microscópica. Quinzenalmente, por 60 dias, após o plantio em casa de vegetação das mudas coinoculadas, avaliou-se a altura de planta, o diâmetro do talo, o comprimento da folha C e o da folha D, e o número de folhas. Os valores de crescimento micelial de fungo antagonista e patógeno mensurados em placa de Petri foram submetidos à análise de variância. As médias das variáveis mensuradas em campo e do crescimento micelial do patógeno *in vitro* foram agrupadas pelo critério de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), e analisada a supressão de *Trichoderma* spp. sobre *F. guttiforme* pelo programa de análise estatística Sisvar<sup>®</sup>. No ensaio A, 21 isolados do gênero *Trichoderma* foram eficientes no controle do crescimento micelial de *F. guttiforme*, com alto percentual de inibição (100% a 73,6%). No ensaio B, 100% a 77,7% de inibição foi detectado entre 11 agentes de biocontrole. No ensaio C, 3 isolados favoreceram o desenvolvimento da planta em todos os caracteres avaliados. Detectou-se sintomas característicos da fusariose: apodrecimento do colo das mudas aos 07 dias após a inoculação, a partir da testemunha, que se evidenciou nos demais tratamentos com o passar do tempo. Aos 15 dias, registrou-se exsudação de resina no tratamento controle; e, aos 30 dias, aparecimento de gomose nas folhas do abacaxizeiro “Pérola”. Os agentes de biocontrole inibiram ou retardaram a manifestação sintomática visual da fusariose e promoveram o crescimento das mudas de abacaxi cultivadas em casa de vegetação, no semiárido baiano.

**Palavras-chave:** Antagonismo; Controle biológico; Pareamento direto.



## ABSTRACT

SILVA, J.L.S. **Biocontrol potential of congress of *Trichoderma* spp. on fusariosis of pineapple ‘Pearl’ cultivated in the semiarid region of Bahia.** Professional Master's Dissertation in Vegetable Production in the Semiarid Region. Bahia Federal Institute of Education, Science and Technology – *Campus* Guanambi. Guanambi – BA, 2021. Advisor: Alessandro de Magalhães Arantes. Co-advisor: Rafael Oliva Trocoli.

The decrease in productivity and quality of pineapple fruits due to fusariosis (*Fusarium guttiforme*), causes losses to producers. However, biological control can safely prevent and remedy, in an economically viable approach to avoid problems related to fungal infections that affect crops. The aim of this study was to evaluate the inhibition potential of *Trichoderma* spp. on the mycelial growth of *F. guttiforme*, by direct pairing *in vitro* and *in vivo*, in plant stalk discs and coinoculation in pineapple cv. Pearl, cultivated in the semiarid region of Bahia. There were three assays: A – plating of 72 isolates in paired treatments with *F. guttiforme*; B – co-inoculation of 34 isolates of the biocontrol agent with *F. guttiforme* in pineapple stalk discs ‘Pearl’; and C – coinoculation of pineapple seedlings, pre-infected by *F. guttiforme*, with 10 *Trichoderma* spp. isolates, cultivated in a greenhouse. In all bioassays, treatments were arranged in triplicate, in a completely randomized design. Seven days after inoculation, mycelial growth, in assay A, and radial growth, in assay B, of the pathogen were evaluated, as well as the percentage of inhibition, classifying the performance of antagonist suppression by grading scales, from visual and microscopic observation. Every two weeks, for 60 days, after planting the co-noculated seedlings in a greenhouse, plant height, stem diameter, length of leaf C and leaf D, and number of leaves were evaluated. The values of mycelial growth of antagonist fungus and pathogen measured in Petri dishes were submitted to analysis of variance. The means of the variables measured in the field and of the mycelial growth of the pathogen *in vitro* were grouped by the Scott-Knott criterion ( $p < 0.05$ ), and the suppression of *Trichoderma* spp. on *F. guttiforme* by the Sisvar<sup>®</sup> statistical analysis program. In assay A, 21 isolates of the genus *Trichoderma* were efficient in controlling the mycelial growth of *F. guttiforme*, with a high percentage of inhibition (100% to 73.6%). In assay B, 100% to 77.7% inhibition was detected among 11 biocontrol agents. In assay C, 3 isolates favored plant development in all characters evaluated. Characteristic symptoms of fusariosis were detected: rotting of the seedling collar at 07 days after inoculation, from the control, which was evidenced in the other treatments over time. At 15 days, resin exudation was recorded in the control treatment; and, at 30 days, the appearance of gummosis on the leaves of the “Pérola” pineapple tree. Biocontrol agents inhibited or delayed the visual symptomatic manifestation of fusariosis and promoted the growth of pineapple seedlings cultivated in a greenhouse, in the semiarid region of Bahia.

**Keywords:** Antagonism; Biological control; Direct pairing.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. Aspectos e características da cultura.....	10
2.2 Fusariose do Abacaxizeiro.....	10
2.2.1 Controle da Fusariose do Abacaxizeiro.....	13
2.3 <i>Trichoderma</i> como Agente de Biocontrole da Fusariose.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Isolamento, identificação e cultivo do <i>Fusarium guttiforme</i> .....	23
3.2 Pareamento das colônias de <i>Trichoderma</i> spp. versus <i>Fusarium guttiforme</i> .....	24
3.3 Bioensaio <i>in vitro</i> com discos de talo do abacaxizeiro.....	26
3.4. Ensaio <i>in vivo</i> em casa de vegetação.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Bioensaio <i>in vitro</i> por pareamento de <i>Trichoderma</i> spp. e <i>Fusarium guttiforme</i> .....	31
4.2 Bioensaio por pareamento de <i>Trichoderma</i> spp. e <i>Fusarium guttiforme</i> em discos de talos de abacaxizeiro cv. Pérola.....	36
5. CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

O abacaxi é uma das frutas mais importantes ao semiárido, com grande produção e apreço por consumidores em todo o mundo. A diminuição da produtividade e da qualidade dos frutos devido à fusariose (*Fusarium guttiforme*), pode causar prejuízos aos produtores, haja vista que a administração de doenças em abacaxizeiro é complexa, diante da natureza e da diversidade dos fitopatógenos transmitidos pelo solo. O controle da fusariose integra práticas culturais, como a aplicação de defensivos químicos durante o desenvolvimento das inflorescências. Entretanto, o controle biológico é mais seguro, com uma abordagem economicamente viável e ecologicamente adequada, para evitar os problemas relacionados a infecções fúngicas que afetam as lavouras de abacaxi (BEZERRA et al., 2019; AOYAGI; DOI, 2021; RASHID et al., 2021).

Um dos agentes de controle biológico mais promissores é o *Trichoderma* spp., onipresente no solo e nos ecossistemas radiculares. A adaptabilidade ecológica das espécies é evidenciada por ampla distribuição em diferentes condições agroclimáticas e por distintos mecanismos de biocontrole, além de promover o crescimento vegetal e o rendimento das culturas. Fungos deste gênero colonizam a superfície radicular das culturas agrícolas e secretam metabólitos secundários e enzimas fitoestimulantes que promovem benéficos processos fisiológicos e protegem as plantas de estresse ambiental (ANDOJI et al., 2021; AYELE et al., 2021).

O uso de microrganismos no manejo fitossanitário da cultura do abacaxi deve ser testado e explorado o potencial em selecionar cepas eficientes. A estratégia pode reduzir custos de produção, ao restringir a aplicação de agrotóxicos nas regiões produtoras e contribuir para a sustentabilidade do cultivo. O ensaio por pareamento direto de isolados antagonistas coinoculados com patógenos, tanto em condições laboratoriais quanto em campo é uma ferramenta que atesta a potencialidade de controle antagonista sobre *F. guttiforme*, a subsidiar a adesão ao biocontrole no manejo integrado de doenças na fruticultura, e conter a degradação dos ecossistemas (STRACQUADANIO et al., 2021).

Desta forma, ao considerar a eficácia de *Trichoderma* no controle biológico de fitopatógenos e conhecer o efeito micoparasita e antibiótico, bem como a capacidade de estabelecer competição com outros microrganismos, objetivou-se, com este estudo, avaliar o potencial de inibição de isolados de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de *Fusarium guttiforme*, por pareamento direto *in vitro* e *in vivo*, em discos de

talos da planta, e coinoculação em mudas de abacaxizeiro cv. Pérola, cultivadas no semiárido baiano.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos e características da cultura

Originário da América do Sul, o abacaxizeiro (*Ananas comosus*) é uma planta com metabolismo CAM facultativo, que pode modificar de C3 para CAM em função das condições ambientais de cultivo, o que lhe torna apto ao plantio no semiárido, em vista da eficiência do uso da água em condições de escassez (HORIE et al., 2019; BRITO et al., 2021; LOURES et al., 2021). Desta forma, o abacaxi é amplamente cultivado na Região Nordeste do Brasil, em 21 mil hectares, a produzir 530 mil toneladas, que geram emprego e renda, principalmente aos agricultores familiares, e contribuem para a estabilidade do homem no campo (IBGE, 2021; SOUZA et al., 2020).

Para manter-se em alta no mercado e sustentar a economia do país, a fruticultura, aliada a áreas como a biotecnologia (MOURA et al., 2020; SEHAT et al., 2021), inova em metodologias e artifícios de cultivo, para driblar os desafios do campo. Para uma relação harmônica e sustentável com o ambiente, aprimora e adota estratégias de manejo, como a redução da dependência do uso de agroquímicos, que degradam o solo e os ecossistemas, a diminuir impactos ambientais, promover bem-estar social, maximiza a produção e reduz perdas e custos, a melhorar a rentabilidade da abacaxicultura do semiárido (ROCHA et al., 2019; MARTELLETO et al., 2020; CARVALHO et al., 2021).

Com boa receptividade pelo mercado, o abacaxi é cultivado em boa parte do território nacional, em 65 mil hectares, que produzem mais de 1,6 milhões de toneladas (IBGE, 2021). Entretanto, a condução das lavouras é limitada a fatores ambientais adversos, como clima, fertilidade do solo e problemas fitossanitários. A cultivar Pérola, por exemplo, ocupa a maior parte das áreas de abacaxi na Bahia, que somam 2,5 mil hectares produtoras de 42 mil toneladas; com características agrônômicas e propriedades satisfatórias e superiores para o mercado de frutos *in natura*; porém é suscetível à fusariose (*F. guttiforme*), que causa perdas significativas em produção e qualidade dos frutos (VIANA et al., 2020; IBGE, 2021; SILVA et al., 2020; LIRA et al., 2021).

## 2.2 Fusariose do Abacaxizeiro

Um dos fatores que mais interferem na produtividade do abacaxi é a presença de patógenos que afetam o desenvolvimento, a qualidade e a produtividade. A Fusariose, causada pelo fungo *Fusarium guttiforme* Nirenberg e O'Donnell, é considerada doença chave, e a principal cultivar susceptível é a Pérola (GALEANO; VENTURA, 2018; MEZZOMO et al., 2021). A fusariose do abacaxizeiro foi descrita pela primeira vez na Austrália, em 1898 (TRYON, 1898); enquanto no Brasil, o primeiro relato foi publicado em 1964, em São Paulo, em frutos cv. Smooth Cayenne (KIMATI; TOKESHI, 1964).

Os sintomas relatados foram “marcas marrom-escuras bem definidas imediatamente abaixo da superfície, a passar para dentro a uma profundidade de 1 a 2 cm – a doença começa em frutinhas separadas, o núcleo central da fruta permanece bastante saudável, a agravar-se com o tempo, por avanço do fitopatógeno e contaminação do tecido” (TRYON, 1898; KIMATI; TOKESHI, 1964). Desde então, a doença elenca-se como ameaça à abacaxicultura, haja vista que fungos *Fusarium* são produtores de micotoxina beauvericina, que contaminam alimentos e podem afetar a saúde dos consumidores (URBANIACK et al., 2020; MOURA et al., 2020; RAO et al., 2021).

Estudos do comportamento *in vivo* de *Fusarium* são limitados pela ampla distribuição geográfica, abundância genética e morfológica. O crescimento micelial e a esporulação do patógeno são influenciados por condições ambientais e de manejo. Fatores como pressão de inóculo, agressividade do agente causal e susceptibilidade da cultivar determinam o índice de perdas, a exigir investigar mecanismos da interação planta x patógeno, a fim de estabelecer estratégias para seleção dos melhores métodos de controle (LIMA et al., 2017; CARVALHO et al., 2021). Fungos filamentosos, expostos umidade e temperatura favoráveis, podem crescer e, por consequência, produtos do metabolismo são liberados no substrato (TADEI et al., 2020). Embora o fungo possa sobreviver no solo e em restos de cultura por meses, a infecção via material de propagação é a mais comum (REINHARDT et al., 2018). Espécies pertencentes ao gênero têm sido associadas aos diversos climas, de temperado ao tropical, e requerem elevada atividade de água para o crescimento e a produção de micotoxinas (TADEI et al., 2020).

A incidência da fusariose resulta da capacidade de infestação e propagação em mudas, plantas, inflorescências e frutos; haja vista que são patógenos cosmopolitas, capazes de colonizar uma ampla variedade de plantas cultivadas, e possuem rápido crescimento micelial (APARECIDO; ROSA, 2019; URBANIAK et al., 2020). Isolados do fitopatógeno, por apresentarem alta velocidade de crescimento, 5,2 mm por dia, a 20 °C (NIRENBERG; O'DONNELL, 1998), permitem uma colonização maior e efetiva dos solos, a causar perdas lavouras inteiras de abacaxizeiros. Ao entrar na planta, a colônia fúngica se expande pelo xilema e tecido vascular, e não permite a difusão de água e nutrientes na planta; causa, portanto, epinastia, murcha e morte do abacaxizeiro. A maioria das espécies desse gênero produzem substâncias semelhantes a proteínas que ajudam o patógeno a suprimir defesas da planta (AMASIFUEN et al., 2019).

Os primeiros sintomas do *F. guttiforme* são um escurecimento da polpa do fruto, que começa geralmente próximo à coroa. A mancha preta pode se espalhar para o núcleo, mas permanece confinada à fruta. Este escurecimento é o resultado da oxidação de compostos fenólicos em quinonas pelas enzimas polifenol oxidase e lacase. Ácidos fenólicos solúveis e ligados a parede celular são encontrados no parênquima do fruto do abacaxi e aumentam drasticamente após o início dos sintomas de *F. guttiforme* (BARRAL et al., 2020; GOMES et al., 2020; MEZZOMO et al., 2021).

Outro sintoma característico da doença é a exsudação de goma a partir do local afetado, curvatura do ápice e encurtamento do talo, redução no desenvolvimento da planta e morte do meristema apical. No entanto, nos estádios iniciais esses sintomas são quase imperceptíveis. A detecção inicial do patógeno em mudas assintomáticas se dá somente em laboratório. Assim, exige-se adoção urgente de medidas de prevenção e manejo da doença, ao conhecer o comportamento do agressor (CARNIELLI-QUEIROZ et al., 2019; LIRA et al., 2021; ROSMAINA et al., 2021).

Um ensaio de PCR em tempo real, sensível e específico para a detecção e quantificação de *F. guttiforme*, utilizou culturas puras *in vitro* e tecidos infectados de plantas de abacaxi (CARNIELLI-QUEIROZ et al., 2019). Relata-se características micromorfológicas presentes nos isolados consistentes com as descritas na literatura (NIRENBERG; O'DONNELL, 1998; LESLIE; SUMMERELL, 2008). O tamanho das lesões varia desde limitado ao ponto de inoculação até lesões necróticas com mais de 15 mm de comprimento. O crescimento micelial e a esporulação do *Fusarium* são influenciados pelas condições ambientais (CARNIELLI-QUEIROZ et al., 2019).

Micélios aéreos de *Fusarium* spp. produzem microconídios abundantes, unicelulares, ovóides a elípticos, hialinos, não septados e, ocasionalmente, com um ou dois septos, formados em mono e polifialídeos, e em cabeças falsas em hifas curtas e pouco ramificadas. São estruturas importantes à taxonomia devido ao tamanho variável e número de septação, relevantes para o estudo da patogenicidade e virulência em espécies fitopatogênicas do gênero; haja vista que são importantes na produção de micotoxinas e um parâmetro significativo na avaliação da qualidade e segurança alimentar (NIRENBERG; O'DONNELL, 1998; LESLIE; SUMMERELL, 2008).

### 2.2.1 Controle da Fusariose do Abacaxizeiro

Para o controle, basicamente deve-se retirar os restos culturais da safra anterior; entretanto, medidas rigorosas devem ser adotadas, pois os frutos com essa doença não podem ser comercializados. A fusariose é uma doença que pode ser devastadora, capaz de dizimar plantações inteiras (MARTÍNEZ-SOLÓRZANO et al., 2020; MEZZOMO et al., 2021). Dentro de uma mesma região, a incidência da fusariose tem forte influência sazonal, em função da época de produção; por exemplo, quanto maior a incidência de chuvas durante o desenvolvimento da inflorescência, maior a porcentagem de frutos infectados na época da colheita (BRANDI et al., 2018; GOMES et al., 2021; KUMAR et al., 2021; VIGNASSA et al., 2021).

Um patógeno fúngico economicamente importante, por afetar a planta e os frutos, o *Fusarium* exige um diagnóstico rápido e confiável, que deveria ser a base das práticas de gerenciamento integrado de doenças; haja vista que o fungo já resultou em quarentenas para abacaxis e subprodutos na América Central, África e Ásia, continentes potenciais produtores. A dificuldade em diagnosticar e identificar corretamente o *F. guttiforme*, incentiva que pesquisadores busquem novas metodologias e expandam para uso em análises seriadas tanto em abacaxis quanto na avaliação de materiais de propagação. A capacidade de detectar rápida e especificamente esse fungo em amostras de plantas facilita o monitoramento do patógeno e melhora o gerenciamento de doenças (GARCIA et al., 2017; IBRAHIM et al., 2017; CARNIELLI-QUEIROZ et al., 2019).

A susceptibilidade de 'Pérola' ao *F. guttiforme* foi exposta em um ensaio que determinou a variabilidade genética de isolados encontrados em abacaxis cultivados no Nordeste do Brasil (SOUZA et al., 2018). Caracterizou-se vinte e sete linhagens com marcadores morfoculturais, quanto à agressividade em folhas e frutos. A reconstrução

filogenética mostrou estreita relação entre os isolados deste estudo com *F. guttiforme*, *F. ananatum* e *F. oxysporum*, por análise do gene RPB2 (SOUZA et al., 2018).

Estas linhagens, relacionadas com o Complexo de Espécies de *Fusarium oxysporum* foram mais agressivas e adaptadas aos frutos, e estão presentes em abundância nos campos, a causar apodrecimento de abacaxis ‘Pérola’ no Brasil (SOUZA et al., 2018). Ao avaliar a resistência de ‘Pérola’ ao *Fusarium*, os achados em maior frequência são *F. guttiforme* e *F. ananatum*, principalmente em regiões tropicais e semiáridas, seja em plantio irrigado ou em sequeiro (CARNIELLI-QUEIROZ et al., 2019; GOMES et al., 2020; LIRA et al., 2021; MEZZOMO et al., 2021).

Um experimento demonstrou a viabilidade do cultivo do abacaxi Pérola, susceptível à fusariose, na região de Itaberaba – BA, ao expor a insalubridade do trabalho nas lavouras, pela exposição do agricultor à aplicação de fungicidas para o controle do *Fusarium* (SILVA et al., 2020). A proposta de cultivar variedades resistentes ao patógeno, é inconveniente aos produtores, haja vista que as empresas de pesquisa não facilitam o acesso ao material propagativo e à informação. Os agricultores familiares de Itaberaba já fazem plantio experimental de mudas de híbridos selecionados por projetos de pesquisa de instituições acadêmicas da região, tanto em plantio sequeiro quanto em plantio irrigado, às margens do Rio Paraguaçu (SILVA et al., 2020).

Produtores que adotaram o sistema orgânico de cultivo do abacaxi no semiárido, relatam que a substituição de ‘Pérola’ por híbridos selecionados promove bons resultados em produção. Outrossim, incentiva-se a pesquisa para desenvolver uma variedade de abacaxi que seja resistente a pragas e doenças, mas com as características agrônômicas de ‘Pérola’. Ressalta-se, ainda, a necessidade em aprimorar técnicas e alternativas de manejo sustentáveis, como o controle biológico do fitopatógeno, que diminuiriam os custos de produção, preservariam o meio ambiente e o bem estar do trabalhador na lavoura do abacaxi (SILVA et al., 2020).

A fusariose causa danos severos em todos os estádios, principalmente na colheita, que inviabiliza a comercialização do fruto (LIMA et al., 2017). Assim, avaliou-se a resistência de cultivares Pérola e BRS Imperial à doença, sob diferentes tratamentos com fungicidas, e a eficiência de dois produtos químicos (ingredientes ativos: Epoxiconazol e Tebuconazol, respectivamente) e um biológico, à base de *Trichoderma*, em dosagens conforme a bula, em pulverizações quinzenais por 90 dias. Os defensivos foram eficientes no crescimento micelial do *Fusarium*, mas o fungicida



biológico foi o melhor para a ‘BRS Imperial’. ‘Pérola’ apresentou um índice superior da doença, fato que comprova a susceptibilidade à fusariose. O controle biológico na cultivar foi eficiente somente nas primeiras 24 horas, a recomendar seleção de isolados de *Trichoderma* mais agressores ao patógeno para potencializar o efeito (LIMA et al., 2017).

A murcha de *Fusarium* é uma doença devastadora que afeta não só o abacaxi, mas também outras culturas como a melancia. Num experimento, a fumigação do solo cultivado com melancieiras, com fungicida, seguida por aplicação de fertilizante orgânico foi executada para suprimir a população do patógeno (ZHANG et al., 2021). Os autores propuseram que apesar da fumigação banir a comunidade biótica, especialmente os patógenos causais transmitidos pelo solo, a utilização de fertilizante orgânico facilitou a recuperação do microbioma para um estado benéfico e supressor, através da introdução de microrganismos promotores de crescimento (ZHANG et al., 2021).

O experimento em estufa mostrou que o fertilizante orgânico aplicado após a fumigação com fungicida restringiu a incidência da doença com 93,6% em potencial de controle. O método diminuiu fortemente a diversidade microbiana do solo e alterou a abundância relativa dos táxons; o que fez os autores recorrerem à aplicação do biofertilizante, que transformou a composição da comunidade biótica e resultou em aumento de grupos microbianos benéficos, como *Bacillus* e *Trichoderma*, e menor abundância de *Fusarium*, em comparação aos outros tratamentos sem a biofertilização suplementar, a controlar a fusariose em plantios de melancia (ZHANG et al., 2021).

Resultados semelhantes foram observados em experimentos que testaram a rotação de culturas e a aplicação de biofertilizantes como estratégias de supressão de doenças transmitidas pelo solo, ao manipular o microbioma e elevar a população de fungos antagonistas. Assim, testou-se a rotação abacaxi-banana, com aplicação de biofertilizante, e avaliou os efeitos nas comunidades bacterianas e fúngicas. A rotação reduziu significativamente o *Fusarium*; a aplicação de biofertilizante causou supressão adicional. As comunidades bacterianas e fúngicas prosperaram: a diversidade taxonômica e filogenética em bactérias e fungos aumentou junto com a exclusão de fitopatógenos. Relata-se que houve aumento substancial de *Trichoderma*, potencial antagonista do *Fusarium* (FAN et al., 2020; WANG et al., 2021; YANG et al., 2021).

De maneira geral o controle da fusariose se fundamenta na integração de diversas práticas culturais, como a aplicação de defensivos durante o desenvolvimento

das inflorescências. O tratamento de doenças fúngicas em abacaxizeiro é difícil devido à natureza dos fitopatógenos que podem ser transmitidos pelo solo ou por danos durante o manejo. O controle biológico de doenças de plantas é um modo seguro para evitar que a disseminação afete a produtividade das lavouras. Dentre os muitos agentes potenciais de biocontrole, o fungo *Trichoderma* spp. tem sido um dos mais estudados, em vista das características peculiares de antagonismo em condições naturais e induzidas (URBANIAK et al., 2020; KUMAR et al., 2021; ZHANG et al., 2021).

### **2.3 *Trichoderma* como Agente de Biocontrole da Fusariose**

Fungos do gênero *Trichoderma* spp. podem ser flexíveis no controle de patógenos, e é possível melhorar a eficiência dos agentes de biocontrole ao selecionar isolados com maior potencial de antagonismo, principalmente contra fitopatógenos que interferem na produção de abacaxi (LIMA et al., 2017). Os fungos são componentes predominantes da microbiota do solo em todas as zonas climáticas, têm rápido desenvolvimento e relevantes propriedades para serem utilizados em diversos substratos (NOGUEIRA et al., 2019; SINGH et al., 2019; TIAN et al., 2020; FU et al., 2021).

*Trichoderma* spp. são resistentes a produtos químicos, decompositores de matéria-prima e estão ligados intrinsecamente ao sistema radicular, a induzir resistência a doenças e algumas pragas, como nematoides em abacaxizeiros (KIRIGA et al., 2018); além disso, auxilia na liberação de hormônios que promovem o crescimento da planta e melhora a disponibilidade e absorção de nutrientes (SABANDO-ÁVILA et al., 2017; SINGH et al., 2019; ASGHAR; KATAOKA et al., 2021; FU et al., 2021; KUMAR et al., 2021). Indubitavelmente, são importantes a agricultura sustentável em todo o mundo, e têm sido investigados como promissores agentes de biocontrole contra espécies de *Fusarium*, pois podem suprimir o crescimento do microrganismo na planta e inibir a produção de micotoxinas pelos fitopatógenos (BŁASZCZYK et al., 2017; NAHER et al., 2019; URBANIAK et al., 2020; KUMAR et al., 2021; WIN et al., 2021).

As micotoxinas são metabólitos fúngicos tóxicos, que contaminam alimentos no campo, no processamento e no armazenamento (RAO et al., 2021). Os contaminantes ambientais ameaçam a saúde humana e animal por efeitos tóxicos (STRACQUADANIO et al., 2021), como os tricotecenos tipo A, fumonisinas e ácido fusárico, produzidas por espécies de *Fusarium*. Os tricotecenos, por exemplo, são capazes de interromper a função celular, ao inibir a síntese de proteínas. Entretanto, fungos do gênero *Trichoderma* spp. são potenciais antagonistas, candidatos à

biorremediação de contaminantes ambientais, uma estratégia sustentável e ecologicamente correta para o controle micotóxico (TIAN et al., 2020; URBANIAK et al., 2020; KUMAR et al., 2021; RAO et al., 2021).

Baseados nesta hipótese, autores relatam as atividades enzimáticas de *Trichoderma* contra tricotecenos tipo A, fumonisinas e espécies de *Fusarium* produtoras de ácido fusárico (TIAN et al., 2020). *Trichoderma* foi capaz de biotransformar toxina T-2, toxina HT-2, diacetoxyscirpenol e neosolaniol em formas glicosiladas, e uma cepa poderia biotransformar ácido fusárico em fusarinol de baixa toxicidade. Isolados deste gênero podem controlar *Fusarium* toxigênico via competição direta e inibição indireta mediada por voláteis, haja vista que os antagonistas possuem sistemas de defesa contra micotoxinas para autoproteção contra fungos toxigênicos (TIAN et al., 2020).

Controle biológico pode ser definido como “a redução da densidade de inóculo ou das atividades determinantes da doença, através de um ou mais organismos” (BAKER; COOK, 1974; BAKER, 1987). Fungos com mecanismos antagonistas utilizam diferentes estratégias de interações com patógenos. A avaliação em cultura por método de pareamento seleciona isolados com maior potencial antagonístico e de micoparasitismo (GABARDO et al., 2020). Nos testes de desempenho sobre o controle de fitopatógenos por isolados de *Trichoderma* spp., a antibiose tem sido considerada um dos principais mecanismos de ação do antagonista (CONTO et al., 2021). Tal comportamento foi observado em ensaio com cultivo pareado, em que *Trichoderma* spp. inibiu o crescimento micelial de *F. guttiforme* em mais de 80% (BEZERRA et al., 2019).

O comportamento pode relacionar-se à origem dos isolados, pois foram obtidos de forma endofítica em bromeliáceas de restinga. Como *F. guttiforme* foi isolado de abacaxi infectado, supõe-se que os isolados provenientes de bromeliáceas tenham ação mais efetiva que os provenientes de outra cultura, com estratégia de defesa mais eficazes (BEZERRA et al., 2019). O *Trichoderma* utiliza diferentes mecanismos de ação contra os fitopatógenos, a incluir ação direta, degradação e uso de carboidratos complexos pela ação de enzimas, a torná-los os mais bem-sucedidos e resistente colonizadores (CHAGAS JUNIOR et al., 2018; TIAN et al., 2020; URBANIAK et al., 2020; CONTO et al., 2021).

Em um estudo, o controle biológico com *Trichoderma* endofítico de plantas nativas do bioma Caatinga, no semiárido, foi investigado em condições de campo para o manejo da fusariose em abacaxizeiros (TROCOLI et al., 2017). *Trichoderma* reduziu a

severidade da doença em até 70%; e houve aumento em mais de 50% do peso do fruto nas plantas tratadas. Embora os agentes de biocontrole sejam isolados endófitos de plantas da Caatinga, não se evidenciou colonização endofítica de plantas de abacaxizeiro e, portanto, os mecanismos de ação ainda são desconhecidos. Os isolados com melhor desempenho contra a fusariose em campo foram identificados como *T. koningiopsis* e *T. harzianum*, com base em sequências parciais do gene *tef-1α* (TROCOLI et al., 2017).

Resultados semelhantes foram expostos um experimento que avaliou plantas infectadas por *Fusarium guttiforme*, nas mesmas condições ambientais. 109 isolados de *Trichoderma* foram obtidos do alburno de quatro espécies: abacaxi (*Ananas comosus*), gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*), sucupira-preto (*Bowdichia virgilioides*) e catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*). Os isolados capazes de inibir o patógeno e controlar a doença em níveis superiores a 80% foi de 26 em placas de Petri, 21 em discos de colmo plaquedados e 3 em casa de vegetação/campo; que, por sua vez, foram consistentemente capazes de diminuir a severidade da doença em eficácia de 68% a 84% em dois experimentos de campo (SOUZA et al., 2016; TROCOLI et al., 2017).

Os autores de ambos ensaios expõem que *Fusarium guttiforme* é o principal limitante do cultivo do abacaxizeiro na Bahia. Defende-se o controle biológico de *Fusarium* com espécies endófitas de *Trichoderma* isoladas de plantas da região semiárida, detentora de potencial em produzir abacaxi, pois as variedades resistentes não são acessíveis aos produtores e não há informações sobre a durabilidade da resistência. Expõe-se que a aplicação indiscriminada de fungicidas induz a seleção de populações resistentes do patógeno no campo, além de incontáveis efeitos negativos dos produtos químicos à saúde humana e ao ambiente (SOUZA et al., 2016; TROCOLI et al., 2017).

Em um ensaio, *Trichoderma* spp. foi isolado do solo da rizosfera de uma bananeira saudável cultivada em campo contaminado por mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) (WIN et al., 2021). A cepa selecionada, identificada como *Trichoderma asperellum*, exibiu atividade antifúngica contra quatro espécies de fungos fitopatogênicos do gênero *Fusarium* (*F. oxysporum*, *F. fujikuroi*, *F. tricinctum*, *F. cantenulatum*). O comportamento antagonista associado ao *T. asperellum* contra os patógenos fúngicos foi estudado *in vitro* indiretamente, ao observar a competição de crescimento, e diretamente por antibiose e micoparasitismo (WIN et al., 2021).

Isolados de *Trichoderma* suprimiram o crescimento de fitopatógenos em até 75%, e inibiram a germinação de esporos em 30% a 75%. O *T. asperellum* demonstrou secretar enzimas micolíticas (quitinase e  $\beta$ -1,3, glucanase), que são potencialmente capazes de degradar as paredes celulares dos fitopatógenos. O acúmulo observado dos respectivos transcritos e atividades enzimáticas de quitinase e  $\beta$ -1,3, glucanase foram notavelmente maiores em culturas in vitro induzidas por patógenos (WIN et al., 2021).

A redução da severidade da doença em 70% foi observada em vasos de mudas de bananeira coninoculadas com *F. oxysporum*, após 9 semanas de tratamento com *T. asperellum*. O *Trichoderma* naturalmente presente no solo ou adicionado como fungicida biológico em plantações contaminadas com *Fusarium* expressam efeitos antipatogênicos, baseados em vários modos de ação, como competitividade, antibiose e micoparasitismo, e podem ser usados como agentes de controle biológico para lidar com doenças causadas por um amplo espectro de fungos patogênicos do gênero *Fusarium* (WIN et al., 2021).

Um estudo examinou as habilidades de vinte e quatro isolados de dez espécies diferentes de *Trichoderma* para inibir o crescimento micelial e a produção de micotoxinas por cinco cepas de *Fusarium*. O bioensaio por pareamento direto em meio de ágar batata dextrose expressou claramente que todas as cepas de *Trichoderma* usadas no estudo foram capazes de inibir o crescimento micelial de pelo menos quatro das cinco espécies de *Fusarium* no quarto dia após a coinoculação, quando houve o primeiro contato físico aparente entre o antagonista e o patógeno (BŁASZCZYK et al., 2017).

Aos 14 dias, constatou-se que dez cepas de *Trichoderma* cresceram completamente e esporularam na colônia sobre ao menos uma das espécies de *Fusarium*. Observações microscópicas evidenciaram que *T. atroviride* e *T. viride* formaram espirais densas em torno das hifas do patógeno onde a penetração ocorreu. De todas as cepas de *Trichoderma* rastreadas, a cepa *T. atroviride* foi considerada a mais eficiente a reduzir de 69% a 100% as micotoxinas produzidas por *Fusarium* spp. (BŁASZCZYK et al., 2017).

Resultados semelhantes foram obtidos em um estudo que expôs que os metabólitos extraídos de *T. asperellum* e *T. atroviride* podem ser usados na profilaxia de doenças pós-colheita, para aumentar a vida de prateleira dos produtos e inibir a produção de micotoxinas (STRACQUADANIO et al., 2021). Registrou-se eficácia de longa duração e redução do crescimento de fungos, produção de compostos tóxicos e

inibição da contaminação por fungos micotoxigênicos em diferentes matrizes vegetais. Os extratos foram testados em tomates contaminados por *Fusarium* spp., trigo (*Penicillium verrucosum*) e milho (*Aspergillus flavus*) (STRACQUADANIO et al., 2021).

A demanda por frutas livres de resíduos de insumos químicos, juntamente com rígidos padrões de segurança alimentar no mercado global, faz os produtores usarem estratégias alternativas, seguras e amigáveis ao consumidor para controlar as doenças fúngicas. Assim, um estudo avaliou a eficácia *in vitro* de *Trichoderma* spp. contra um grupo de patógenos fúngicos causadores da podridão do caule no abacate (*Fusarium solani*, *Nectria pseudotrichia*, *Lasiodiplodia theobromae* e *Neofusicoccum parvum*), a partir do método de pareamento direto. Os isolados de *Trichoderma* spp. também foram avaliados individualmente em frutos (WANJIKU et al., 2021).

No estudo *in vitro*, todas as espécies do gênero antagonista inibiram o crescimento micelial dos patógenos em taxas maiores que 32%. Os autores alegam que estes microrganismos são alternativa potencial aos fungicidas sintéticos contra doenças pós-colheita de frutos, e que mais testes em condições de campo devem ser feitos para validar a eficácia. Sugerem, inclusive, que a possibilidade de uso de *Trichoderma* spp., individual ou associado a outros métodos, no manejo de podridão do caule em frutas produzidas a nível comercial, também deve ser explorada (WANJIKU et al., 2021).

O uso de produtos químicos para o controle de pragas e doenças é um assunto amplamente discutido, especialmente quando se envolve aspectos como a necessidade de conservação ambiental e a saúde dos consumidores. Neste caso, avaliar o comportamento de microrganismos promissores em processos de controle biológico de doenças de plantas é uma alternativa defendida por pesquisadores (DAS et al., 2019; MEDEIROS et al., 2020; VIANA et al., 2020; FU et al., 2021; WANJIKU et al., 2021).

O gênero *Trichoderma* possui capacidade antagônica contra diversos patógenos de plantas cultivadas, como *F. guttiforme*, de importância econômica, por ser cosmopolita. Nesta premissa, detectou-se o potencial de inibição de quatro cepas de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de *Fusarium oxysporum*, plaqueados em pareamento direto, por habilidade de sobreposição, e por conferir características antagonistas contra o patógeno (MEDEIROS et al., 2020). A eficácia de biocontrole também foi defendida em ensaios de coinoculação com patógenos em plantas de abacaxi (MARTELLETO et al., 2020; WANG et al., 2021), mandioca (AZEVEDO et al., 2021), arroz (DEBNATH et al., 2020), milho (SOUZA et al., 2021), pepino (HE et

al., 2018), melancia (SOARES, 2020; ZHANG et al., 2020), banana (RAHMAN et al., 2021).

Agentes de biocontrole para patógenos alvos são estratégias de gerenciamento de doenças em plantas, proteção de culturas e compensam o impacto ambiental negativo de pesticidas químicos. Isto posto, pesquisadores conduziram um ensaio para desenvolver novos agentes de controle microbiano para manejo eficaz, ecologicamente correto e sustentável de fungos em pimenta-do-reino e em gengibre (DAS et al., 2019). Para tanto, várias espécies de *Trichoderma* foram isoladas do solo rizosférico de uma floresta. Após triagem preliminar, quatro cepas foram identificadas por caracterização bioquímica, molecular e quanto a atividade antifúngica (DAS et al., 2019).

Confrontou-se os isolados contra fitopatógenos do solo: *F. oxysporum*, *Rhizoctonia solani* e *Phytophthora capsici*. Os resultados da atividade antimicótica desses isolados mostraram que *Trichoderma harzianum* exibiu máxima inibição do crescimento micelial sobre *F. oxysporum* (78,3%) e *P. capsici* (65,3%). Resultados do teste de cultura por pareamento direto sobre o crescimento micelial demonstraram dominância de fungos benéficos em 45,3% sobre os fitopatógenos. As análises do ensaio de inibição do crescimento de todos os quatro isolados de *Trichoderma* foram sugestivos e defensivos quanto à eficácia do uso dos organismos como agentes de biocontrole (DAS et al., 2019).

Em outro ensaio, vinte e três isolados de *Trichoderma* foram retirados da zona radicular de tomateiros saudáveis (NOFAL et al., 2021). Por pareamento direto, testou-se a eficiência dos isolados, a sinalizar que *T. atrovirde* inibiu a atividade do *Fusarium* em 92,11%; a avaliação microscópica documentou a natureza micoparasítica como benéfica, agressiva e resistente sobre *Fusarium* (NOFAL et al., 2021).

Tratamentos com 10% de filtrado *T. atrovirde* melhoraram o crescimento das plantas de tomate, em relação às plantas controle ou infectadas, e aumentou o teor de fenol, além de diminuir a porcentagem de incidência de doenças para 8%, em relação às plantas infectadas (60%), com inibição significativa contra *F. oxysporum*. Ademais, os ensaios em casa de vegetação mostraram o papel protetor da inoculação diretamente contra o patógeno, ou indiretamente, relacionado ao mecanismo de defesa da planta. Portanto, recomenda-se o uso de *Trichoderma* para controle biológico da fusariose em tomateiros (AYELE et al., 2021; BENLAMOUDI et al., 2021; HASAN et al., 2021; JAMIL, 2021; KHALIL, 2021; NOFAL et al., 2021; RASHID et al., 2021).

O potencial antagonista de *Trichoderma harzianum* sobre *Fusarium* deve ser avaliado em vários ambientes e condições de cultivo. Ambientes quentes, como no semiárido, são favoráveis ao crescimento e à produção de micotoxinas por *F. guttiforme*, e colocam áreas de abacaxi em alto risco (TIAN et al., 2020; RAO et al., 2021). Um ensaio *in vitro* avaliou o efeito antagônico de *Trichoderma* contra *Fusarium*, por pareamento em diferentes condições ambientais (LARRAN et al., 2020). Os isolados foram plaqueados sob padrões de umidade (0,995, 0,98, e 0,95  $\alpha_w$ ), em 15 e 25 °C.

O estudo macroscópico revelou que houve dominância de crescimento sobre o patógeno, mas a capacidade competitiva de *Trichoderma* foi atenuada pela diminuição da temperatura e da umidade, com crescimento lento de ambos os fungos. A análise microscópica da zona de interação revelou ligação de *T. harzianum* às hifas de *Fusarium*, penetração com ou sem formação de estruturas semelhantes a apressórios, enrolamento, plasmólise e formação de véu. Os resultados demonstram que *Trichoderma harzianum* antagoniza *Fusarium*, com um agente de biocontrole promissor (LARRAN et al., 2020).

Pesquisadores identificaram um agente de biocontrole promissor com propriedades multifacetadas, para o manejo de doenças, promoção de crescimento, indução de resistência e controle do estresse abiótico (KUMAR et al., 2021), ao selecionar doze isolados de *Trichoderma*, em caracteres morfológicos e moleculares, e determinar a nível de espécie, ao coinocular contra *Fusarium*, e avaliar respostas bioquímicas em relação a enzimas de defesa, de crescimento e líticas (KUMAR et al., 2021).

Os resultados registram consideráveis inibição percentual, atividade específica de enzimas de defesa e produção de enzimas líticas. Os isolados favoreceram a presença de hormônios de crescimento, ácido indolacético e ácido giberélico, e proporcionaram maior crescimento de raízes e caules. O estudo comprova que os isolados podem ser usados como bioinoculantes em áreas tropicais de cultivo para gerenciar o estresse biótico e promover o crescimento de plantas (KUMAR et al., 2021).

Efeito positivo sobre o desenvolvimento de abacaxizeiros foi obtido ao testar isolados de *Trichoderma* contra *Meloidogyne javanica* (KIRIGA et al., 2018). Com eficiente colonização, o antagonista reduziu significativamente a produção e massa de ovos de nematoides e o dano por galhas na raiz em quase 90%, e aumentou o crescimento da massa radicular em comparação com o controle não tratado. Registrou-



se aumento de 91,5% do peso fresco radicular. *Trichoderma* spp. inibiu significativamente reprodução dos nematóides e a resposta do hospedeiro, a demonstrar o potencial de controle contra *M. javanica* em abacaxi. A presença de nematoides no solo favorece a infecção de abacaxizeiros por *Fusarium guttiforme*, por facilitar a entrada do fungo ao fixarem o estilete na raiz para se alimentarem (KIRIGA et al., 2018; SINGH et al., 2021; TARIQJAVEED et al., 2021).

Para garantir a produção e oferta de mudas sadias de abacaxizeiro para plantio autores propuseram plantar em substrato comercial à base de *Trichoderma* spp., mudas micropropagadas (NOGUEIRA et al., 2019). Os resultados mostraram que o uso de *Trichoderma* spp. favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, que se mantiveram sadias e assintomáticas, enquanto o substrato à base de casca de sementes de castanha-do-brasil não garantiu o fornecimento dos nutrientes necessários para a formação das mudas. O substrato comercial mais o adubo orgânico proporcionou maior crescimento e resistência sanitária às mudas de abacaxizeiro (NOGUEIRA et al., 2019).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Isolamento, identificação e cultivo do *Fusarium guttiforme*

Os isolados de *Fusarium guttiforme* foram extraídos de abacaxizeiros ‘Pérola’ sintomáticos, com apodrecimento e gomose, característicos da fusariose para a cultura (MARTÍNEZ-SOLÓRZANO et al., 2020; LIRA et al., 2021; MEZZOMO et al., 2021; ROSMAINA et al., 2021). Cultivados por pequenos produtores da agricultura familiar, em plantios comerciais na cidade de Pindobaçu – BA, não eram submetidos a nenhum método de controle para o patógeno, não havia seleção de mudas saudáveis, muito menos de cultivares alternativas resistentes, e convivia-se com a doença nas lavouras sob manejo empírico e sem qualquer acompanhamento profissional.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano) – *Campus* Senhor do Bonfim, para isolamento do fitopatógeno e identificação microscópica. O material vegetal foi sanitizado por submersão em solução de hipoclorito de sódio (1%) por um minuto, duas vezes, e o mergulhou em álcool (70%). Lavou-se as amostras com água destilada, secou-as em papel absorvente e as manteve em câmara úmida, sob observação, até a emergência de estruturas fúngicas identificáveis, em um intervalo de sete dias, tempo ideal para a manifestação do *F. guttiforme* (MEZZOMO et al., 2021; RACHID et al., 2021; VIGNASSA et al., 2021).

Cultivou-se o material em meio batata-dextrose-ágar (BDA), com o pH ajustado em 6,5, e o manteve preservado em placas de Petri, com replicação periódica, a evitar a perda de patogenicidade, e em descanso por sete dias, a 25 °C, em câmara BOD. Para tanto, adicionou água destilada nas placas de cultivo inicial, a liberar os conídios com o auxílio de um pincel fino. Em seguida, a suspensão foi filtrada e ajustada para 105 conídios por microlitro (µL) de água, mediante contagem conidial, em hemacitômetro tipo Neubauer. Em todas as fases utilizou-se o mesmo isolado de *F. guttiforme*, com patogenicidade conhecida.

Fez-se a identificação do patógeno, em laboratório, por análise microscópica do desenvolvimento morfológico e do comportamento de dispersão. A colônia do *F. guttiforme* apresentou crescimento micelial branco, tanto na superfície superior das colônias quanto do micélio aéreo; enquanto na face inferior havia leves tons róseo-alaranjados, e discretas nuances violeta. A literatura relata que *F. guttiforme*, em condições laboratoriais, produz dois tipos de esporos, os microconídios, em formato

oval, e os macroconídios, com parede delgada e formato cilíndrico. Neste caso, observou-se microconídios obovoides, sem septo, produzidos a partir do micélio aéreo em falsas cabeças, polifiálides e ausência de clamidósporo. Os esporodóquios de coloração laranja foram observados em alguns isolados e em pequena quantidade. Todas as características descritas estão em conformidade com a caracterização morfológica para *F. guttiforme* (LESLIE; SUMMERELL, 2008; IBRAHIM et al., 2017; CARNIELLI-QUEIROZ et al., 2019; BARRAL et al., 2020; YANG et al., 2021).

Identificados, os fragmentos isolados de micélio foram transferidos para as placas de Petri, em meio de cultura BDA. Por fim, vedou-se as placas, com filme plástico PVC, e as transferiu para câmaras de crescimento do tipo BOD, onde foram mantidas sob temperatura constante de 25° C e fotoperíodo de 12 horas, por sete dias, condição adequada para o crescimento micelial e a multiplicação de *F. guttiforme* (GOMES et al., 2020; MEZZOMO et al., 2021).

Cabe mencionar que não houve relação absoluta entre os resultados obtidos para os isolados pareados *in vitro*, em discos de talos e os verificados em mudas de abacaxizeiro na casa de vegetação; ou seja, este experimento não se trata de uma seleção de cepas resistentes de um ensaio para o outro, mas de uma escolha aleatória de isolados de *Trichoderma* spp. coinoculados com *F. guttiforme*. Outrossim, recomenda-se fazê-lo no futuro, haja vista que os caracteres morfológicos de uma espécie que são comuns em um meio podem ser perdidos ou alterados quando o mesmo isolado é cultivado em um meio diferente (NIRENBERG; O'DONNELL, 1998; LESLIE; SUMMERELL, 2008; GOMES et al., 2020; MOURA et al., 2020; STRACQUADANIO et al., 2021).

### **3.2 Pareamento das colônias de *Trichoderma* spp. versus *Fusarium guttiforme***

Analisou-se o comportamento de controle e supressão de *Trichoderma* spp. sobre o patógeno causador da fusariose do abacaxizeiro (*Fusarium guttiforme*), por método de pareamento direto entre colônias isoladas (JOHNSON; CURL, 1972), que permite selecionar isolados que tenham maior atividade antagônica e de micoparasitismo contra um patógeno com o qual divide o meio de cultura (GABARDO et al., 2020; MEDEIROS et al., 2020; CONTO et al., 2021).

O bioensaio por pareamento direto em placas de Petri foi conduzido com isolados de *Trichoderma*, disponibilizados pelo laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do IF Baiano – *Campus* Senhor do Bonfim, que eram mantidos em meio

de cultura BDA e em constante replicação. Coinoculou-se os isolados de *F. guttiforme*, previamente preparados, ao meio de cultura batata-dextrose-ágar, com pH ajustado em 6,5, a 1,0 cm da borda, dispostos em lados opostos da placa. Cada agrupamento media quatro milímetros de diâmetro.

Cada tratamento pareado foi composto por três repetições, cada uma em uma placa de Petri, ocupada com micélio de *F. guttiforme* e por isolado de *Trichoderma* spp., conforme o tratamento, referente ao tipo do antagonista (Quadro 1). Enquanto isso, para a testemunha, como controle positivo, plaqueou-se somente as estruturas fúngicas do patógeno, também em três repetições. Desta forma o teste dos 72 isolados de *Trichoderma* spp. em pareamento com *F. guttiforme*, mais a testemunha, foi disposto em delineamento inteiramente casualizado (DIC).

**Quadro 1** – Disposição de tratamentos para ensaio *in vitro* por pareamento direto entre isolados de *Fusarium guttiforme* (FGT) e *Trichoderma* spp. (TC).

Tratamentos			
TC 00 + FGT	TC 23 + FGT	TC 56 + FGT	TC 81 + FGT
TC 01 + FGT	TC 24 + FGT	TC 57 + FGT	TC 84 + FGT
TC 03 + FGT	TC 29 + FGT	TC 61 + FGT	TC 85 + FGT
TC 04 + FGT	TC 30 + FGT	TC 62 + FGT	TC 89 + FGT
TC 05 + FGT	TC 31 + FGT	TC 63 + FGT	TC 90 + FGT
TC 06 + FGT	TC 33 + FGT	TC 64 + FGT	TC 91 + FGT
TC 08 + FGT	TC 34 + FGT	TC 66 + FGT	TC 92 + FGT
TC 09 + FGT	TC 35 + FGT	TC 67 + FGT	TC 93 + FGT
TC 10 + FGT	TC 37 + FGT	TC 68 + FGT	TC 94 + FGT
TC 12 + FGT	TC 38 + FGT	TC 70 + FGT	TC 95 + FGT
TC 13 + FGT	TC 39 + FGT	TC 71 + FGT	TC 96 + FGT
TC 14 + FGT	TC 40 + FGT	TC 72 + FGT	TC 97 + FGT
TC 15 + FGT	TC 41 + FGT	TC 73 + FGT	TC 98 + FGT
TC 17 + FGT	TC 42 + FGT	TC 74 + FGT	TC 100 + FGT
TC 18 + FGT	TC 43 + FGT	TC 75 + FGT	TC 101 + FGT
TC 19 + FGT	TC 52 + FGT	TC 76 + FGT	TC 103 + FGT
TC 21 + FGT	TC 54 + FGT	TC 77 + FGT	TC 104 + FGT
TC 22 + FGT	TC 55 + FGT	TC 79 + FGT	TC 108 + FGT
CONTROLE (Testemunha) = FGT			

Fonte: Elaboração do autor.

As placas foram identificadas quanto ao tratamento, vedadas com plástico PVC e incubadas a 25 °C, em câmara tipo BOD. Sete dias após a inoculação, fez-se medições no diâmetro da colônia dos fungos, com auxílio de uma régua milimétrica. Testes preliminares *in vitro* de crescimento micelial são importantes para avaliar a velocidade de crescimento e adaptabilidade do micélio fúngico no substrato (SILVA et al., 2021). Os dados obtidos permitem avaliar o potencial de supressão do antagonista

no meio pareado contra o patógeno, ao calcular a porcentagem de inibição (I%) de *Trichoderma* spp. sobre *F. guttiforme* com a fórmula (MENTEN et al., 1976):

$$I(\%) = \frac{(D_{TE} - D_{TR})}{D_{TE}} \times 100$$

onde,  $D_{TE}$ : Diâmetro micelial da testemunha;  $D_{TR}$ : diâmetro micelial do tratamento.

Os valores de crescimento micelial de fungo antagonista e patógeno mensurados em placa de Petri foram submetidos à análise de variância. As médias da variável foram agrupadas pelo critério de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), e analisada a supressão de *Trichoderma* spp. sobre o *F. guttiforme* pelo programa de análise estatística Sisvar®.

Para a validar o teste de inibição, adotou-se escalas de notas para o potencial de supressão de *Trichoderma* spp. sobre *F. guttiforme* (BELL et al., 1982; RODRIGUES, 2010) e avaliou-se todos os tratamentos sete dias após a inoculação. As escalas baseiam-se na observação visual das características de supressão e disseminação e dos fungos *Trichoderma* spp. coinoculados com *F. guttiforme*, por pareamento direto na placa de Petri, a atribuir notas de 1 a 5, na Escala 1, e notas de 1 a 7, na Escala 2 (Quadro 2).

**Quadro 2** – Escalas de notas para avaliar o comportamento de supressão *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium guttiforme*, em meio de cultura por pareamento direto.

Escala 1 (BELL et al., 1982)		Escala 2 (RODRIGUES, 2010)	
Nota	Característica	Nota	Característica
1	O agente de biocontrole cresce completamente sobre o patógeno, a cobrir a superfície total do meio de cultura	1	Antagonista cresce por toda a placa de Petri e sobre o disco do patógeno
2	O agente de biocontrole cresce sobre no mínimo 2/3 da superfície do meio de cultura	2	Antagonista cresce por toda a placa de Petri, porém não se sobrepõe sobre o disco do patógeno
3	O agente de biocontrole e o patógeno colonizam aproximadamente metade da superfície do meio de cultura (mais do que 1/3 e menos que 2/3) e nenhum deles aparece dominando o outro	3	Antagonista cresce sobre 3/4 da placa
4	O patógeno coloniza no mínimo 2/3 da superfície do meio de cultura e aparece resistindo ao agente de biocontrole	4	Antagonista cresce sobre 2/3 da placa
5	O patógeno cresce completamente sobre o agente de biocontrole e ocupa a superfície total do meio de cultura.	5	Antagonista e patógeno crescem até a metade da placa
		6	Patógeno cresce sobre 2/3 da placa
		7	Patógeno cresce por toda a placa de Petri

Fonte: Adaptado de BELL et al., (1982) e RODRIGUES (2010).

### 3.3 Bioensaio *in vitro* com discos de talo do abacaxizeiro

Extraíu-se discos de talo, com um centímetro de espessura e três centímetros de diâmetro, da região basal de mudas tipo filhote do abacaxizeiro ‘Pérola’, selecionadas em função da sanidade e homogeneidade em altura da planta e diâmetro dos talos. O material vegetativo foi lavado em água corrente, sanitizado por submersão em solução de hipoclorito de sódio (1%) por dois minutos, e imersão em álcool (70%), por 5 minutos, seguidas de duas lavagens em água destilada esterilizada. Lavou-se as amostras com água destilada, secou-as em papel absorvente, armazenou-se em recipientes plásticos (100 mL) forrados com uma fina camada de papel filtro esterilizado e umedecido com água destilada, e as transferiu para a câmara fluxo laminar.

Por conseguinte, inoculou-se os discos com 250 µL de suspensão conidial com isolados de *Trichoderma* spp., ajustada a  $10^9$  conídios por µL, mediante contagem conidial dos antagonistas. Após dez minutos de descanso, para absorção do líquido, todos os discos de talo foram coinoculados com 250 µL de suspensão conidial a base do *F. guttiforme* ajustada a  $10^5$  conídios por µL, mediante contagem conidial do patógeno, em hemacitômetro tipo Neubauer.

Utilizou-se 33 isolados de *Trichoderma* spp., a compor os tratamentos em triplicata. Para o controle, inoculou-se discos de talos de abacaxizeiro com 250 µL de suspensão conidial a base do *Fusarium guttiforme*, em três repetições. A testemunha positiva foi tratada com água destilada estéril (Quadro 3). O experimento foi executado em DIC. As placas foram mantidas em câmara úmida BOD, a 25 °C, por sete dias.

**Quadro 3** – Disposição de tratamentos para ensaio *in vitro* com pareamento direto entre isolados de *Fusarium guttiforme* (FGT) e *Trichoderma* spp. (TC).

Tratamentos		
TC 00 + FGT	TC 20 + FGT	TC 52 + FGT
TC 04 + FGT	TC 21 + FGT	TC 54 + FGT
TC 05 + FGT	TC 25 + FGT	TC 58 + FGT
TC 08 + FGT	TC 28 + FGT	TC 64 + FGT
TC 12 + FGT	TC 32 + FGT	TC 66 + FGT
TC 14 + FGT	TC 34 + FGT	TC 69 + FGT
TC 15 + FGT	TC 35 + FGT	TC 75 + FGT
TC 16 + FGT	TC 39 + FGT	TC 78 + FGT
TC 17 + FGT	TC 41 + FGT	TC 84 + FGT
TC 18 + FGT	TC 47 + FGT	TC 90 + FGT
TC 19 + FGT	TC 49 + FGT	TC 100 + FGT
CONTROLE = FGT		
TESTEMUNHA = ÁGUA		

Fonte: Elaboração do autor.

Após o período de incubação, sete dias após a inoculação, fez-se medições no diâmetro da colônia dos fungos, com auxílio de uma régua milimétrica. O procedimento foi o mesmo feito para avaliar o crescimento micelial no ensaio de pareamento em placas de Petri. Entretanto, como o material inoculado é um tecido vegetal, esta análise recebe denominação de avaliação do crescimento radial. Esta etapa permite analisar a velocidade de crescimento e adaptabilidade do micélio fúngico no substrato (SILVA et al., 2021). Os dados obtidos indicam o potencial de supressão do antagonista sobre o fitopatógeno nos discos de talo do abacaxizeiro patógeno, ao calcular a porcentagem de inibição (I%) de *Trichoderma* spp. sobre *F. guttiforme* com a fórmula (MENTEN et al., 1976):

$$I(\%) = \frac{(D_{TE} - D_{TR})}{D_{TE}} \times 100$$

onde,  $D_{TE}$ : Diâmetro micelial da testemunha;  $D_{TR}$ : diâmetro micelial do tratamento.

Os valores de crescimento radial do fungo antagonista e patógeno mensurados em discos de talo de abacaxizeiros ‘Pérola’ foram submetidos à análise de variância. As médias foram agrupadas pelo critério de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), e analisada a supressão de *Trichoderma* spp. sobre o *F. guttiforme* pelo programa de análise estatística Sisvar<sup>®</sup>.

Para a validar o teste de inibição, adotou-se novamente as duas escalas de notas para o comportamento de supressão de *Trichoderma* spp. sobre o *F. guttiforme* (BELL et al., 1982; RODRIGUES, 2010), ao observar os tratamentos sete dias após a inoculação, sobre os caracteres de supressão e disseminação de fungos coinoculados na amostra do tecido vegetal do abacaxizeiro, a atribuir notas de 1 a 5, na Escala 1, e notas de 1 a 7, na Escala 2 (Quadro 2).

### 3.4. Ensaio *in vivo* em casa de vegetação

A casa de vegetação que acomodou as mudas de abacaxizeiro ‘Pérola’, inoculadas com *Trichoderma* spp. e *Fusarium guttiforme*, pertence ao complexo de Laboratórios do IF Baiano – Campus Senhor do Bonfim. Embora os agricultores, proprietários das áreas de cultivo de abacaxizeiros, da zona rural de Pindobaçu – BA não façam nenhum tipo de controle de fusariose, visualmente o material vegetativo do tipo filhote, estava assintomático, e foi selecionado e padronizado em altura de 30 centímetros.

Previamente, em laboratório, preparou-se a solução inoculante com *F. guttiforme* a partir de fragmentos miceliais desenvolvidos após dez dias de cultivo em meio BDA. Neste tempo, o fungo disseminou-se por todo o espaço da placa de Petri e foi submetido, enfim, à contagem conidial. Para remoção das estruturas fúngicas, adicionou-se água destilada esterilizada às placas e, com um pincel fino, removeu-se os conídios a obter a suspensão, com ajuste de concentração para  $10^9$  conídios por  $\mu\text{L}$  de água, por contagem conidial em hemacitômetro tipo Neubauer (GABARDO et al., 2020; MEDEIROS et al., 2020; AOYAGI; DOI, 2021; SOLIS-PALACIOS et al., 2021).

Por conseguinte, para preparar as dez soluções inoculantes antagonistas, cada uma com um tipo de isolado de *Trichoderma* spp., por sete dias, em meio de cultura BDA, fragmentos miceliais dos isolados antagonistas desenvolveram estruturas fúngicas e foram submetidos à contagem conidial. Após este período, adicionou-se água destilada esterilizada às placas e, com pincel fino, fez-se à liberação de conídios para a suspensão conidial. Em seguida, ajustou-se a concentração da suspensão dos dez isolados para  $10^5$  conídios por  $\mu\text{L}$  de água, mediante contagem de conídios em hemacitômetro tipo Neubauer (GABARDO et al., 2020; MEDEIROS et al., 2020; AOYAGI; DOI, 2021; RACHID et al., 2021; SOLIS-PALACIOS et al., 2021).

Antes de inocular as soluções nas mudas de abacaxizeiro, procedeu-se a abertura de ferimentos de dois centímetros de largura (cm), por um milímetro (mm) de profundidade, na base dos propágulos, como porta de entrada ao patógeno e absorção das soluções pelo tecido vegetal. Em seguida, os dez isolados de *Trichoderma* spp. foram inoculados via imersão, conforme o tratamento, nas mudas de abacaxizeiro (Quadro 4). As mudas permaneceram submersas por 20 minutos na solução dos isolados antagonistas. Em seguida, imergiu-se as mudas na solução com *Fusarium guttiforme* por mais 20 minutos.

**Quadro 4** – Disposição de tratamentos para ensaio *in vivo* com pareamento direto entre isolados de *Fusarium guttiforme* (FGT) e *Trichoderma* spp. (TC) em mudas de abacaxizeiro ‘Pérola’, cultivadas em casa de vegetação.

Tratamentos		
TC 17 + FGT	TC 34 + FGT	TC 69 + FGT
TC 20 + FGT	TC 35 + FGT	TC 90 + FGT
TC 21 + FGT	TC 39 + FGT	CONTROLE = FGT
TC 27 + FGT	TC 58 + FGT	TESTEMUNHA = ÁGUA

Fonte: Elaboração do autor.

Inoculadas, as mudas foram dispostas sobre o solo durante 10 minutos de descanso, para absorção das soluções, e foram transferidas para o laboratório, onde



foram mantidas em ambiente limpo e arejado para secagem, absorção das soluções e estabilização do inóculo no material vegetativo, por 24 horas (WIN et al., 2021; YANG et al., 2021). Por fim, foram encaminhadas à casa de vegetação para o plantio.

As mudas foram cultivadas em sacos plásticos com 3,5 kg de substrato, pesado em balança de precisão tipo semianalítica, composto por duas partes de solo argilo-arenoso e uma parte de esterco bovino curtido. O material foi coletado de uma área isenta de *Fusarium*, e esterilizado em autoclave. Por noventa dias, período que compreende o experimento as plantas foram irrigadas com regadores a cada 2 dias. Os abacaxizeiros foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com doze tratamentos, em dez repetições. Dez dos tratamentos foram inoculados com solução à base de *Trichoderma* spp.; um tratamento inoculado apenas com *F. guttiforme*, como controle positivo (CP); e a testemunha com mudas sem inoculação, tratadas com água destilada estéril.

A seguir os padrões de higiene e controle, todos os utensílios e a água utilizada no experimento eram esterilizados por autoclavagem em calor úmido, a 120 °C, por 20 minutos. Além disso, todas as etapas de inoculação e replicação, bem como a manipulação de material e propágulos, foram executadas em câmara de fluxo laminar.

Aferiu-se parâmetros morfológicos das mudas de abacaxi, inoculadas com *Trichoderma* spp. e *F. guttiforme*, quinzenalmente, por sessenta dias, quanto à altura da planta (AP), desde a área basal das mudas até altura da maior folha, o diâmetro de talo (DT), o tamanho da folha “D” (TFD) e o tamanho da folha “C” (TFC), desde a base até o ápice, com fita métrica, e o número de folhas (NF). As variáveis mensuradas foram submetidas à análise de variância, e as médias foram agrupadas pelo critério de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), em programa estatístico Sisvar<sup>®</sup>.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Bioensaio *in vitro* por pareamento de *Trichoderma* spp. e *Fusarium guttiforme*

Analisou-se o comportamento de controle e supressão de *Trichoderma* spp. sobre *F. guttiforme*, por pareamento direto entre colônias (JOHNSON; CURL, 1972), a selecionar antagonistas com maior potencial de micoparasitismo. O crescimento micelial do *F. guttiforme* apresentou normalidade na distribuição de dados ao teste F. Agrupou-se os 72 isolados de *Trichoderma* spp., em função do desempenho: Grupo 1 – boa inibição; Grupo 2 – inibição intermediária; Grupo 3 – baixa inibição (Tabela 1).

**Tabela 1** – Crescimento Micelial (CM) (cm) do *Fusarium guttiforme* (FGT) em pareamento direto com isolados de *Trichoderma* spp. (TC), em bioensaio em placa de Petri.

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Tratamentos	Crescimento Micelial (cm)	Tratamentos	Crescimento Micelial (cm)	Tratamentos	Crescimento Micelial (cm)
TC37 + FGT	0,00 A	TC104 + FGT	2,33 B	TC24 + FGT	6,66 D
TC72 + FGT	0,66 A	TC41 + FGT	2,33 B	TC93 + FGT	7,00 D
TC12 + FGT	1,00 A	TC79 + FGT	2,50 B	TC100 + FGT	7,00 D
TC71 + FGT	1,00 A	TC64 + FGT	2,50 B	TC40 + FGT	7,00 D
TC14 + FGT	1,00 A	TC89 + FGT	2,53 B	TC38 + FGT	7,00 D
TC04 + FGT	1,00 A	TC75 + FGT	2,66 B	TC06 + FGT	7,00 D
TC03 + FGT	1,33 A	TC05 + FGT	2,66 B	TC96 + FGT	7,00 D
TC54 + FGT	1,33 A	TC84 + FGT	2,66 B	TC13 + FGT	7,00 D
TC76 + FGT	1,33 A	TC42 + FGT	3,91 B	TC92 + FGT	7,00 D
TC74 + FGT	1,50 A	TC22 + FGT	3,00 B	TC98 + FGT	7,33 D
TC30 + FGT	1,50 A	TC67 + FGT	3,00 B	TC21 + FGT	7,33 D
TC62 + FGT	1,50 A	TC103 + FGT	3,00 B	TC101 + FGT	7,66 D
TC70 + FGT	1,66 A	TC57 + FGT	3,16 B	TC18 + FGT	7,66 D
TC95 + FGT	1,66 A	TC63 + FGT	3,33 B	TC19 + FGT	8,00 D
TC43 + FGT	1,66 A	TC66 + FGT	3,44 B	TC108 + FGT	8,00 D
TC52 + FGT	1,66 A	TC29 + FGT	3,66 B	TC01 + FGT	8,00 D
TC90 + FGT	1,66 A	TC61 + FGT	4,00 B	TC77 + FGT	8,00 D
TC35 + FGT	1,66 A	TC55 + FGT	4,00 B	TC31 + FGT	8,00 D
TC39 + FGT	2,00 A	TC91 + FGT	4,03 B	CP = FGT	8,00 D
TC10 + FGT	2,00 A	TC17 + FGT	4,16 B		
TC23 + FGT	2,00 A	TC56 + FGT	4,33 B		
		TC73 + FGT	4,66 C		
		TC85 + FGT	4,66 C		
		TC15 + FGT	5,00 C		
		TC34 + FGT	5,00 C		
		TC33 + FGT	5,00 C		
		TC09 + FGT	5,33 C		
		TC00 + FGT	5,53 C		
		TC97 + FGT	5,66 C		
		TC81 + FGT	5,83 C		
		TC08 + FGT	6,00 C		
		TC94 + FGT	6,00 C		
		TC68 + FGT	6,33 C		

CV (%) = 38,67

Fonte: Elaboração do autor.

Nota: Valores médios de crescimento micelial (CM) do *Fusarium guttiforme* representados por letras maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si, conforme teste de Scott-Knott, a 5,0% de significância.

No grupo 1 o menor crescimento micelial de *F. guttiforme* nos tratamentos pareados é um indicativo do maior potencial de controle dos isolados de *Trichoderma* spp. que, embora não diferiram estatisticamente, inibiram com eficiência a disseminação do patógeno no meio de cultura. Os isolados demonstraram rápido e vigoroso crescimento micelial, que deteve o desenvolvimento do patógeno, assim como a formação de halo de inibição, que indica a produção de metabólitos pelo antagonista. Observou-se, inclusive, alta capacidade de esporulação de *Trichoderma* spp. sobre o micélio de *Fusarium*, refletida na baixa colonização deste. O comportamento foi observado em outros ensaios que parearam estes gêneros em placa de Petri (AOYAGI et al., 2021; AYELE et al., 2021; BENLAMOUDI et al., 2021; HASAN et al., 2021; JAMIL, 2021; MEDEIROS et al., 2020; NOFAL et al., 2021; SILVA et al., 2021).

A capacidade do *Trichoderma* spp. em inibir o desenvolvimento de outros fungos é caracterizada, dentre outras estratégias, como antibiose, pela síntese e liberação de moléculas com alto e baixo peso molecular que são responsáveis pela atividade antifúngica, que impede o crescimento do fitopatógeno (CUBILLA-RÍOS et al., 2019). Testes *in vitro* de confronto entre fungos são importantes para selecionar isolados para o biocontrole, pois fornecem informações em condições controladas sobre a eficiência e a variabilidade dos gêneros quanto à capacidade de colonização das estruturas do patógeno e o potencial de hiperparasitismo e competição por espaço e nutrientes, bem como a suscetibilidade do agente causal aos respectivos antagonistas (ROCHA et al., 2021).

Por conseguinte, o grupo 3 é composto por organismos que apresentaram baixa inibição sobre o *F. guttiforme*, a somar 18 tratamentos coinoculados, que se igualaram estatisticamente à testemunha, a demonstrar que a *Trichoderma* não inibiu eficientemente a disseminação do fitopatógeno dentro da placa de Petri. Estes resultados corroboram com obtidos em ensaios de pareamento, em que agentes de biocontrole foram indiferentes ou não apresentaram capacidade antagonista sobre o patógeno (AYELE et al., 2021; JAMIL, 2021; KHALIL, 2021; KUMAR et al., 2021; RASHID et al., 2021). Enquanto isso, o grupo 2 foi composto por 33 isolados que tiveram eficácia antagonista intermediária sobre o crescimento micelial de *F. guttiforme*.

Uma possível explicação para as diferenças estatísticas e de desempenho encontradas entre os isolados de *Trichoderma* reside no fato que os mecanismos de

ação, como a produção de metabólitos voláteis tóxicos, podem variar entre espécies do mesmo gênero, e até entre isolados da mesma espécie (BARBOSA et al., 2021). Metabólitos antimicrobianos produzidos pelos agentes de biocontrole são eficazes contra uma ampla gama de fungos fitopatogênicos. Os resultados deste ensaio corroboram com afirmações de autores que propõem que isolados de *Trichoderma* spp. tiveram um efeito antagonico significativo sobre o crescimento micelial de *Fusarium* spp. e de outros fungos patogênicos (PARMAR; PATEL, 2020; HEWEDY et al., 2020; CONTO et al., 2021).

Ademais, avaliou-se o potencial de inibição do antagonista no meio pareado contra o patógeno, ao calcular a porcentagem de inibição (I%) de *Trichoderma* spp. sobre *F. guttiforme* (MENTEN et al., 1976). Para validar o teste, atribuiu-se notas para o comportamento de supressão do fungo, observado visual e microscopicamente (BELL et al., 1982; RODRIGUES, 2010) (Tabela 2).

**Tabela 2** – Potencial de Inibição (%) de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium guttiforme* por pareamento direto, em bioensaio em placa de Petri, e notas atribuídas conforme escala 1 (BELL et al., 1982) e escala 2 (RODRIGUES, 2010).

Tratamentos	Inibição (%)	Escala 1	Escala 2	Tratamentos	Inibição (%)	Escala 1	Escala 2
CP = FGT	0,0	5,0	7,0	TC29 + FGT	45,0	3,7	4,7
TC37 + FGT	100,0	1,0	1,0	TC61 + FGT	45,0	3,7	4,7
TC72 + FGT	91,6	1,5	1,5	TC55 + FGT	45,0	3,7	4,7
TC12 + FGT	87,5	1,7	1,7	TC91 + FGT	45,0	3,7	4,7
TC71 + FGT	87,5	1,7	1,7	TC17 + FGT	45,0	3,7	4,7
TC14 + FGT	87,5	1,7	1,7	TC56 + FGT	44,0	3,8	4,9
TC04 + FGT	87,5	1,7	1,7	TC73 + FGT	41,0	3,9	5,1
TC03 + FGT	85,5	1,6	2,0	TC85 + FGT	41,0	3,9	5,1
TC54 + FGT	85,5	1,6	2,0	TC15 + FGT	40,0	4,0	5,2
TC76 + FGT	85,5	1,6	2,0	TC34 + FGT	40,0	4,0	5,2
TC74 + FGT	75,0	2,2	2,6	TC33 + FGT	40,0	4,0	5,2
TC30 + FGT	75,0	2,2	2,6	TC09 + FGT	37,5	4,2	5,4
TC62 + FGT	75,0	2,2	2,6	TC00 + FGT	37,5	4,2	5,4
TC70 + FGT	74,0	2,3	2,6	TC97 + FGT	30,0	4,5	5,9
TC95 + FGT	74,0	2,3	2,6	TC81 + FGT	29,0	4,5	6,0
TC43 + FGT	74,0	2,3	2,6	TC08 + FGT	25,0	4,7	6,4
TC52 + FGT	74,0	2,3	2,6	TC94 + FGT	25,0	4,7	6,4
TC90 + FGT	74,0	2,3	2,6	TC68 + FGT	25,0	4,7	6,4
TC35 + FGT	74,0	2,3	2,6	TC24 + FGT	12,0	5,0	7,0
TC39 + FGT	73,6	2,4	2,7	TC93 + FGT	12,0	5,0	7,0
TC10 + FGT	73,6	2,4	2,7	TC100 + FGT	12,0	5,0	7,0
TC23 + FGT	73,6	2,4	2,7	TC40 + FGT	12,0	5,0	7,0
TC104 + FGT	73,0	2,5	2,7	TC38 + FGT	12,0	5,0	7,0
TC41 + FGT	73,0	2,5	2,7	TC06 + FGT	12,0	5,0	7,0
TC79 + FGT	73,0	2,5	2,7	TC96 + FGT	12,0	5,0	7,0
TC64 + FGT	73,0	2,5	2,7	TC13 + FGT	12,0	5,0	7,0
TC89 + FGT	73,0	2,5	2,7	TC92 + FGT	12,0	5,0	7,0
TC75 + FGT	73,0	2,5	2,7	TC98 + FGT	8,5	5,0	7,0
TC05 + FGT	73,0	2,5	2,7	TC21 + FGT	8,5	5,0	7,0
TC84 + FGT	73,0	2,5	2,7	TC101 + FGT	5,0	5,0	7,0
TC57 + FGT	45,6	3,7	4,7	TC18 + FGT	0,0	5,0	7,0

TC63 + FGT	45,4	3,7	4,7	TC19 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC66 + FGT	45,4	3,7	4,7	TC108 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC42 + FGT	45,0	3,7	4,7	TC01 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC22 + FGT	45,0	3,7	4,7	TC77 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC67 + FGT	45,0	3,7	4,7	TC31 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC103 + FGT	45,0	3,7	4,7				

Fonte: Elaboração do autor.

Os tratamentos com os isolados de *Trichoderma* TC37 e TC72, mais eficientes na supressão de *Fusarium*, com percentual de inibição de 100% e 91,6%, respectivamente, receberam as maiores notas conforme as duas escalas. Indica-se, desta forma, que o agente de biocontrole cresceu completamente sobre o patógeno, a cobrir a superfície total do meio de cultura. Ao classificar por notas 1,7 e 1,6, infere-se que o agente de biocontrole destes tratamentos cresceu sobre, no mínimo, 2/3 da superfície do meio de cultura, com boa eficiência de inibição (BELL et al., 1982).

A inibição do crescimento micelial do *F. guttiforme* coinoculado com *Trichoderma* spp. foi favorecida pela produção de metabólitos antagonistas (MATOS et al., 2014; SANTOS et al., 2015). Assim como neste ensaio, *F. guttiforme* foi isolado de folhas e frutos de abacaxizeiros sintomáticos. O estudo de interações de hifas entre os inoculados constatou enrolamento e formação de ganchos, a demonstrar que *Trichoderma* é um competidor viável para o biocontrole de *F. guttiforme*, a destacar *T. viride* e *T. harzianum* como os mais promissores (MATOS et al., 2014; SANTOS et al., 2015).

Cepas isoladas de *Trichoderma* apresentaram modo de ação similar, em confronto com *F. oxysporum* (AOYAGI et al., 2021). Verificou-se um rápido crescimento do micélio, que não permitiu a tomada do substrato pelo patógeno a restringir a disseminação à porção onde foi inoculado. Constatou-se, ainda, que o agente de biocontrole demonstrou habilidade em esporular sobre o *Fusarium*, a colonizar as hifas, e possivelmente parasitá-las, inclusive sobre o disco com o micélio de inoculação (AOYAGI et al., 2021). Uma estratégia combinada de controle integrado de doenças que inclui agentes biocontrole requer um estudo de compatibilidade de ambos os organismos, especialmente sobre a capacidade de esporulação (SOLIS-PALACIOS et al., 2021).

Por conseguinte, naqueles tratamentos classificados com 2,2 e 2,5, o agente de biocontrole e o patógeno colonizaram aproximadamente metade da superfície do meio de cultura (mais que 1/3 e menos que 2/3) e nenhum dominou sobre o outro. Enquanto isso, os que receberam notas de 3,7 a 3,9 são caracterizados por tratamentos

onde o *Fusarium* colonizou, no mínimo, 2/3 da superfície do meio de cultura e teve resistência ao *Trichoderma*; assim como os que foram classificados com notas maiores que 4,0, onde o patógeno cresceu completamente sobre o agente de biocontrole e ocupou a superfície total do meio de cultura (BELL et al., 1982).

Com análise semelhante, porém mais detalhada, a escala 2 atribuiu notas de 1,0 a 1,7 para os tratamentos em que *Trichoderma* cresceu por toda a placa de Petri e sobre o disco do patógeno, a considerar os melhores isolados para o controle de *Fusarium guttiforme*. Nos avaliados entre 2,0 e 2,7, o antagonista cresceu por toda a placa, porém não se sobrepôs ao disco, mas exerce influência sobre a atividade do agressor. Enquanto isso, em tratamentos classificados com 4,7 e 4,9, *Trichoderma* cresceu sobre 2/3 da placa; nos que receberam 5,1 e 5,9, o antagonista e o patógeno cresceram até a metade da superfície. Estes pertencem ao grupo dos tratamentos menos eficientes, assim como os classificados em notas maiores que 6,0, em que *Fusarium* alastrou em 2/3 da superfície; e 7,0, onde o patógeno disseminou-se por toda a placa de Petri (RODRIGUES, 2010).

Esta metodologia foi usada por outros autores que afirmaram que fungos do gênero *Trichoderma* spp. são capazes de atuar como agentes de controle do crescimento de microrganismos patogênicos em várias plantas cultivadas (CHAGAS JUNIOR et al., 2018). Para tanto, testaram e selecionaram isolados de *Trichoderma* spp., a coinocular com patógenos de solo. Pela escala de notas, agrupou-se quatro, dos cinquenta isolados, como eficientes sobre todos os patógenos. No percentual de inibição do crescimento micelial, registrou-se mais de 70% sobre *Fusarium* spp., 60% sobre *Sclerotium rolfsii* e 100% de inibição sobre *Rhizoctonia solani* (CHAGAS JUNIOR et al., 2018).

Comportamento similar observou-se ao plaquear cepas de *Trichoderma* spp. com *Fusarium* (MEDEIROS et al., 2020). Além do controle da disseminação, os autores observaram que os isolados antagonistas se sobrepuseram ao patógeno, característica desejável para a inibição do crescimento de fungos fitopatogênicos; como relatam observações que cepas de *Trichoderma* spp. inibiram *Sclerotium rolfsii*, com capacidade hiperparasita (SILVA et al., 2017). Outro aspecto fundamental é a velocidade da cinética micelial, pois, o gênero *Trichoderma* é conhecido pelo rápido crescimento, que o torna mais eficiente por disseminar mais rápido que o patógeno, a controlar fungos de crescimento mais acelerado (MEDEIROS et al., 2020; AOYAGI et al., 2021; BENLAMOUDI et al., 2021; LÓPEZ-HERNÁNDEZ et al., 2021).

Indubitavelmente, o gênero *Trichoderma* tem grande potencial como agente de biocontrole de fitopatógenos na fruticultura. Com vistas às propriedades inibitórias sobre o desenvolvimento de fungos, outro ensaio (MENDES et al., 2018), sob condições semelhantes a este experimento, defendeu a atividade antagônica *in vitro*, de *Trichoderma longibrachiatum* e *Trichoderma harzianum* sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, agente causal do mal do Panamá. O pareamento plaqueado demonstrou que houve competição entre os microrganismos por substrato, em que o agente de biocontrole foi favorecido pelo rápido crescimento, a suprimir *Fusarium* (MENDES et al., 2018).

A capacidade micoparasitária de *Trichoderma*, com produção de lipase, proteinase, quitinase e enzimas hidrolíticas, que degradam a parede celular, varia entre espécies e isolados de fungos devido à origem e hospedeiro onde se desenvolvem (ABHIRAM; MASIH, 2018; VEENSTRA et al., 2019; PAVLOVSKAYA et al., 2020; SOLIS-PALACIOS et al., 2021). Tanto por micoparasitismo em *Fusarium*, quanto sobre outros gêneros, registra-se efeitos positivos na inibição do crescimento micelial em ensaio, como em plaqueamento com *Sclerotinia sclerotiorum* (ROCHA et al., 2021). A produção de metabólitos voláteis, ação secundária do gênero *Trichoderma*, age contra os patógenos presentes no meio. Com isso, verifica-se a eficiência de controle biológico, a reduzir a aplicação de produtos químicos na agricultura (ROCHA et al., 2021).

O micoparasitismo é um processo complexo apresentado por cepas de *Trichoderma*, que envolve o reconhecimento do patógeno, a produção de endocitinas e a ligação física ao patógeno (LÓPEZ-HERNÁNDEZ et al., 2021; RAJANI et al., 2021). Posteriormente, as cepas de *Trichoderma* secretam enzimas que hidrolisam os principais compostos estruturais das paredes celulares dos fungos, como quitina e  $\beta$ -glucana (DING et al., 2020; MORENO-RUIZ et al., 2020; ANDOJI et al., 2021). O comportamento foi observado nos tratamentos deste ensaio, assim como em testes com similares plaqueados, que defendem que o antagonismo se deve ao micoparasitismo, à competição por espaço e à antibiose, com produção de compostos químicos e orgânicos voláteis (BEZERRA et al., 2019; ASGHAR et al., 2021; AYELE et al., 2021; CONTO et al., 2021).

Algumas espécies de *Trichoderma* são micoparasitas eficazes sobre fungos fitopatogênicos, principalmente os com estruturas de resistência difíceis de serem atacadas por microrganismos, como os patógenos do gênero *Fusarium*. *Trichoderma*

pode formar um halo de inibição ou atuar por parasitismo e competição. O antagonista se desenvolve sobre os fitopatógenos causadores da fusariose do abacaxizeiro, a impedir que produzam escleródios – estruturas de resistência que podem se manter viáveis por até 12 anos no solo. O biocontrole permite reduzir a produção de novos escleródios, bloquear a formação de apotécios e a ejeção de ascósporos (SPONCHIADO et al., 2019; GABARBO et al., 2020; CONTO et al., 2021; ROCHA et al., 2021; TIWARI et al., 2021).

#### 4.2 Bioensaio por pareamento de *Trichoderma* spp. e *Fusarium guttiforme* em discos de talos de abacaxizeiro cv. Pérola

Agrupados, os isolados TC49, TC39, TC75 e TC69 inibiram potencialmente a infestação do *F. guttiforme* em discos de talo do abacaxizeiro ‘Pérola’ quando comparados ao controle positivo (tratamento inoculado com isolados do patógeno) (Tabela 3). *F. guttiforme* tem determinada susceptibilidade a fungos fitopatogênicos, como *Trichoderma* spp., por causa dos metabólitos secundários com efeito fungicida, por estes produzidos. Entretanto, o potencial de inibição pode variar entre espécies, entre isolados da mesma espécie e depender das fontes de isolamento, como ocorre com os endofíticos, e em função dos compostos antifúngicos secretados (BEZERRA et al., 2019; VIGNASSA et al., 2021).

**Tabela 3** - Crescimento radial do *Fusarium guttiforme* em discos de talo de abacaxizeiros cv. Pérola, inoculados com o patógeno e com isolados de *Trichoderma*.

Tratamentos	Crescimento radial <i>F. guttiforme</i> (cm)	Tratamentos	Crescimento radial <i>F. guttiforme</i> (cm)
TC49 + FGT	0,00 A	TC05 + FGT	2,00 D
TC39 + FGT	0,00 A	TC100 + FGT	2,00 D
TC75 + FGT	0,00 A	TC17 + FGT	2,33 D
TC69 + FGT	0,23 A	TC19 + FGT	2,33 D
TC34 + FGT	0,66 B	TC78 + FGT	2,66 E
TC35 + FGT	0,66 B	TC84 + FGT	2,66 E
TC41 + FGT	0,66 B	TC14 + FGT	2,66 E
TC58 + FGT	0,66 B	TC32 + FGT	3,00 E
TC55 + FGT	0,66 B	TC15 + FGT	3,00 E
TC52 + FGT	0,66 B	TC25 + FGT	3,00 E
TC16 + FGT	0,66 B	TC28 + FGT	3,00 E
TC12 + FGT	1,33 C	TC10 + FGT	3,00 E
TC21 + FGT	1,33 C	TC64 + FGT	3,00 E
TC08 + FGT	1,33 C	TC54 + FGT	3,00 E
TC20 + FGT	1,33 C	TC04 + FGT	3,00 E
TC66 + FGT	1,66 C	TC47 + FGT	3,00 E
TC90 + FGT	1,66 C	CP = FGT	3,00 E

CV (%) = 23,73

Fonte: Elaboração do autor.



Nota: Valores médios representados pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si, conforme teste de Scott-Knott, ao nível de significância de 5%.

Os tratamentos TC34, TC35, TC41, TC58, TC55, TC52 e TC16 foram categorizados, em função da semelhança estatística, com maiores médias, em um grupo que propiciou respostas significativas, em relação à testemunha, a demonstrar, de fato, eficiência no biocontrole da fusariose em discos de talo do abacaxizeiro. Os isolados TC12, TC21, TC08, TC20, TC66 e TC90, estatisticamente semelhantes, foram agrupados como inibidores intermediários do crescimento micelial de *F. guttiforme*.

Entretanto, ainda são eficientemente superiores aos isolados TC05, TC100, TC17 e TC19, reunidos em um grupo com baixo potencial de inibição. Enquanto isso, agrupou-se TC78, TC84, TC14, TC32, TC15, TC25, TC28, TC10, TC64, TC54, TC04 e TC47, que não diferiram significativamente da testemunha controle (CP) em relação à disseminação e dominância do patógeno e ineficiência do antagonista.

Por conseguinte, para convalidar os dados de crescimento radial de *F. guttiforme*, avaliou-se o potencial de inibição do antagonista pareado contra o patógeno nos discos de talo, com porcentagem de inibição (I%) de *Trichoderma* spp. sobre *F. guttiforme* (MENTEN et al., 1976). Para corroborar o teste, atribuiu-se notas para o comportamento de supressão do fungo, observado visual e microscopicamente (BELL et al., 1982; RODRIGUES, 2010) (Tabela 4).

**Tabela 4** – Potencial de Inibição (%) de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium guttiforme* por pareamento direto, em discos de talo de abacaxizeiro ‘Pérola’, e notas atribuídas conformes escala 1 (BELL et al., 1982) e escala 2 (RODRIGUES, 2010).

Tratamentos	Inibição (%)	Escala 1	Escala 2	Tratamentos	Inibição (%)	Escala 1	Escala 2
CP = FGT	0,0	5,0	7,0	TC90 + FGT	44,0	3,7	4,9
TC49 + FGT	100,0	1,0	1,0	TC05 + FGT	33,0	4,7	5,7
TC39 + FGT	100,0	1,0	1,0	TC100 + FGT	33,0	4,7	5,7
TC75 + FGT	100,0	1,0	1,0	TC17 + FGT	22,0	4,9	6,5
TC69 + FGT	92,0	1,4	1,4	TC19 + FGT	22,0	4,9	6,5
TC34 + FGT	77,7	2,2	2,5	TC78 + FGT	11,0	5,0	7,0
TC35 + FGT	77,7	2,2	2,5	TC84 + FGT	11,0	5,0	7,0
TC41 + FGT	77,7	2,2	2,5	TC14 + FGT	11,0	5,0	7,0
TC58 + FGT	77,7	2,2	2,5	TC32 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC55 + FGT	77,7	2,2	2,5	TC15 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC52 + FGT	77,7	2,2	2,5	TC25 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC16 + FGT	77,7	2,2	2,5	TC28 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC12 + FGT	55,5	3,3	4,1	TC10 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC21 + FGT	55,5	3,3	4,1	TC64 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC08 + FGT	55,5	3,3	4,1	TC54 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC20 + FGT	55,5	3,3	4,1	TC04 + FGT	0,0	5,0	7,0
TC66 + FGT	44,0	3,7	4,9	TC47 + FGT	0,0	5,0	7,0

Fonte: Elaboração do autor.

Os resultados apontam isolados com percentual de inibição maior que 70%, como em experimento que avaliou a supressão de *Trichoderma* spp. sobre *F. guttiforme* em abacaxi (BEZERRA et al., 2019). Metabólitos voláteis, não-voláteis e não-voláteis termoestáveis produzidos por isolados antagonistas, proporcionam variação no percentual de inibição do crescimento micelial do patógeno, acima de 70%. Em um teste de termoestabilidade, os metabólitos de *Trichoderma* spp. se mantiveram ativos, mesmo após autoclavagem, pois inibiram o crescimento micelial do patógeno, a indicar o potencial antifúngico, em condições climáticas extremas (BEZERRA et al., 2019).

Os tratamentos com os isolados de *Trichoderma* spp. TC49, TC39, TC75 e TC69 suprimiram a disseminação de *Fusarium*, com alto percentual de inibição, e, conseqüentemente, receberam as maiores notas conforme as duas escalas. Indica-se, desta forma, que o agente de biocontrole cresceu completamente sobre o patógeno, a cobrir a superfície total do disco de talo de abacaxizeiro ‘Pérola’. Os tratamentos seguintes, com 77,7% de inibição, podem ser classificados como eficientes, pois o percentual e a escala de notas indicam que os isolados inibiram diretamente o crescimento do patógeno por ação de metabólitos voláteis (BELL et al., 1982; RODRIGUES, 2010). O comportamento foi descrito em ensaio com inoculados pareados de *Trichoderma* spp. e *Fusarium* spp. em porções do colmo da cana-de-açúcar (TIWARI et al., 2021).

A quantidade de tratamentos com baixo índice de eficiência no controle do patógeno, entre outros fatores, pode estar ligada à alta susceptibilidade da cultivar. Assim sugere um experimento que inoculou *Fusarium guttiforme* em folhas de abacaxizeiros ‘Pérola’ e ‘BRS Imperial’ (GARCIA et al., 2017). O método de inoculação em fragmentos vegetais é eficiente, rápido e de baixo custo, pois reproduz satisfatoriamente os sintomas da doença e são mais coerentes para avaliar a resistência genética em abacaxizeiro. Aos dez dias após inoculação do patógeno, quantificou-se a severidade da fusariose pelo diâmetro das lesões e constatou-se que as folhas inoculadas com *F. guttiforme* destacadas de plantas ‘BRS Imperial’ apresentaram sintomas mais brandos ou escassos que o material vegetativo extraído de abacaxizeiros ‘Pérola’, a comprovar a susceptibilidade da cultivar (GARCIA et al., 2017).

Ainda que nem todas as espécies de *Trichoderma* tenham vantagem sobre *F. guttiforme*, os fungos do gênero são candidatos eficientes ao biocontrole, devido ao alto potencial antagônico a diferentes fitopatógenos, decorrentes da inibição, alta capacidade reprodutiva, plasticidade ecológica, efeito estimulante sobre os cultivos,

ação indutora de resistência sistêmica em plantas, contra diferentes patógenos. Isso também fora constatado em ensaio, com 100% de inibição de *T. harzianum* sobre fitopatogênicos *F. oxysporum* e *Botrytis cinerea*, em pareamento direto *in vitro* (AOYAGI et al., 2021).

Resultados similares foram obtidos em um estudo que avaliou metabólitos extraídos de *T. asperellum* e *T. atroviride*, coinoculados com patógenos em tomates contaminados por *Fusarium* spp., trigo (*Penicillium verrucosum*) e milho (*Aspergillus flavus*) (STRACQUADANIO et al., 2021). Os compostos orgânicos voláteis e antagonísticos produzidos pelos agentes de biocontrole podem ser usados na profilaxia de doenças pós-colheita desses vegetais; a supor que também possa ser usado nos frutos de abacaxi, para aumentar a vida de prateleira e inibir a produção de micotoxinas por *Fusarium*, em vista da eficácia de longa duração, redução no crescimento de fungos patógenos e na produção de micotoxinas (STRACQUADANIO et al., 2021).

Enquanto isso, um estudo que avaliou a eficácia *in vitro* de *Trichoderma* spp. contra patógenos fúngicos, como *Fusarium solani*, utilizou pareamento em frutos de abacate (WANJIKU et al., 2021). Houve considerável inibição sobre todos os patógenos, a defender que fungos do gênero *Trichoderma* são alternativa potencial aos fungicidas sintéticos contra doenças pós-colheita de frutos. Testes em campo devem ser feitos para covalidar a eficácia, haja vista que as condições são adversas (WANJIKU et al., 2021).

Ao plaquear fragmentos de melão (*Cucumis melo*) coinoculados com *F. incarnatum* e *Trichoderma* (INTANA et al., 2021), registrou-se percentual de inibição maior que 80%, assim como neste experimento com inoculação em discos de talos de abacaxizeiro ‘Pérola’, a supor que os compostos orgânicos voláteis (COV) produzidos por *Trichoderma* spp. inibem o crescimento de *Fusarium*. Os fragmentos inoculados com COV sintéticos suprimiram com apenas a 50% de eficiência. Frutos inoculados com isolados *Trichoderma* não apresentaram podridão. Em contrapartida, os tratamentos com COV sintéticos não inibiram a manifestação do patógeno e, aos sete dias, registrou-se podridão do fruto, com comportamento semelhante ao controle inoculado apenas com isolados de *Fusarium incarnatum* (INTANA et al., 2021).

#### **4.3 Bioensaio *in vivo* por pareamento de inoculados de *Trichoderma* spp. e *Fusarium guttiforme* em mudas de abacaxizeiro ‘Pérola’ em casa de vegetação**

Ao inocular isolados de *Trichoderma* spp., escolhidos aleatoriamente, e *F. guttiforme* em mudas de abacaxi ‘Pérola’, observou-se que o desempenho antagonista no controle da fusariose variou entre isolados em todas as variáveis (Tabela 5).

**Tabela 5** – Resumo da Análise de Variância com os respectivos graus de liberdade do resíduo (GL) para as fontes de variação, médias, coeficientes de variação e quadrados médios para os valores de altura da planta (AP), diâmetro de talo (DT), comprimento da folha “D” (CFD) e comprimento da folha “C” (CFC) e o número de folhas (NF).

FV	GL	QM				
		AP	DT	CFD	CFC	NF
TRAT	11	1844,3468	10,8417	905,1590	997,9662	119,6222
DAT	4	451,1059	1,3060	217,9299	366,3142	135,6361
TRAT*DAT	44	50,3006	3,0549	25,0306	139,1574	5,7119
ERRO	660	42,1383	3,0853	17,9908	175,3807	4,1191
CV (%)		19,22	53,13	14,33	55,03	13,70
MÉDIA		33,7819	3,3063	29,6069	24,0639	14,8111

Nível de significância: (P<0,05).

Fonte: Elaboração do autor.

As médias de altura da planta (AP) foram agrupadas em cinco categorias, conforme o efeito de inibição de *Trichoderma* spp. O melhor tratamento foi o isolado TC27, seguido do grupo ao qual pertenciam os tratamentos TC34 e TC39; enquanto os com menor potencial (TC35, TC21 e TC90) foram alocados em um grupo e TC58 em outro, estatisticamente semelhante ao controle, inoculado com *F. guttiforme* (Tabela 6).

**Tabela 6** - Arranjo e valores médios (cm) para as variáveis de altura de planta (AP), diâmetro do talo (DT), tamanho da folha “D” (TFD), tamanho da folha “C” (TFC) e número de folhas (NF) de abacaxizeiros ‘Pérola’ submetidos diferentes isolados de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium guttiforme*, em casa de vegetação, por 90 dias.

TRATAMENTOS	AP	TFD	TFC	DT	NF
Testemunha	27,03 E	24,93 D	18,83 B	2,53 B	12,30 D
CP = FGT	28,51 E	25,10 D	20,66 B	3,51 A	13,06 C
TC58 + FGT	28,95 E	25,60 D	20,36 B	3,03 B	15,08 C
TC35 + FGT	31,36 D	27,53 C	21,21 B	3,01 B	13,88 B
TC21 + FGT	31,58 D	28,31 C	22,55 B	3,18 B	14,95 C
TC90 + FGT	31,76 D	28,65 C	23,43 B	2,95 B	13,48 B
TC17 + FGT	33,58 C	29,50 C	32,73 A	3,42 A	16,38 A
TC69 + FGT	34,53 C	31,45 B	24,28 B	3,50 A	14,85 B
TC20 + FGT	35,21 C	31,68 B	24,46 B	3,31 B	14,98 B
TC34 + FGT	36,55 B	31,41 B	23,25 B	3,20 B	16,90 A
TC39 + FGT	38,60 B	32,45 B	26,98 A	4,10 A	16,43 A
TC27 + FGT	47,68 A	38,65 A	29,98 A	3,90 A	15,41 B
CV (%)	19,22	14,33	55,0	53,13	13,70

Fonte: Elaboração do autor.

Nota: Valores médios para as variáveis de altura de planta (AP), diâmetro do talo (DT), tamanho da folha “D” (TFD), tamanho da folha “C” (TFC) e número de folhas (NF), quando submetidas aos diferentes tratamentos de *Trichoderma* spp. seguidos pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si, teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

O tamanho da folha “D” (TFD) teve destaque positivo em inoculado TC27. Dois grupos de isolados, um com os tratamentos TC34, TC69, TC39 e TC20, e outro com TC35, TC21, TC90 e TC17, tiveram desempenho mediano de antagonismo sobre o agente causal da fusariose em abacaxizeiro ‘Pérola’. Enquanto isso, o isolado TC58, novamente, foi alocado na categoria de baixo desempenho, com manifestação de *Fusarium guttiforme* semelhante ao controle positivo. Quanto ao tamanho da folha “C” (TFC), os tratamentos foram categorizados em dois grupos dos quais pertenciam TC17, TC27 e TC39 ao conjunto dos mais eficazes, e os isolados TC58, TC35, TC21, TC34, TC90, TC69 e TC20 ao grupo de isolados de *Trichoderma* spp. com baixo potencial de inibição.

O diâmetro do talo das plantas inoculadas com *Fusarium guttiforme* e *Trichoderma* spp. formaram dois grupos, com maiores médias para os tratamentos TC39, TC27, TC69 e TC17, e com menores médias para TC90, TC35, TC58, TC21, TC34 e TC20. O número de folhas das mudas inoculadas em pareamento formaram, por sua vez, quatro grupos: um com isolados de melhor desempenho (TC17, TC39 e TC34), outro com desempenho mediano (TC90, TC35, TC69, TC20 e TC27), enquanto aqueles com baixo potencial de controle do patógeno (TC21 e TC58) foram agrupados junto ao tratamento controle, além de outra classe ocupada pela testemunha.

Resultados semelhantes foram observados em abacaxizeiros sob aplicação em pré-plantio de fungicida à base de *Trichoderma harzianum* (SABANDO-ÁVILA et al., 2017). Aos seis meses após a semeadura, a altura da planta, o número de folhas por planta, o comprimento radicular, o peso fresco das plantas e a incidência de doenças foram avaliadas e constatou-se que a aplicação do biofungicida afetou positivamente os caracteres morfológicos. A incidência de plantas doentes foi baixa, com resistência de plantas tratadas, em relação à testemunha (SABANDO-ÁVILA et al., 2017).

Mudas de tomate tratadas com *Trichoderma asperellum* apresentaram altura, diâmetro do caule, teor de proteína e de açúcar solúveis significativamente maiores (YU et al., 2021), que se deve a atividade de redutase de nitrato e catalase, significativamente aumentadas em função da presença do fungo nos vegetais. Detectou-se aumento da absorção de nitrogênio pelas mudas de tomate e resistência a *Fusarium oxysporum* e *Alternaria alternata*, e os genes de transdução de sinal de hormônio foram altamente expressos. Esses resultados confirmam *Trichoderma* como um candidato promissor ao biocontrole (YU et al., 2021).

O pareamento *in vivo* demonstrou eficácia de inibição de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium guttiforme*, uma vez que sintomas externos, característicos de abacaxizeiros infectados (BEZERRA et al., 2019; BARRAL et al., 2020; GOMES et al., 2020; GUDIN; SILVA et al., 2021; MEZZOMO et al., 2021; VIGNASSA et al., 2021), foram detectados, com agravamento conforme o passar dos dias e em decorrência da baixa eficácia de controle antagonista. Neste ensaio, detectou-se que o apodrecimento do colo das mudas começou aos 07 dias após a inoculação, a começar em plantas testemunhas, inoculadas apenas com o patógeno, e evidenciar-se nos demais tratamentos com o passar do tempo. Aos 15 dias, registrou-se exsudação de resina no tratamento controle; e, aos 30 dias, aparecimento de gomose nas folhas do abacaxizeiro “Pérola”.

Mesmo inoculado com *Trichoderma*, *F. guttiforme* pode alterar o comportamento de resistência do genótipo (GARCIA et al., 2017; MOURA et al., 2020). Isso porque ao entrar na planta, a colônia fúngica causadora de fusariose se expande pelo xilema e pelo tecido vascular, e não permite a difusão de água e nutrientes dentro da planta. Desta forma, causa epinastia, murcha e até a morte do abacaxizeiro. A maioria das espécies desse gênero produzem substâncias semelhantes a proteínas que ajudam o patógeno a suprimir defesas da planta (AMASIFUEN et al., 2019).

Além disso, as diferenças entre tratamentos podem estar relacionadas com as condições bióticas e abióticas do solo, que podem induzir uma variação do nível de controle biológico de um patógeno, a depender da espécie (HEWEDY et al., 2021; WANJIKU et al., 2021; YANG et al., 2021). Embora as mudas de abacaxizeiro tenham sido cultivadas sob as mesmas condições, as diferentes cepas de *Trichoderma* spp. podem apresentar efeito antagonista diferente; haja vista que a eficácia relativa do domínio de *Trichoderma* spp. sobre a doença varia com a cepa, o patógeno-alvo, as espécies de cultivo e o clima (BARBOSA et al., 2021; WIN et al., 2021); assim como qualquer fungo endofítico que coloniza o interior das plantas sem causar danos e atua em simbiose com o hospedeiro, mas com boa atividade antagonista (SOUZA et al., 2021).

Cepas de *Trichoderma* protegem as plantas de diversos patógenos usando múltiplos mecanismos, como o aumento da atividade e produção de metabólitos antifúngicos secretados em resposta a compostos voláteis produzidos por *Fusarium*. Este comportamento sugere que o *Trichoderma* spp. pode reconhecer a presença do patógeno, ao detectar os compostos voláteis, e se preparar para o controle. No entanto,

um ensaio demonstrou que espécies dentro do mesmo gênero responderam de formas diferentes, umas a detectar prontamente as micotoxinas e acionar a inibição e outras que foram indiferentes (LI et al., 2018).

A análise da expressão gênica mostrou a regulação positiva de vários genes associados ao biocontrole, em resposta a *Fusarium*, a exibir atividade antifúngica de *Trichoderma* spp. Entretanto, constatou-se que *Fusarium* também reconhece o agente antagonista ao detectar metabólitos fungicidas, e libera compostos voláteis específicos que o inibem. Sugere-se, desta forma, que ambos os tipos de interação são comuns entre os fungos, a explicar a variação entre resultados, mesmo que as plantas sejam inoculadas com o mesmo gênero de biocontrole e se mantenham sob as mesmas condições ambientais de cultivo (LI et al., 2018).

Resultados semelhantes ao pareamento *in vivo* do antagonista com patógeno, no abacaxizeiro ‘Pérola’, foram relatados em ensaio que avaliou o potencial de biocontrole *in vitro* e *in vivo* de *Trichoderma* sobre *Macrophomina phaseolina* (OLIVEIRA et al., 2021). Todos os isolados de biocontrole avaliados inibiram o crescimento micelial de *M. phaseolina*, no pareamento *in vitro*. Seguidamente, cepas desses isolados foram usados para inocular feijoeiros contaminados com o fitopatógeno, em casa de vegetação. Novamente, todos os agentes testados apresentaram atividade biocontroladora sobre o patógeno, a indicar que isolados de *Trichoderma* spp. possuem potencial para o manejo da podridão cinzenta do caule (OLIVEIRA et al., 2021).

Neste ensaio de inoculação por pareamento em abacaxizeiros, observou-se que os agentes de biocontrole foram eficazes sobre os patógenos, a reduzir a severidade da doença; haja vista que a manifestação sintomática foi branda em plantas coinoculadas. Em contrapartida, estas plantas demonstraram melhor crescimento e desenvolvimento de caracteres morfológicos. Comportamento similar foi observado ao avaliar a eficácia de biocontrole de *T. asperelloides* e *Bacillus paralicheniformis*, na supressão da murcha vascular (*F. oxysporum*) e da pinta preta (*Alternaria alternata*), por pareamento de isolados inoculados em tomateiros (RAMÍREZ-CARIÑO et al., 2020).

Experimentos de confronto *in vivo* entre *Trichoderma* spp. e *Fusarium* spp. relatam inibição eficiente, atividade específica de enzimas de defesa, produção de enzimas líticas e hormônios de crescimento – ácido indolacético e ácido giberélico, que proporcionaram maior desenvolvimento de raízes e caules. Os isolados podem ser usados como bioinoculantes em áreas tropicais de cultivo para o gerenciamento do

estresse biótico, como no semiárido, além de promover o crescimento de plantas (SINGH et al., 2019; BENLAMOUDI et al., 2021; HASAN et al., 2021; JAMIL, 2021; KHALIL, 2021; KUMAR et al., 2021; NOFAL et al., 2021; RASHID et al., 2021).

Evidências de que *Trichoderma* spp. promove o crescimento vegetativo são justificadas por favorecer maior liberação de hormônios e por auxiliar na disponibilidade e absorção nutricional (SABANDO-ÁVILA et al., 2017; SINGH et al., 2019; ASGHAR; KATAOKA et al., 2021; FU et al., 2021; KUMAR et al., 2021; SANTOS et al., 2021). Isso explica o comportamento observado neste experimento, em que plantas inoculadas com *Trichoderma* expressaram melhor desenvolvimento de caracteres, como altura, diâmetro do talo, tamanho da folha “D”, tamanho da folha “C” e número de folhas; assim como observado em ensaio que utilizou fungicida à base de *Trichoderma* spp. para o controle de *F. verticillioides* em milho que, além de reduzir a incidência da doença, o inóculo favoreceu o aumento da altura da planta (VEENSTRA et al., 2019). Fungos com propriedades indutoras da elongação celular nos vegetais superiores, potencializam o metabolismo de plantas (SOARES, 2020; CHAGAS JUNIOR et al., 2021).

Este comportamento foi relatado em ensaio que testou controle preventivo sobre três patógenos responsáveis pela podridão radicular em cereais, dos quais, um pertencia ao gênero *Fusarium*, ao inocular sementes em tratamentos com *Trichoderma* spp., e outros com fungicida químico, e as cultivar em solo infectado (QOSTAL et al., 2020). Plantas sob biocontrole tiveram menores incidência e índice de podridão radicular.

Por observar que houve maior índice de área foliar em mudas tratadas com *Trichoderma*, neste experimento, pode-se sugerir seguramente que o agente de biocontrole, além de evitar que os abacaxizeiros sejam infectados por patógenos, adicionalmente promove-se o crescimento das plantas. O potencial em reduzir o efeito agressor de fitopatógenos, como *Fusarium guttiforme*, e a manifestação sintomática da fusariose em abacaxizeiros ‘Pérola’ deve ser explorado em inoculação de mudas cultivadas no semiárido, principalmente porque a cultivar é amplamente cultivada em lavouras baianas, em virtude da alta demanda e preferência do mercado. Outrossim, a técnica pode ser melhorada, ao testar quantidades de inóculo em função da cultura, e que seja capaz de se desenvolver nos estágios iniciais da germinação, a prevenir a penetração e instalação de patógenos nos tecidos das raízes das mudas (QOSTAL et al., 2020).



A redução da severidade de murcha por *F. oxysporum*, também em 70%, por *Trichoderma* spp., foi observada mudas de bananeira cultivadas em vaso, previamente infectadas com *F. oxysporum*, após 9 semanas de inoculação do antagonista (WIN et al., 2021). *Trichoderma asperellum* foi isolado de bananais contaminados com murcha, e expressou efeitos antipatogênicos com base em modos de ação, a incluir competitividade, antibiose e micoparasitismo, e pode ser potencialmente usado como um agente de controle biológico para lidar com doenças causadas por um amplo espectro de fungos patógenos do gênero *Fusarium* em fruteiras, como o abacaxi (WIN et al., 2021).

A eficiência antagonista sobre patógenos *Fusarium* foi defendida em ensaio onde adubou-se, com biofertilizante rico em isolados *Trichoderma* spp., solo fumigado com fungicida químico (ZHANG et al., 2021). Controlou-se efetivamente a murcha de *Fusarium*, por combinação de supressão direta da população de patógenos e remodelagem complexa do microbioma do solo com o biofertilizante. Propõe-se que a manipulação da comunidade biótica, com produtos à base de *Trichoderma* spp., após uma fumigação, promove a saúde vegetal sustentável face à crescente ameaça patogênica em todo o mundo (ZHANG et al., 2021).

Reduzir a densidade de patógenos e controlar as comunidades microbianas por competição, antibiose e micoparasitismo para superar o *Fusarium guttiforme* transmitido pelo solo pode ser uma alternativa para explorar a interação entre patógenos, microrganismos do solo e produção agrícola. A aplicação de *Trichoderma* spp., fungo antagonista potencialmente benéfico, reduz a infestação de fungos patogênicos, para solucionar problemas associados ao cultivo contínuo de longo prazo de abacaxizeiros; haja vista que *F. guttiforme* afeta severamente a produção e o retorno econômico de produtores de abacaxi ‘Pérola’ (GALEANO; VENTURA, 2018; SOUZA et al., 2018; CARNIELLI-QUEIROZ et al., 2019; GOMES et al., 2020; SILVA et al., 2020; LIRA et al., 2021; MEZZOMO et al., 2021).

## 5. CONCLUSÃO

Isolados do gênero *Trichoderma* são eficientes no controle do crescimento micelial de *Fusarium guttiforme*, com alto percentual de inibição sobre o patógeno causador da fusariose em abacaxizeiros ‘Pérola’ cultivados no semiárido baiano.

No ensaio de plaqueamento por pareamento direto, 21 isolados do gênero *Trichoderma* foram eficientes no controle do crescimento micelial de *Fusarium*

*guttiforme*, com alto percentual de inibição (100% a 73,6%). Já no ensaio de coinoculação em discos de talo de abacaxizeiro, 100% a 77,7% de inibição foi detectado entre 11 agentes de biocontrole. No ensaio de coinoculação em mudas de abacaxi, 3 isolados favoreceram o desenvolvimento da planta em todos os caracteres avaliados.

Detectou-se sintomas característicos da fusariose: apodrecimento do colo das mudas aos 07 dias após a inoculação, a partir da testemunha, que se evidenciou nos demais tratamentos com o passar do tempo. Aos 15 dias, registrou-se exsudação de resina no tratamento controle; e, aos 30 dias, aparecimento de gomose nas folhas do abacaxizeiro “Pérola”. Os agentes de biocontrole inibiram ou retardaram a manifestação sintomática visual da fusariose e promoveram o crescimento e o desenvolvimento das mudas de abacaxi cultivadas em casa de vegetação.

## REFERÊNCIAS

ABHIRAM, P.; MASI, H. *In vitro* antagonism of *Trichoderma viride* against *Fusarium oxysporum* strains. **Journal Pharmacogn Phytochem**, v. 7, n. 2, p. 2816-2819, 2018. Disponível em: <https://cutt.ly/uRiHtvp>. Acesso em 12 out. 2021.

AMASIFUEN, A. D. H.; LÁZARO, A. J. P.; NORIEGA-CÓRDOVA, H. W. Aislamiento e identificación de *Fusarium oxysporum* obtenidos de zonas productoras de ají paprika *Capsicum annum* L. (Solanaceae) en el distrito de Barranca, Perú. **Arnaldoa**, v. 26, n. 2, p. 689-698, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/fTcdwQn>. Acesso em 12 out. 2021.

ANDOJI, Y. S. *In vitro* mycoparasitism activity of *Trichoderma* spp. against *Fusarium solani* inciting root rot of chickpea (*Cicer arietinum* L). **World Journal of Biology and Biotechnology**, v. 6, n. 3, p. 1-4, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/wRiL85S>. Acesso em 12 out. 2021.

AOYAGI, L. N.; DOI, S. M. O. Avaliação da atividade antagonista de *Trichoderma harzianum* sobre *Fusarium oxysporum* e *Botrytis cinerea*. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 3, p. 3234-3239, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/bEMKsWu>. Acesso em 07 out. 2021.

APARECIDO, C. C.; ROSA, E. C. Avaliação morfologia e molecular para identificação de *Fusarium* spp. **Biológico**, São Paulo, v. 81, p. 1-7, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/sTca2or>. Acesso em 07 out. 2021.

ASGHAR, W.; KATAOKA, R. Effect of co-application of *Trichoderma* spp. with organic composts on plant growth enhancement, soil enzymes and fungal community in soil. **Archives of Microbiology**, n. 203, p. 1-11, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/JELuDBV>. Acesso em 04 out. 2021.

AYELE, T. M.; GEBREMARIAM, G. D.; PATHARAJAN, S. Isolation, identification and *in vitro* test for the biocontrol potential of *Trichoderma viride* on *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. **The Open Agriculture Journal**, v. 15, n. 1, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/ZELoHWf>. Acesso em 04 out. 2021.

- AZEVEDO, P. F. D.; ALMEIDA, A. C. D.; MARQUES, R. D.; COSTA, C. L. D.; BENEDETTI, A. R.; LESCANO, L. E. A. M.; MATSUMOTO, L. S. *In vitro* inhibition of *Fusarium solani* by *Trichoderma harzianum* and biofertilizer. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e5210312994-e5210312994, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/kRjkykS>. Acesso em 19 out. 2021.
- BAKER, K. F. Evolving concepts of biological control of plant pathogens. **Annual review of phytopathology**, v. 25, n. 1, p. 67-85, 1987. Disponível em: <https://cutt.ly/HE1oL4N>. Acesso em 08 out. 2021.
- BAKER, K. F.; COOK, R. J. **Biological control of plant pathogens**. WH Freeman and Company, 1974. Disponível em: <https://cutt.ly/iE1oMYQ>. Acesso em 08 out. 2021.
- BARBOSA, G. G.; COSTA, F. A.; COSTA, A. C. D.; ULHOA, C. J. Avaliação do potencial de isolados de *Trichoderma* spp. nativos do estado de Mato Grosso do Sul contra o fungo *Colletotrichum musae*. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 29484-29502, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/rRovxhl>. Acesso em 15 out. 2021.
- BARRAL, B.; CHILLET, M.; DOIZY, A.; GRASSI, M.; RAGOT, L.; LÉCHAUDEL, M.; DURAND, N.; ROSE, L. J.; VILJOEN A.; SCHORR-GALINDO, S. Diversity and toxigenicity of fungi that cause pineapple fruitlet core rot. **Toxins**, v. 12, n. 5, p. 339, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/rE1qjIs>. Acesso em 07 out. 2021.
- BENLAMOUDI, W.; LAKHDARI, W.; DEHLIZ, A.; GUEZOUL, O. *In vitro* investigation of *Trichoderma* strain potential against *Fusarium* wilt of tomato. **Al-Qadisiyah Journal For Agriculture Sciences**, v. 11, n. 1, p. 32-35, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/gELolTn>. Acesso em 04 out. 2021.
- BEZERRA, G. D. A.; MUSSI-DIAS, V.; SANTOS, P. H. D. D.; AREDES, F. A. S.; SILVEIRA, S. F. D. Identificação e seleção de espécies de *Trichoderma* spp. endofíticos de bromélias de restingas como agentes de biocontrole da fusariose em frutos de abacaxi. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 2, p. 172-178, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/oEKbhF2>. Acesso em 04 out. 2021.
- BŁASZCZYK, L.; BASIŃSKA-BARCZAK, A.; ĆWIEK-KUPCZYŃSKA, H.; GROMADZKA, K.; POPIEL, D.; STEPIEŃ, Ł. Effect of *Trichoderma* spp. on toxigenic *Fusarium* species. **Polish journal of microbiology**, v. 66, n. 1, 2017. Disponível em: <https://cutt.ly/3EAqK6H>. Acesso em 30 set. 2021.
- BRANDI, F.; HECK, D. W.; FERREIRA, T. C.; BETTIOL, W. Commercial formulations of *Bacillus* spp. for sugarcane pineapple disease control and growth promotion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 12, p. 1311-1319, 2018. Disponível em: <https://cutt.ly/8EKBKwu>. Acesso em 04 out. 2021.
- BRITO, C. F. B.; ALMEIDA, J. R. D.; SANTOS, M. R. D.; FONSECA, V. A.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. D. M. Abacaxi ‘Pérola’ irrigado com água salina: correlações entre morfofisiologia, produção e estimativa da área foliar. **Nativa**, v. 9, n. 2, p. 135-141, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/3EOmDsW>. Acesso em 30 set. 2021.
- CARNIELLI-QUEIROZ, L.; FERNANDES, P. M. B.; FERNANDES, A. A. R.; VENTURA, J. A. A rapid and reliable method for molecular detection of *Fusarium guttiforme*, the etiological agent of pineapple fusariosis. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 62, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/4EDyV2J>. Acesso em 01 out. 2021.

CARVALHO, J. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; ARANTES, A. D. M.; SÃO JOSÉ, A. R.; KURFIS, M. D. A. Sobrevivência de espécies de maracujazeiro com ou sem exposição parcial das raízes, em área com histórico de *Fusarium solani*. **Revista Agroecossistemas**, v. 13, n. 1, p. 163-181, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/CRjgFF2>. Acesso em 19 out. 2021.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; CHAGAS, L. F. B.; SANTOS, G. R.; MARTINS, A. L. L.; CARVALHO FILHO, M. R. D.; MILLER, L. D. O. Ação de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. **Agri-Environmental Sciences**, v. 4, n. 2, p. 9-15, 2018. Disponível em: <https://cutt.ly/XEK14jM>. Acesso em 04 out. 2021.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; GOMES, F. L.; SOUZA, M. C.; MARTINS, A. L. L.; OLIVEIRA, R. S. D.; GIONGO, M.; CHAGAS, L. F. B. *Trichoderma* como promotor de crescimento de mudas de eucaliptos. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 9, n. 1, p. 060-072, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/QRgmdxu>. Acesso em 18 out. 2021.

CONTO, L. M. D.; COSTA, F. A.; COSTA, A. C. D.; ULHOA, C. J. Potencial de isolados de *Trichoderma* spp. nativos em controlar o fungo *Sclerotinia sclerotiorum* e como promotor de crescimento na cultura da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 30616-30632, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/KEKmtV2>. Acesso em 04 out. 2021.

CUBILLA-RÍOS, A. A.; RUÍZ-DÍAZ-MENDOZA, D. D.; ROMERO-RODRÍGUEZ, M. C.; FLORES-GIUBI, M. E.; BARÚA-CHAMORRO, J. E. Antibiosis de proteínas y metabolitos en especies de *Trichoderma* contra aislamientos paraguayos de *Macrophomina phaseolina*. **Agronomía Mesoamericana**, v. 30, n. 1, p. 63-77, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/BRy2o9w>. Acesso em 05 out. 2021.

DAS, M. M.; HARIDAS, M.; SABU, A. Biological control of black pepper and ginger pathogens, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* and *Phytophthora capsici*, using *Trichoderma* spp. **Biocatalysis and agricultural biotechnology**, v. 17, p. 177-183, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/cEFBEJC>. Acesso em 02 out. 2021.

DEBNATH, S.; CHAKRABORTY, G.; DUTTA, S. S.; CHAUDHURY, S. R.; DAS, P.; SAHA, A. K. Potencial de especies de *Trichoderma* como biofertilizante y control biológico en el cultivo de *Oryza sativa* L. **Biocatalysis and agricultural biotechnology**, v. 20, n. 1, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/YRjWjr2>. Acesso em 19 out. 2021.

DING, J.; MEI, J.; HUANG, P.; TIAN, Y.; LIANG, Y.; JIANG, X.; LI, M. Gα3 subunit Thga3 positively regulates conidiation, mycoparasitism, chitinase activity, and hydrophobicity of *Trichoderma harzianum*. **AMB Express**, v. 10, n. 1, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/3RiLToS>. Acesso em 12 out. 2021.

FAN, P.; LAI, C.; YANG, J.; HONG, S.; YANG, Y.; WANG, Q.; WANG, B.; ZHANG, R.; JIA, Z.; ZHAO, Y.; RUAN, Y. Crop rotation suppresses soil-borne *Fusarium* wilt of banana and alters microbial communities. **Archives of Agronomy and Soil Science**, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/XELqa71>. Acesso em 04 out. 2021.

FU, J.; XIAO, Y.; WANG, Y. F.; LIU, Z. H.; ZHANG, Y. F.; YANG, K. J. *Trichoderma asperellum* alters fungal community composition in saline-alkaline soil

maize rhizospheres. **Soil Science Society of America Journal**, v. 85, n. 4, p. 1091-1104, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/DEFJgnz>. Acesso em 02 out. 2021.

GABARDO, G.; DALLA PRIA, M.; PRESTES, A. M. C.; SILVA, H. L. D. *Trichoderma asperellum* e *Bacillus subtilis* como antagonistas no crescimento de fungos fitopatogênicos *in vitro*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 55870-55885, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/dEKmn5B>. Acesso em 04 out. 2021.

GALEANO, E. A. V.; VENTURA, J. A. Análise comparativa de custos de produção e avaliação econômica dos abacaxis ‘Vitória’, ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’. **Revista de Ciências Agrárias – Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 61, 2018. Disponível em: <https://cutt.ly/7EPhMlk>. Acesso em 30 set. 2021.

GARCIA, W. M.; ARAÚJO, D. V. D.; KARSBURG, I. V.; DALLACORT, R. Métodos de inoculação de *Fusarium guttiforme* e resistência genética em abacaxizeiros (*Ananas comosus* var. *comosus*). **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 353-360, 2017. Disponível em: <https://cutt.ly/CEHd1jR>. Acesso em 03 out. 2021.

GOMES, R. D. S. S.; DEMARTELAERE, A. C. F.; MACIEL, W. O.; SILVA, F. J. A.; NASCIMENTO, L. C. D.; BERNARDI, D.; FEITOSA, S. D. S.; PRESTON, H. A. F. In vitro behavior of *Fusarium* spp. isolates in different cultivation conditions. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 50905-50919, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/IEKdNS7>. Acesso em 03 out. 2021.

GUDIN, G. S.; SILVA, D. G. D. Diagnóstico socioeconômico e fitossanitário da fruticultura em Rolim de Moura, RO, Brasil. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 38, n. 1, p. 26754, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/PRgQLA3>. Acesso em 18 out. 2021.

HASAN, Z. A. E.; MOHD ZAINUDIN, N. A. I.; ARIS, A.; IBRAHIM, M. H.; YUSOF, M. T. Evaluation of *Trichoderma asperellum* for inhibiting growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and enhancing growth of tomato and fruit quality. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/sELicE9>. Acesso em 04 out. 2021.

HE, Z.; WU, C.; SHEN, J.; GAO, Y.; CHANG, L.; GAO, Z. Effects of *Trichoderma asperellum* bio-fertilizer on cucumber *Fusarium* wilt and microbial population in continuous cucumber cropping rhizosphere soil. **Journal of Plant Protection**, v. 45, n. 3, p. 528-535, 2018. Disponível em: <https://cutt.ly/JRjzsoV>. Acesso em 19 out. 2021.

HEWEDY, O. A.; ABDEL LATEIF, K. S.; SELEIMAN, M. F.; SHAMI, A.; ALBARAKATY, F. M.; EL-MEIHY, R. M. Phylogenetic diversity of *Trichoderma* strains and their antagonistic potential against soil-borne pathogens under stress conditions. **Biology**, v. 9, n. 8, p. 189, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/wRiV7L2>. Acesso em 15 out. 2021.

HORIE, M.; TAKARAGAWA, H.; KAWAMITSU, Y. Crassulacean acid metabolism photosynthesis in pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) grown under hydroponic culture. **The Science Bulletin of the Faculty of Agriculture University of the Ryukyus**, n. 66, p. 65-70, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/eEOngoh>. Acesso em 30 set. 2021.

HURMANN, E. M. D. S.; POZZOBOM, T. M. H.; MARTINS, C. V. B. Atividade antimicrobiana de *Trichoderma viride* e *Trichoderma stromaticum*. **Brazilian Journal**

of **Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 2, p. 575-591, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/SEKEej>. Acesso em 04 out. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto das lavouras temporárias e permanentes – Abacaxi (Brasil, Grande Região e Unidade da Federação)**, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/uEOMK1S>. Acesso em 30 set. 2021.

IBRAHIM, N. F.; MOHD, M. H.; MOHAMED NOR, N. M. I.; ZAKARIA, L. Characterization of *Fusarium* spp. associated with pineapple fruit rot and leaf spot in Peninsular Malaysia. **Journal of Phytopathology**, v. 165, n. 11-12, p. 718-726, 2017. Disponível em: <https://cutt.ly/fEKtih9>. Acesso em 03 out. 2021.

INTANA, W.; KHEAWLENG, S.; SUNPAPAO, A. *Trichoderma asperellum* T76-14 released volatile organic compounds against postharvest fruit rot in muskmelons (*Cucumis melo*) caused by *Fusarium incarnatum*. **Journal of Fungi**, v. 7, n. 1, p. 46, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/oRkSEsH>. Acesso em 19 out. 2021.

JAMIL, A. Antifungal and plant growth promoting activity of *Trichoderma* spp. against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* colonizing tomato. **Journal of Plant Protection Research**, v. 61, n. 3, p. 2, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/3ELi0dj>. Acesso em 04 out. 2021.

JOHNSON, L. F.; CURL, E. A. **Methods for research on the ecology of soil-borne plant pathogens**, 247 p. 1972. Disponível em: <https://cutt.ly/RENHSXO>. Acesso em 07 out. 2021.

KHALIL, M. E. Beneficial effects of *Trichoderma viride* and salicylic acid against *Fusarium* wilt in tomato. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, v. 99, n. 1, p. 26-36, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/1ELhGqW>. Acesso em 04 out. 2021.

KIMATI, H.; TOKESHI, H. Nota sobre a ocorrência de *Fusarium* spp. causando resinose em abacaxi. **Brazilian Journal of Agriculture**, v. 39, n. 3, p. 131-134, 1964. Disponível em: <https://cutt.ly/iE1qdjl>. Acesso em 07 out. 2021.

KIRIGA, A. W.; HAUKELAND, S.; KARIUKI, G. M.; COYNE, D. L.; BEEK, N. V. Effect of *Trichoderma* spp. and *Purpureocillium lilacinum* on *Meloidogyne javanica* in commercial pineapple production in Kenya. **Biological Control**, v. 119, p. 27-32, 2018. Disponível em: <https://cutt.ly/cEKOObf>. Acesso em 04 out. 2021.

KUMAR, K.; THAKUR, P.; RATHORE, U. S.; KUMAR, S.; MISHRA, R. K.; AMARESAN, N.; PANDEY, S.; MISHRA, M. Plant beneficial effects of *Trichoderma* spp. suppressing *Fusarium* wilt and enhancing growth in tomato. **Vegetos**, p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/rEA1mbs>. Acesso em 01 out. 2021.

LARRAN, S.; SIURANA, M. P. S.; CASELLES, J. R.; SIMÓN, M. R.; PERELLÓ, A. *Trichoderma harzianum* against *Fusarium sudanense* causing seedling blight and seed rot on wheat. **ACS omega**, v. 5, n. 36, p. 23276-23283, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/ZRufdYv>. Acesso em 05 out. 2021.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The Fusarium laboratory manual**. John Wiley and Sons, p. 180-182, 2008. Disponível em: <https://cutt.ly/xE1u28b>. Acesso em 07 out. 2021.

LI, N.; ALFIKY, A.; WANG, W.; ISLAM, M.; NOUROLLAHI, K.; LIU, X.; KANG, S. Volatile compound-mediated recognition and inhibition between *Trichoderma*

biocontrol agents and *Fusarium oxysporum*. **Frontiers in microbiology**, v. 9, p. 2614, 2018. Disponível em: <https://cutt.ly/VRj3enw>. Acesso em 19 out. 2021

LIMA, L. D.; FREITAS, D. C. L.; JÚNIOR, N. R. F. C.; SANTOS, É. D. S.; WIGGERS, G. R.; SOARDI, K.; MIRANDA, F. F. R. D. Resistência de cultivares de abacaxi à fusariose sob diferentes tratamentos. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, p. 2513-2526, 2017. Disponível em: <https://cutt.ly/STczsrw>. Acesso em 19 out. 2021

LIRA, J. S. D.; BEZERRA, J. E. F.; ANDRADE, D. E. G. T. D. Genetic control of leaf spinescence in BRS Imperial, Pérola, and Pico de Rosa pineapple cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 21, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/rEPY0ML>. Acesso em 30 set. 2021.

LÓPEZ-HERNÁNDEZ, K. M.; PÉREZ-PÉREZ, R.; OROZCO-MONTES, S.; CHÁVEZ-AVILÉS, M. N. Análisis de la actividad antagónica de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium graminearum*, agente causal de fusariosis en trigo *Triticum aestivum*. In.: SERNA, E. (ed.) **Ciencia transdisciplinar para el desarrollo y la supervivencia de la humanidad**. Medellín: Instituto Antioqueño de Investigación, 2021. p. 184-196. Disponível em: <https://cutt.ly/KRiCvET>. Acesso em 15 out. 2021.

LOURES, D. D. S.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C. D.; KOGA, P. S.; CAMPOS, O. R.; MASSAROTO, J. A.; ARANTES, K. R.; FELITO, R. A.; GERVAZIO, W.; ROCHA, A. M. D.; CÂNDIDO, A. C. F. T. Cultivo do abacaxizeiro em função do parcelamento da adubação potássica de cobertura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e42510716722, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/oEOvRy9>. Acesso em 30 set. 2021.

MARTELLETO, L. A. P.; MARTELLETO, M. S.; ARAUJO, R. P.; LINO, W. S.; SILVA, E. H. Produção orgânica de abacaxi utilizando biofertilizantes aeróbicos. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 37, n. 3, p. 26744, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/8EOEk1c>. Acesso em 30 set. 2021.

MARTÍNEZ-SOLÓRZANO, G. E.; REY-BRINA, J. C.; PARGAS-PICHARDO, R. E.; MANZANILLA, E. E. *Fusarium* wilt by tropical race 4: Current status and presence in the American continent. **Agronomía Mesoamericana**, v. 31, n. 1, p. 259-276, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/5EPVrX5>. Acesso em 30 set. 2021.

MATOS, K.; CARVALHO, I.; ARAÚJO, D.; SILVA, M.; FARIAS, T. Estudo *in vitro* da potencialidade de *Trichoderma* spp. no biocontrole de *Fusarium guttiforme*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, 2014. Disponível em: <https://cutt.ly/6RbyIFG>. Acesso em 21 set. 2021.

MEDEIROS, M. D. S.; ALMEIDA, S. D. M. C.; CARNAÚBA, J. P.; SILVA, A. K. S.; SANTOS, T. M. C. D.; SILVA, J. M. D. Antagonismo *in vitro* de *Fusarium oxysporum* por cepas de *Trichoderma* spp. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/YEDfbpx>. Acesso em 01 out. 2021.

MENDES, H. T. A.; NOLASCO, D. S. D. J.; COUTRIM, R. L.; ANJOS, D. N. D.; BARROS, B. L.; SÃO JOSÉ, A. R. Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma longibrachiatum* e *Trichoderma harzianum* a *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: <https://cutt.ly/vRkt7DS>. Acesso em 19 out. 2021.

- MENTEN, J. O. M.; MINUSSI, C. C.; CASTRO, C.; KIMATI, H. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 1, n. 2, 1976. Disponível em: <https://cutt.ly/0E00It5>. Acesso em 08 out. 2021.
- MEZZOMO, R.; MENGUE ROLIM, J.; POLETTO, T.; WALKER, C.; MENDES MILANESI, P.; BRIÃO MUNIZ, M. F. Molecular characterization and vegetative compatibility groups of *Fusarium* spp. pathogenic to *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. **Ciência Florestal (01039954)**, v. 31, n. 2, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/pEPC69i>. Acesso em 30 set. 2021.
- MORENO-RUIZ, D.; LICHIOUS, A.; TURRÀ, D.; DI PIETRO, A.; ZEILINGER, S. Chemotropism assays for plant symbiosis and mycoparasitism related compound screening in *Trichoderma atroviride*. **Frontiers in microbiology**, v. 11, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/nRiLarp>. Acesso em 12 out. 2021.
- MOURA, R. D.; CASTRO, L. A. M. D.; CULIK, M. P.; FERNANDES, A. A. R.; FERNANDES, P. M. B.; VENTURA, J. A. Culture medium for improved production of conidia for identification and systematic studies of *Fusarium* pathogens. **Journal of microbiological methods**, v. 173, p. 105915, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/2EPB9tG>. Acesso em 30 set. 2021.
- NAHER, L.; SYAWANI, N.; AMIEZA, N.; KAMARUDIN, A. B.; KARIM, S. M. R. *Trichoderma* species diversity in rhizosphere soils and potential antagonism with *Fusarium oxysporum*. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 1, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/yELuiCi>. Acesso em 04 out. 2021.
- NANDHINI, S.; THERADIMANI, M.; HARISH, S.; RAJAMANICKAM, C. Effect of different media on the mycelial growth of *Fusarium oxysporum*, the causative agent of bitter melon wilt. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 10, n. 1, p. 208-210, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/PEMIoC0>. Acesso em 07 out. 2021.
- NIRENBERG, H. I.; O'DONNELL, K. New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. **Mycologia**, v. 90, n. 3, p. 434-458, 1998. Disponível em: <https://cutt.ly/RTcgxzi>. Acesso em 07 out. 2021.
- NOFAL, A. M.; ABD EL-RAHMAN, M.; ABDELGHANY, T. M.; ABD EL-MONGY, M. Mycoparasitic nature of Egyptian *Trichoderma* isolates and their impact on suppression *Fusarium* wilt of tomato. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/zEDrGKC>. Acesso em 01 out. 2021.
- NOGUEIRA, S. R.; RUFINO, C. P. B.; COSTA, K. K. D.; MACEDO, P. E. F. D.; RUFINO, P. Produção de mudas de abacaxizeiro em substrato vegetal colonizado com *Trichoderma* spp. In: **Embrapa Acre-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação, 1., 2018, Rio Branco, AC. Pesquisa e inovação para a Agropecuária no Acre: anais. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2019., 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/YEKA3pE>. Acesso em 04 out. 2021.
- OLIVEIRA, L. G. D.; KETTNER, M. G.; LIMA, M. L. S.; ARAÚJO, E. R.; SILVA, A. R. D.; COSTA, A. F. D. Potencial de biocontrole *Trichoderma* spp. contra *Macrophomina phaseolina* de feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 26, n. 2, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/dRj0hyx>. Acesso em 19 out. 2021.



PARMAR, R. G.; PATEL, P. S. Efficacy of bioagents against *Macrophomina phaseolina* causing root rot of soybean *in vitro*. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 9, n. 6S, p. 196-198, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/HRy5pgr>. Acesso em 05 out. 2021

PAVLOVSKAYA, N.; GNEUSHEVA, I.; SOLOKHINA, I.; AGEEVA, N. The biological activity of subspecies *Trichoderma harzianum* against *Fusarium oxysporum*, the causative agent of fusarium wilt cucumber *in vitro*. In: **BIO Web of Conferences**. EDP Sciences, 2020. p. 21. Disponível em: <https://cutt.ly/QRob5Yl>. Acesso em 15 out. 2021.

QOSTAL, S.; KRIBEL, S.; CHLIYEH, M.; SELMAOUI, K.; SERGHAT, S.; BENKIRANE, R.; DOUIRA, A. Management of wheat and barley root rot through seed treatment with biopesticides and fungicides. **Plant cell biotechnology and molecular biology**, p. 129-143, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/BRhMshi>. Acesso em 18 out. 2021.

RAHMAN, S. S. M. S. A.; ZAINUDIN, N. A. I. M.; AZIZ, N. A. A. Evaluation of *Trichoderma asperellum* B1902 in Controlling *Fusarium* Wilt of Cavendish Banana Cultivar. **Sains Malaysiana**, v. 50, n. 9, p. 2549-2561, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/rRjnKhT>. Acesso em 19 out. 2021.

RAJANI, P.; RAJASEKARAN, C.; VASANTHAKUMARI, M. M.; OLSSON, S. B.; RAVIKANTH, G.; SHAANKER, R. U. Inhibition of plant pathogenic fungi by endophytic *Trichoderma* spp. through mycoparasitism and volatile organic compounds. **Microbiological research**, v. 242, p. 126595, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/GRovWQR>. Acesso em 12 out. 2021.

RAMÍREZ-CARIÑO, H. F.; GUADARRAMA-MENDOZA, P. C.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, V.; CUERVO-PARRA, J. A.; RAMÍREZ-REYES, T.; DUNLAP, C. A.; VALADEZ-BLANCO, R. Biocontrol of *Alternaria alternata* and *Fusarium oxysporum* by *Trichoderma asperelloides* and *Bacillus paralicheniformis* in tomato plants. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 113, n. 9, p. 1247-1261, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/5RoLgdS>. Acesso em 15 out. 2021.

RAO, V. K.; DHURI, V. C.; VISHWAMBAR, N.; BHAGYASHREE, T. Characterization and Detection of Mycotoxins from Fruits and Vegetables. In: **Postharvest Handling and Diseases of Horticultural Produce**. CRC Press, 2021. p. 155-168. Disponível em: <https://cutt.ly/uRgQFJD>. Acesso em 18 out. 2021.

RASHID, T. S.; QADIR, S. A.; AWLA, H. K. Induction of defence related enzymes and biocontrol efficacy of *Trichoderma harzianum* in tomato plants infected with *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani*. **Acta agriculturae Slovenica**, v. 117, n. 1, p. 1-6, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/EELo4nW>. Acesso em 04 out. 2021.

REINHARDT, D. H. R.; BARTHOLOMEW, D. P.; SOUZA, F. V. D.; CARVALHO, A. C. P. P. D.; PÁDUA, T. R. P. D.; JUNGHANS, D. T.; MATOS, A. P. D. Advances in pineapple plant propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, 2018. Disponível em: <https://cutt.ly/tEKHtGW>. Acesso em 04 out. 2021.

ROCHA, A. M.; SOUZA, D. D. O.; SILVA, M. S. Pineapple of Itaberaba: the Pérola of Bahia Northeast deserving to be protected. **Revista INGI-Indicação Geográfica e Inovação**, v. 3, n. 2, p. 320-332, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/FEPUN2N>. Acesso em 30 set. 2021.

ROCHA, K. L. C. A.; SANTOS, K. C. R. D.; BEZERRA, M. C.; NASCIMENTO, V. C. D.; LOPES, F. A. C. Avaliação *in vitro* da inibição do crescimento micelial do fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum* por isolados de *Trichoderma* spp. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 21-21, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/tRyb8XI>. Acesso em 05 out. 2021.

ROSMAINA, R.; ELFIANIS, R.; ALMAKSUR, A.; ZULFAHMI, Z. Minimal number of morphoagronomic characters required for the identification of pineapple (*Ananas comosus*) cultivars in peatlands of Riau, Indonesia. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, v. 22, n. 9, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/UEKC5qr>. Acesso em 04 out. 2021.

SABANDO-ÁVILA, F.; MOLINA-ATIENCIA, L. M.; GARCÉS-FIALLOS, F. R. *Trichoderma harzianum* em pre-transplante aumenta el potencial agronómico del cultivo de piña. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 4, p. 410-414, 2017. Disponível em: <https://cutt.ly/hEK1zsV>. Acesso em 04 out. 2021.

SANTOS, C.; VENTURA, J. A.; COSTA, H.; FERNANDES, P. M.; LIMA, N. MALDI-TOF MS to identify the pineapple pathogen *Fusarium guttiforme* and its antagonist *Trichoderma asperellum* on decayed pineapple. **Tropical Plant Pathology**, v. 40, n. 4, p. 227-232, 2015. Disponível em: <https://cutt.ly/1RbugFH>. Acesso em 21 out. 2021.

SANTOS, J. M. R. D.; TANIGUCHI, C. A. K.; SILVA, C. D. F. B. D.; NATALE, W.; ARTUR, A. G. *Trichoderma* in the promotion of growth and nutrition of dwarf cashew rootstock. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/sRjX5w9>. Acesso em 19 out. 2021.

SEHAT, K. N.; KUMAR, S. V.; YUSUF, N. H. M. Protocols for the Extraction of High-quality RNA from Pineapple Tiller, Flower, Inflorescence, and Fruits. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, v. 44, n. 2, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/MEPMX7j>. Acesso em 30 set. 2021.

SILVA, A. G. L. D.; BARBOSA, E. C.; ROSA, I. A.; SANTOS, V. T. D.; GOMES, Z. B. M. D. P. Trabalho insalubre em lavoura do abacaxi no município de Itaberaba – BA. **Revista de Direito do Trabalho, Processo do Trabalho e Direito da Seguridade Social**, v. 1, n. 1, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/kEPUDPR>. Acesso em 30 set. 2021.

SILVA, D. C. O. D.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; MELO, V. F.; SILVA, C. N. D.; BARRETO, G. F. Initial growth of seedlings of different pineapple cultivars in Boa Vista, RR. **Ensaios e Ciência Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 1, p. 41-46, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/QEPzkKX>. Acesso em 30 set. 2021.

SILVA, J. M. D.; TEIXEIRA, R. D. R. O.; ROCHA, J. R. D.; SANTOS, T. M. C. D. *In vitro* and *in vivo* antagonism of *Screrotium rolfisii* Sacc. by strains of *Trichoderma* spp. **International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch**, v. 2, n. 01, p. 60-67, 2017. Disponível em: <https://cutt.ly/YRiASeD>. Acesso em 12 out. 2021.

SILVA, L. F. D.; SILVA, G. C. P. A. D.; MARTINS, O. G.; PASSOS, J. R. D. S.; ANDRADE, M. C. N. D. Crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus* em substratos suplementados com bagaço de malte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 3, p. 1-13, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/yE01FPv>. Acesso em 08 out. 2021.

- SINGH, B. N.; DWIVEDI, P.; SARMA, B. K.; SINGH, G. S.; SINGH, H. B. A novel function of N-signaling in plants with special reference to *Trichoderma* interaction influencing plant growth, nitrogen use efficiency, and cross talk with plant hormones. **3 Biotech**, v. 9, n. 3, p. 1-13, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/iELgU3H>. Acesso em 04 out. 2021.
- SINGH, S.; BALODI, R.; MEENA, P. N.; SINGHAL, S. Biocontrol activity of *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* against *Meloidogyne incognita*, *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*. **Indian Phytopathology**, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/XRkYd2x>. Acesso em 19 out. 2021.
- SOARES, M. G. Antagonismo de *Trichoderma* spp. a *Fusarium solani* e os efeitos na atividade fotossintética da melanciaira. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 17, n. 2, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/wRjmM9n>. Acesso em 19 out. 2021.
- SOLIS-PALACIOS, R.; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, G.; SALINAS-RUIZ, J.; HIDALGO-CONTRERAS, J. V.; GÓMEZ-MERINO, F. C. Effect and Compatibility of Phosphite with *Trichoderma* spp. Isolates in the Control of the *Fusarium* Species Complex Causing Pokkah Boeng in Sugarcane. **Agronomy**, v. 11, n. 6, p. 1099, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/LEM5gDZ>. Acesso em 07 out. 2021.
- SOUSA, C. B. D.; AMORIM, E. A. F.; MIRANDA, R. D. C. M. Antimicrobial activity in cultures of endophytic fungi isolated from *Talinum triangulare*. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 43, p. e49786-e49786, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/fRgWJcY>. Acesso em 18 out. 2021.
- SOUZA, E. P. D.; SILVA, J. E. V. C. D.; MALAQUIAS, M. F.; FERREIRA, L. E. Bioinsumos no crescimento e produção de plantas de milho. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 8, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/rRjEiAY>. Acesso em 19 out. 2021.
- SOUZA, I. C. D. C.; CARVALHO, A. C. B.; NETO, J. M. D. S.; FERNANDES, J. P. C.; JUNIOR, J. D. R.; ARAÚJO, F. M. M. C.; MELO, R. L. F. Caracterização físico-química dos frutos tropicais do Nordeste Brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. e125963562-e125963562, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/4RrQBWg>. Acesso em 30 set. 2021.
- SOUZA, J. T. D.; TROCOLI, R. O.; MONTEIRO, F. P. Plants from the Caatinga biome harbor endophytic *Trichoderma* species active in the biocontrol of pineapple fusariosis. **Biological control**, v. 94, p. 25-32, 2016. Disponível em: <https://cutt.ly/hELgLJw>. Acesso em 04 out. 2021.
- SOUZA, W. C.; NASCIMENTO, L. C.; OLIVEIRA, M. D.; PORCINO, M. M.; SILVA, H. A. Genetic diversity of *Fusarium* spp. in pineapple ‘Pérola’ cultivar. **European Journal of Plant Pathology**, v. 150, n. 4, p. 853-868, 2018. Disponível em: <https://cutt.ly/1EKfszX>. Acesso em 03 out. 2021.
- SPONCHIADO, J. C.; DAMBROS, B.; PIVA, C. A.; MANTOVANI, A.; RAUBER, L. P.; SILVA, E.; DAMBROS, L. Efeito de fungicidas e *Trichoderma harzianum* no crescimento micelial e produção de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, p. e22458-e22458, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/oRktoOR>. Acesso em 19 out. 2021.

STRACQUADANIO, C.; LUZ, C.; LA SPADA, F.; MECA, G.; CACCIOLA, S. O. Inhibition of mycotoxigenic fungi in different vegetable matrices by extracts of *Trichoderma* species. **Journal of Fungi**, v. 7, n. 6, p. 445, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/SELpUiY>. Acesso em 04 out. 2021.

TADEI, N. S.; SILVA, N. C.; IWASE, C. H.; ROCHA, L. O. Micotoxinas de *Fusarium* na produção de cerveja: características, toxicidade, incidência, legislação e estratégias de controle. **Scientia Agropecuaria**, v. 11, n. 2, p. 247-256, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/DTcpiqj>. Acesso em 04 out. 2021.

TARIQJAVEED, M.; FAROOQ, T.; AL-HAZMI, A. S.; HUSSAIN, M. D.; REHMAN, A. U. Role of *Trichoderma* as a biocontrol agent (BCA) of phytoparasitic nematodes and plant growth inducer. **Journal of Invertebrate Pathology**, p. 107626, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/0RkTKm2>. Acesso em 19 out. 2021.

TIAN, Y.; YU, D.; LIU, N.; TANG, Y.; YAN, Z.; WU, A. Confrontation assays and mycotoxin treatment reveal antagonistic activities of *Trichoderma* and the fate of *Fusarium* mycotoxins in microbial interaction. **Environmental Pollution**, v. 267, p. 115559, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/8EA7tvU>. Acesso em 01 out. 2021.

TIWARI, R.; SHUKLA, S. K.; JAISWAL, V. P.; SHARMA, L.; JOSHI, D.; CHANDRA, K.; GAUR, A.; SRIVASTAVA, A.; TIWARI, R. K. Bio-control potential of *Trichoderma* spp., against *Fusarium* spp., the incitants of Pokkah boeng disease of sugarcane under *in vitro* conditions. **Indian Phytopathology**, p. 1-11, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/xRoJrNR>. Acesso em 15 out. 2021.

TROCOLI, R. O.; MONTEIRO, F. P.; SANTOS, P. O.; SOUZA, J. T. D. Field applications of *Trichoderma* reduce pineapple fusariosis severity and increase fruit weight. **Journal of Plant Pathology**, p. 225-228, 2017. Disponível em: <https://cutt.ly/kRrQ80j>. Acesso em 04 out. 2021.

TRYON, H. Fruitlet core-rot of pineapple. **Queensland Agricultural Journal**, n. 3, p. 458-467, 1898. Disponível em: <https://cutt.ly/mE1uFMC>. Acesso em 07 out. 2021.

URBANIĄK, M.; WAŚKIEWICZ, A.; KOCZYK, G.; BŁASZCZYK, L.; UHLIG, S.; STĘPIEŃ, L. Naturally-produced beauvericins and divergence of BEAS gene among *Fusarium* and *Trichoderma* species. **DNA**, v. 1, n. 3, p. 4, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/JEMIVCL>. Acesso em 07 out. 2021.

URBANIĄK, M.; WAŚKIEWICZ, A.; KOCZYK, G.; BŁASZCZYK, L.; STĘPIEŃ, Ł. Divergence of Beauvericin Synthase Gene among *Fusarium* and *Trichoderma* Species. **Journal of Fungi**, v. 6, n. 4, p. 288, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/WEP7xNv>. Acesso em 30 set. 2021.

VEENSTRA, A.; RAFUDEEN, M. S.; MURRAY, S. L. *Trichoderma asperellum* isolated from African maize seed directly inhibits *Fusarium verticillioides* growth *in vitro*. **European journal of plant pathology**, v. 153, n. 1, p. 279-283, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/WRiHGb4>. Acesso em 12 out. 2021.

VIANA, E. D. S.; SASAKI, F. F. C.; REIS, R. C.; JUNGHANS, D. T.; GUEDES, I. S. A.; SOUZA, E. G. Qualidade do abacaxi FRF 632, resistente à fusariose, colhido em diferentes estádios de maturação. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 541-549, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/TEPjGHx>. Acesso em 30 set. 2021.

VIGNASSA, M.; MEILE, J. C.; CHIROLEU, F.; SORIA, C.; LENEVEU-JENVRIN, C.; SCHORR-GALINDO, S.; CHILLET, M. Pineapple Mycobiome Related to Fruitlet Core Rot Occurrence and the Influence of Fungal Species Dispersion Patterns. **Journal of Fungi**, v. 7, n. 3, p. 175, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/vEKVxC5>. Acesso em 04 out. 2021.

WANG, B.; YANG, J.; SHEN, Z.; OU, Y.; FU, L.; ZHAO, Y.; LI, R.; RUAN, Y.; SHEN, Q. Inducing banana *Fusarium* wilt disease suppression through soil microbiome reshaping by pineapple-banana rotation combined with biofertilizer application. **SOIL Discussions**, p. 1-31, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/YEK5dCs>. Acesso em 04 out. 2021.

WANJIKU, E. K.; WACEKE, J. W.; MBAKA, J. N. Suppression of Stem-End Rot on Avocado Fruit Using *Trichoderma* spp. in the Central Highlands of Kenya. **Advances in Agriculture**, v. 2021, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/SEFXF15>. Acesso em 02 out. 2021.

WIN, T. T.; BO, B.; MALEC, P.; KHAN, S.; FU, P. Newly isolated strain of *Trichoderma asperellum* from disease suppressive soil is a potential bio-control agent to suppress *Fusarium* soil borne fungal phytopathogens. **Journal of Plant Pathology**, v. 103, n. 2, p. 549-561, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/PRrWuTR>. Acesso em 01 out. 2021.

YANG, J.; REN, X.; LIU, M.; FAN, P.; RUAN, Y.; ZHAO, Y.; WANG, B. Suppressing soil-borne *Fusarium* pathogens of bananas by planting different cultivars of pineapples, with comparisons of the resulting bacterial and fungal communities. **Applied Soil Ecology**, v. 169, p. 104211, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/4EK6ZGM>. Acesso em 04 out. 2021.

YU, Z.; WANG, Z.; ZHANG, Y.; WANG, Y.; LIU, Z. Biocontrol and growth-promoting effect of *Trichoderma asperellum* TaspHu1 isolate from *Juglans mandshurica* rhizosphere soil. **Microbiological Research**, v. 242, p. 126596, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/FRxCKCZ>. Acesso em 04 out. 2021.

ZHANG, X.; XUE, C.; FANG, D.; HE, X.; WEI, M.; ZHUO, C.; SHEN, Q. Manipulating the soil microbiomes during a community recovery process with plant beneficial species for the suppression of *Fusarium* wilt of watermelon. **AMB Express**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2021. Disponível em: <https://cutt.ly/dEDqw6f>. Acesso em 01 out. 2021.

ZHANG, Y.; TIAN, C.; XIAO, J.; WEI, L.; TIAN, Y.; LIANG, Z. Soil inoculation of *Trichoderma asperellum* M45a regulates rhizosphere microbes and triggers watermelon resistance to *Fusarium* wilt. **AMB Express**, v. 10, n. 1, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/3Rjb8zX>. Acesso em 19 out. 2021.